

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA



ÉS EGYÉB FELFORGATÓ TECHNOLÓGIÁK
HATÁSAINAK ÁTFOGÓ VIZSGÁLATA
2023

Szerkesztette: Dr. Kovács Zoltán

**A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA
ÉS EGYÉB FELFORGATÓ TECHNOLÓGIÁK
HATÁSAINAK ÁTFOGÓ VIZSGÁLATA**

Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat

Budapest, 2023.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA
ÉS EGYÉB FELFORGATÓ TECHNOLÓGIÁK
HATÁSAINAK ÁTFOGÓ VIZSGÁLATA

Szerkesztő:

Dr. Kovács Zoltán alezredes

Szerzők:

Bagó Péter

Baksa Máté

Balogh Attila

Balogh Zsolt György

Baranyi Dániel Martin

Berezki Dávid

Bokor Tamás

Csáki Csaba

Csiki Varga Tamás

Erdész Viktor

Fehér András Tibor

Gurály Roland

Gyaraki Réka

Gyulai Tamás

Kovács Eszter

Kovács Zoltán

Kökény László

Marciniak Róbert

Márton András

Miskolczi Márk

Trautmann László

Úveges István

Zorkóczy Miklós

Lektor:

dr. Báldy Péter

Olvasószerkesztő:

Gál Csaba ny. ezredes

Tördelőszerkesztő:

Tóth Krisztina törzsszázlós

A borító tervezője:

Perényi Attila

Felelős kiadó:

Dr. Béres János altábornagy, főigazgató
Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat

A kiadó képviselője:

Dr. Kenedli Tamás ezredes
Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat
Tudományos Tanács titkár

A kiadvány a Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat
Költségvetési Kutatóhely támogatásával készült.

ISBN 978-615-6128-16-4

ISBN 978-615-6128-18-8 [PDF]

Nyomdai kivitelező:

HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft.

© Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat, 2023.

A kiadvány belső terjesztésű, kereskedelmi forgalomba nem kerül!

TARTALOM

SZAKMAI ELŐSZÓ	5
KOVÁCS ZOLTÁN – GURÁLY ROLAND	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÉS EGYÉB FELFORGATÓ TECHNOLÓGIÁK HATÁSAIT VIZSGÁLÓ MUNKACSOPORT EREDMÉNYEI.....	7
CSÁKI CSABA	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ELTERJEDÉSÉBŐL ADÓDÓ KOCKÁZATOK SZISZTEMATIKUS VIZSGÁLATA	27
GYULAI TAMÁS	
MESTERSÉGES INTELLIGENCIA OKOSVÁROSOKBAN DIGITÁLIS IKER ALKALMAZÁSÁVAL.....	51
ZORKÓCZY MIKLÓS	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA AZ EGÉSZSÉGÜGYBEN – JOGI, ETIKAI, GAZDASÁGI SZEMPONTOK.....	84
BOKOR TAMÁS	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSA AZ OKTATÁSBAN – KIHÍVÁSOK ÉS KÖVETKEZMÉNYEK TECHNOLÓGIAINVARIÁNS SZEMPONTBÓL.....	114
MÁRTON ANDRÁS	
FELFORGATÓ TECHNOLÓGIÁK AZ ENERGIAIPARBAN	130
MISKOLCZI MÁRK – KÖKÉNY LÁSZLÓ	
MI-T HOZ A JÖVŐ? – MUNKAERŐPIACI VÁLTOZÁSOK A SZEMÉLYKÖZLEKEDÉS TERÉN	164
BAGÓ PÉTER	
AZ AUTOMATIZÁCIÓ HATÁSA A PÉNZÜGYEKBEN – PÉNZÜGYI RENDSZEREK BIZTONSÁGA – ALGORITMIKUS KERESKEDELEM..	183
KOVÁCS ESZTER	
ÚJRAGONDOLT TERMELÉS: A DIGITALIZÁCIÓ, AZ AUTOMATIZÁCIÓ ÉS A ROBOTIZÁCIÓ HATÁSAI A GLOBÁLIS ELLÁTÁSI LÁNCOKRA.....	220

TRAUTMANN LÁSZLÓ – BARANYI DÁNIEL MARTIN – BALOGH ATTILA	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÉS A MUNKA POLITIKAI GAZDASÁGTANA	245
MARCINIAK RÓBERT – BAKSA MÁTÉ	
EMBERI ÉS GÉPI HÁLÓZATOK: A DIGITÁLIS TECHNOLÓGIÁK ÉS A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HATÁSA A SZEREPLŐK EGYÜTTMŰKÖDÉSÉRE	265
ÜVEGES ISTVÁN	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KÖZÖSSÉGI MÉDIÁBAN TÖRTÉNŐ ALKALMAZÁSÁNAK TÁRSADALMI ÉS POLITIKAI KÖVETKEZMÉNYEI	301
BALOGH ZSOLT GYÖRGY	
AZ MI-RENDSZEREK ELLENŐRZÉSE, FELÜGYELETE ÉS MONITOROZÁSA	328
FEHÉR ANDRÁS TIBOR	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA-ALAPÚ HIDEGHÁBORÚ ETIKAI HÁTTERE.....	355
GYARAKI RÉKA	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE ÉS FEJLESZTÉSÉNEK SZÜKSÉGESSÉGE A JOGALKALMAZÁSBAN.....	393
CSIKI VARGA TAMÁS	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSAI A BIZTONSÁGELMÉLETEKRE	423
ERDÉSZ VIKTOR	
MILYEN LEHETŐSÉGEKET HOZ AZ ÚJ TECHNOLÓGIÁK ELTERJEDÉSE A FELDERÍTÉS SZÁMÁRA?	440
BERECZKI DÁVID	
MILYEN VÁLTOZÁSOKAT GENERÁL AZ ÚJ TECHNOLÓGIÁK ELTERJEDÉSE AZ ELHÁRÍTÁS SZÁMÁRA?	466
A KIADVÁNY SZERZŐI.....	489

SZAKMAI ELŐSZÓ

Tisztelt Olvasó!

Örömmel ajánlom „A mesterséges intelligencia és egyéb felforgató technológiák hatásainak átfogó vizsgálata” című könyvet a témakör iránt érdeklődők számára. A Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat Költségvetési Kutatóhely a mesterséges intelligencián alapuló technológiák alkalmazása terén alapkutatásokat és alkalmazott kutatásokat egyaránt folytat. Ennek egyik elemeként 2021-ben – több egyetem és számos kutató bevonásával – széles körű alapkutatási programot indított a technológia és az abban rejlő lehetőségek megismerésére, illetve a technológia elterjedésére és várható hatásainak vizsgálatára fókuszálva. A jelenlegi kötet a kutatási folyamat lezárultával az eredmények egyfajta összegzéseként jött létre.

A mesterséges intelligencia (MI) napjainkban egyre jelentősebb szerepet játszik az informatika és az adatfeldolgozás területén. Az MI fogalma olyan önfejlesztő számítógépes rendszereket takar, amelyek képesek az emberi intelligencia egyes aspektusait utánozni és feladatokat önállóan megoldani. A technológiai fejlődésnek köszönhetően az MI-rendszerek egyre komplexebbek és sokoldalúbbak, ezáltal számos területen forradalmasítják az életünket. A teljesség igénye nélkül: az MI jelenleg is kiemelt szerepet tölt be a tudomány, a gazdaság, az ipar, a pénzügyek, az orvoslás, az oktatás, a jogalkalmazás és a védelem területén.

Az MI jelentőségének egyik fontos területe az automatizáció. Az MI segítségével gépek, illetve robotok képesek emberi munkát elvégezni, ezáltal a termelés és az üzleti folyamatok hatékonyabbá és gazdaságosabbá válnak. Az iparban például az autógyártástól a csomagolásig számos területen használják az MI-technológiákat.

Az egészségügyben az MI hozzájárul a pontosabb diagnózisokhoz és kezelésekhez. Az MI-algoritmusok képesek egy adott beteg diagnosztikai értékeit összevetni több millió betegével, így könnyebben felismerhetik a betegségeket és segíthetik az orvosokat a megfelelő terápia kiválasztásában.

Az MI az oktatásban is szerepet játszik a személyre szabott tanulás és az oktatási programok kialakításában. Az interaktív tanulási platformok és chatbotok segítik a diákokat a tanulásban és az információk könnyebb megértésében.

A gazdasági területen az MI-alapú döntéshozatal és előrejelzés segíti a vállalkozásokat a hatékonyabb üzleti stratégiák kidolgozásában és a jobb piaci pozíció elérésében.

A jogalkalmazásban a MI olyan eszközöket biztosít a rendvédelmi szervek számára, amelyek az automatizált adatgyűjtés és elemzés segítségével jelentősen megkönnyítik a bűnesetek azonosítását és felderítését.

A védelem területén az MI kiemelt szerepet játszik az adatszerzésben és -feldolgozásban, támogatja a műveleti tervezést, meggyorsítja és hatékonyabbá teszi a döntéshozatalt és a végrehajtást. Az intelligens fegyverek lehetővé teszik nagy pontosságú döntő csapások gyors végrehajtását.

Összességében az MI-technológiák jelentőségének növekedése napjainkban megkerülhetetlen. A jövőben az MI további területeken is jelentős hatást fog kifejteni, ami hatással lesz a társadalmak minden szegmensére. Az általános emberi értékek és az emberi lét megőrzése érdekében fontos, hogy az MI fejlődése biztonságos és etikus keretek között történjen, valamint az emberiség javát szolgálja. Egy nemzetbiztonsági szolgálatnak általában, a Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálatnak pedig különösen kötelessége a haza érdekeinek mindenre kiterjedő védelme. Ez a kötelesség motiválta a Szolgálatot a kötet elkészítéséhez szükséges multidiszciplináris kutatás támogatására és lefolytatására. Az érdeklődő olvasóknak ennek szellemében ajánlom figyelmébe munkánkat. Egyúttal kifejezem abbéli reményemet, hogy kutatásunk megkönnyíti az előttünk álló változások megértését, elősegíti annak a technológiaalapú paradigmaváltásnak a menedzselését, ami jelenleg is folyamatban van, illetve bízom abban, hogy ösztönzőleg hat a megkezdett munka tovább folytatására, a szakértők közös gondolkodására.

Reményeim szerint a közzétett kötet a honvédelmi és a katonai nemzetbiztonsági szakterületek munkatársain túl hasznos információkat szolgáltat más, a könyvben feldolgozott, az állam működése szempontjából fontos szakterületek fejlesztése során, illetve hozzájárul a politikaformáló döntéshozók stratégiai gondolkodásának alakításához is.

Budapest, 2023. augusztus 1.

Dr. Béres János altábornagy
Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat
főigazgató

KOVÁCS ZOLTÁN – GURÁLY ROLAND

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÉS EGYÉB FELFORGATÓ TECHNOLÓGIÁK HATÁSAIT VIZSGÁLÓ MUNKACSOPORT EREDMÉNYEI¹

BEVEZETÉS

A mesterséges intelligencia (MI) és egyéb felforgató (*diszruptív*) technológiák (jelentős újításokon alapuló technológia, amely átfogó, egy teljes iparág korábbi működését átfogó változásokat generál²) alapjaiban változtatják meg a jelenleg fennálló tudományos, gazdasági és társadalmi rendszerek működését. Ezeknek a változásoknak az átfogó, közép- és hosszabb távú hatásai jelenleg nem ismertek. Az ilyen technológiák elterjedése az élet minden területére kiterjedő paradigmaváltást idéz elő, alapvetően megváltoztatva az egyének, országok és szövetségek körülményeit és helyzetét.

A helyzet jobb megértése érdekében a Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat (KNBSZ) átfogó, külső kutatók által támogatott hároméves kutatási programot indított, amelynek témája az MI és egyéb felforgató technológiák elterjedése, hatásainak átfogó vizsgálata volt. A kutatás tárgya annak meghatározása volt, hogy az MI és egyéb felforgató technológiák elterjedésének milyen várható hatásai lesznek politikai, jogi, gazdasági, ipari, társadalmi, szociológiai, kulturális, biztonsági és katonai területen 2030-ig. A kutatás végső célja egy olyan egységes dokumentum (tanulmánykötet) elkészítése volt, amely segítséget nyújt a jövő kihívásainak kezeléséhez szükséges stratégiai tervezésben a politikai, a gazdasági és a katonai vezetők számára.

ALAPFOGALMAK TISZTÁZÁSA

Egy olyan komplex tanulmánykötet esetén, amely az MI és más egyéb felforgató technológiák gazdasági, társadalmi és egyéb hatását vizsgálja, érdemes a feladatot a fogalmak pontosításával kezdeni. Különösen indokolt lépés ez amiatt is, mert az információs technológiák területén jelentős a fogalomzavar, és a különböző részterületeken – földrajzi, nyelvi, szakmai, laikus stb. környezetben – mást és mást értenek ugyanazon terminológia alatt. Emellett az időbeliség is fontos tényező, mert a technológia nagyon gyorsan változik. Gyakran megfigyelhető, hogy egy adott

¹ A Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat TKP2021-NVA-24 azonosító számú „A mesterséges intelligencia alkalmazásának kutatása a katonai nemzetbiztonsági célú adatszerző, adatfeldolgozó és vizualizációs eljárásokban, és kapcsolódó fejlesztések elvégzése” elnevezésű projektje az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósul meg.

² SMITH, Tim: Disruptive Technology. Investopedia, 2020.03.21.
<https://www.investopedia.com/terms/d/disruptive-technology.asp>; letöltés: 2021.10.06.

fogalom idővel már nemcsak az eredeti jelentéstartalommal bír, hanem annál sokkal többel, és már inkább kategóriává, mintsem konkrét definícióvá válik. Ugyanakkor ellentétes irányú dinamika is megfigyelhető más fogalmak esetén, új kifejezések veszik át a korábbi jelentés egy részének reprezentálását.

Ezért ebben a fejezetben a dokumentum elején lévő fogalomtárban felsorolt fogalmakat – halmazelméleti szempontokat is figyelembe véve – helyezzük el egymáshoz képest, a tanulmánykötet szempontjából legfontosabbakat pedig részletesebben is kifejtjük. A témakör ugyanakkor rendkívül tág, ezért ilyen rövid keretek között csak egy általános áttekintés lehetséges. Arra is felhívjuk a figyelmet, hogy a fent leírtak miatt sok fogalom pontos meghatározása vitatott, vagy éppen átalakulóban van. Ilyen esetben igyekszünk egy kicsit konzervatívabb megközelítést alkalmazni, egy fogalomhoz csak a már biztosan elfogadott jelentéseket és képességeket társítjuk. Ennek legfőbb oka, hogy a tanulmánykötet alapvetően nem műszaki megközelítésű, nem szükséges minden szempontból a legfrissebb tudományos eredmények bemutatása. A hangsúly sokkal inkább azon van, hogy sikerüljön azokat a legfontosabb műszaki, tudományos fejlődési, fejlesztési irányokat kijelölni, amelyek hatásait a tanulmányok vizsgálják.

A fentiek alapján az általunk fontosnak ítélt fogalmak és azok definíciója az alábbiak szerint foglalható össze:

3D nyomtatás – Tárgyak gyártása rétegek egymásra hordásával egy digitális modell alapján, additív gyártásnak is nevezik.³

Automatizáció – Gépek vagy számítógépek emberi beavatkozás nélküli használata.⁴

Big Data – Olyan mennyiségű adat összessége, amely túl nagy ahhoz, hogy hagyományos adatbázis-kezelő módszerekkel feldolgozzák.⁵

Biológiai intelligencia – A biológiai élőlények képessége megismerő (kognitív) tevékenységek végzésére.⁶

Biotechnológia – A tudomány és a technológia alkalmazása élő szervezeteken, azok részein, termékein vagy modelljein azzal a céllal, hogy megváltoztassunk élő vagy élettelen anyagokat tudás, termékek vagy szolgáltatások létrehozásáért.⁷

Digitalizáció – Adat, információ számítógép által érthető formátumba történő átalakítása.⁸

³ 3D printing. Merriam-Webster.
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/3D%20printing>; letöltés: 2021.10.06.

⁴ Automation. Cambridge Dictionary.
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/automation>; letöltés: 2021.10.06.

⁵ Big Data. Merriam-Webster.
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/big%20data>; letöltés: 2021.10.06.

⁶ Biological Intelligence. APA Dictionary of Psychology.
<https://dictionary.apa.org/biological-intelligence>; letöltés: 2021.10.06.

⁷ OECD Factbook, 2013.
<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/factbook-2013-63-en.pdf?expires=1625122841&id=id&accname=guest&checksum=A9BD014C05E10DBE96F47D1DC90B5749>; letöltés: 2021.10.06.

⁸ Digitalization. Cambridge Dictionary.
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/digitalize?q=digitalization>; letöltés: 2021.10.06.

Felforgató technológia – Olyan új technológia, amely teljesen megváltoztatja a tudomány, a technológia és az ipar egy területén fennálló rendet.⁹

Gépi tanulás – A mesterséges intelligencia egyik ága, olyan rendszereket jelent, amelyek (asszisztált) tanulásra képesek, azaz tapasztalatokból tudást generálnak.¹⁰

Információs technológia (IT) – Magában foglalja a számítógépes rendszerek, szoftverek és hálózatok fejlesztését, használatát és karbantartását.¹¹

Integrált rendszer – Olyan informatikai megoldás, ahol az egyes részfunkciókat megvalósító rendszerek a felhasználók számára gyakorlatilag észrevétlen adatmegosztás révén egységes rendszerként képesek működni.¹²

Intelligencia – Az intelligencia azokat a mentális képességeket foglalja magában, amelyek szükségesek a környezethez való alkalmazkodáshoz, valamint a környezet kiválasztásához és alakításához.¹³

Ipar 4.0 – A termelési folyamatok olyan szervezését írja le, amelynek keretében az eszközök önállóan kommunikálnak egymással az értéklánc mentén: a jövő egy olyan „okosgyárat” hozva létre ezzel, amelyben a számítógép által vezérelt rendszerek nyomon követik a fizikai folyamatokat, létrehozzák a fizikai valóság virtuális mását és decentralizált döntéseket hoznak önszervező mechanizmusok alapján.¹⁴

Mesterséges intelligencia – Egy számítógép vagy egy számítógép által vezérelt rendszernek az a képessége, hogy olyan feladatokat oldjon meg, amelyekre a közfelfogás alapján csak egy intelligens egyed képes.¹⁵

Miniatürizáció – Az a folyamat, amelynek során a tudományos fejlesztés felhasználásával egy technológiai eszköz alkotóelemeinek mérete folyamatosan csökken.

Nanotechnológia – Az anyag atomi, molekuláris és szupermolekuláris szintű ipari felhasználása, atomok és molekulák precíziós kezelése makró méretű termékek előállítására érdekében.¹⁶

⁹ Disruptive Technology. Cambridge Dictionary.
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/disruptive-technology>; letöltés: 2021.10.06.

¹⁰ MITCHELL, Tom M.: Machine Learning. McGraw Hill, New York, 1997. p 125.
<https://www.cin.ufpe.br/~cavmj/Machine%20-%20Learning%20-%20Tom%20Mitchell.pdf>;
letöltés: 2021.10.04.

¹¹ Information Technology. Merriam-Webster.
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/information%20technology>; letöltés: 2021.10.06.

¹² Integrált rendszer. Egészségtudományi fogalomtár.
https://fogalomtar.aeek.hu/index.php/Integr%C3%A1lt_rendszer; letöltés: 2021.10.06.

¹³ NAGY Eszter: Az intelligencia fogalma és meghatározásai.
<https://pszichologia.szeszterke.ro/az-intelligencia-fogalma-es-meghatározasai-3/>; letöltés: 2021.10.06.

¹⁴ SMIT, Jan – KREUTZER, Stephan – MOELLER, Carolin – CARLBERG, Malin: Industry 4.0. Policy Department A: Economic and Scientific Policy. European Parliament, Brüsszel, 2016. pp. 22–23.
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf);
letöltés: 2021.10.06.

¹⁵ Artificial Intelligence. Britannica.
<https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>; letöltés: 2021.10.06.

¹⁶ DREXLER, K. Eric: Nanotechnology: From Feynman to Funding. Bulletin of Science, Technology & Society, Volume 24 Issue 1, February 2004. pp. 21–27.

Programozás – Egy vagy több absztrakt algoritmus megvalósítása egy bizonyos programozási nyelven.

Robot – Olyan automatikusan működtetett gép, amely az emberi munkát helyettesíti.¹⁷

Robotika – A robotok tervezésével, készítésével és működtetésével kapcsolatos tudományág.¹⁸

Technológia – Valamely gyártási folyamat elméleti és gyakorlati részeinek összessége.¹⁹

TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

Az ember a civilizáció kezdetétől igyekszik a megélhetését megkönnyíteni, munkavégzése során különböző tárgyakat, eszközöket igénybe venni. Ezért tágabb értelemben a technológia alatt nemcsak a közvetlenül a gyártással kapcsolatos, hanem a mindennapi életünket segítő összes támogató folyamatot, azok elméleti és gyakorlati megvalósulását értjük. A tanulmánykötet középpontjában tehát ezeknek a folyamatoknak a változása, összességben a technológiai fejlődés áll.

A technológiai fejlődés legfontosabb szakaszait leginkább az ipari forradalmak fémjelzik. Az első ipari forradalom volt az emberiség első „gépkorszaka”, az első kor, amikor a fejlődést elsősorban a technológiai innováció indukálta, és egyúttal ebben a korszakban történtek az emberiség addigi történelmének legmélyebb változásai. Egyes kutatók szerint most a második ipari forradalom, a második gépkorszak zajlik. Míg korábban a gőzgépek az emberi fizikai munka helyettesítésére lettek alkalmasak, most a számítógépek mentális területen teszik ugyanezt.²⁰

Mások szerint a mostani a negyedik ipari forradalom, az első a már említett „gőzkorszak” volt a 18. században, a második a 19. század elejére tehető, és egyrészt az elektromos áram elterjedése, másrészt a sorozatgyártás (fordizmus) jellemezte. A harmadik ipari forradalom az 1970-es években kezdődött, és ez az automatizáció, a komputerizáció és az információs technológiák fejlődésének kezdeti időszaka. A jelenlegi a negyedik ipari forradalom (Ipar 4.0), és a lényegi különbség az Ipar 3.0-hoz képest az automatizált rendszerek hálózatba kötése. Kutatók szerint alighogy igazából elindult a negyedik ipari forradalom, máris kezdünk átlépni az ötödikbe (Ipar 5.0), ahol a hangsúly a gondolkodó (kognitív) rendszereken lesz.²¹

¹⁷ Robot Technology. Britannica.
<https://www.britannica.com/technology/robot-technology>; letöltés: 2021.10.06.

¹⁸ Robotics. Britannica.
<https://www.britannica.com/technology/robotics>; letöltés: 2021.10.06.

¹⁹ Technológia. Idegen szavak gyűjteménye.
<https://idegen-szavak.hu/keres/technol%C3%B3gia>; letöltés: 2021.10.06.

²⁰ BRYNJOLFSSON, Erik – MCAFEE, Andrew: The second machine age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W. W. Norton & Company, New York, 2016.

²¹ SHARMA, Ashwani – SINGH, Bikram Jit: Evolution of Industrial Revolutions: A Review. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), September 2020. pp. 66–73.
https://www.researchgate.net/publication/344366036_Evolution_of_Industrial_Revolutions_A_Review;
letöltés: 2023.02.28.

A technológiai fejlődést a középpontba helyezve három főbb irány mutatkozik a tudományos vizsgálatokra. Először is a különböző gazdasági, társadalmi hatások igényt generálnak az új technológiai megoldásokra, például a 19. század végén egyre nagyobb igény mutatkozott az áruk gyorsabb és pontosabb szállítására alkalmasabb közlekedési eszközök kifejlesztésére, ami elősegítette a belsőégésű motorok kifejlesztését és elterjedését. Másodsorban, a technológiai fejlesztések hatnak egymásra és új fejlesztéseket indukálnak, például a belsőégésű motor megjelenése nagymértékben segítette a repülőgépipar kialakulását. Harmadsorban a technológiai fejlődés jelentős gazdasági, társadalmi hatásokat generál, például a belsőégésű motorok elterjedése segítette a gazdasági növekedést, illetve csökkentette a város és a vidék közötti társadalmi különbségeket.

Jelen tanulmánykötetben ez utóbbi folyamatokra koncentrálnunk, mert az utóbbi időben a technológiai fejlődés üteme elvált a gazdaság és a társadalom valós igényeitől és képességeitől,²² elsősorban a korábbi fejlesztések dinamikájára építve egyre gyorsabb tempóban változik, és ezzel együtt változtatja a gazdaságot és a társadalmat is. A gyors technológiai változások már az átfogó technológiai elemzéseket is nehézkessé teszik, az átfogó gazdasági, társadalmi elemzések, előrejelzések készítőinek pedig rengeteg kihívással kell megküzdniük. Ezért is érdemes a vizsgált terület szűkítése.

A vizsgált terület(ek) kiválasztásakor természetesen az a legfontosabb szempont, hogy az adott területen végbemenő fejlődésnek milyen mértékű (mind kvantitatív, mind kvalitatív szempontok szerint) jelenlegi, de különösen későbbi gazdasági, társadalmi hatása lesz. Ezért a választás egyértelműen az *információs technológiai* (IT) iparágra és az IT által irányított egyéb más kapcsolódó iparágakra esett, mert napjainkban, a negyedik ipari forradalom során, az *Ipar 4.0* megvalósításának időszakában az IT-iparág az, ahol a legtöbb fejlődés, fejlesztés történik.

Ugyanakkor nem minden IT-fejlesztés érdekes a kötet szempontjából. Például a hagyományos, mostani európaihoz hasonló IT-fejlettségi szint elérését elősegítő mennyiségi jellegű fejlődés Afrikában (Wifi-hálózatok, 4G, számítógép-ellátottság stb.) bizonyára óriási mértékű gazdasági, társadalmi változásokat jelent (most és a közeljövőben is), de ezeket a folyamatokat a máshol végbement hasonló fejlődés miatt viszonylag könnyű előrejelezni. A kötet tehát azokra a részterületekre koncentrálnak, ahol a *felforgató technológiák* megváltoztatják a kapcsolódó jelenlegi gazdasági és/vagy társadalmi viszonyrendszert is.

A felforgató technológiák közül is kiemelkedik a mesterséges intelligencia, ezért az ezzel kapcsolatos tudományágot érdemes részletesebben megvizsgálni.

²² BARLOW, Mike: Big Data Culture Gap: Technology Advancing More Quickly Than People and Processes. Radar, 2013.09.16.
<http://radar.oreilly.com/2013/09/big-data-culture-gap-technology-advancing-more-quickly-than-people-and-processes.html>; letöltés: 2023.02.28.

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA

Rövid történeti áttekintés

A mesterséges intelligencia történeti fejlődését röviden áttekintve érdemes a Turing-teszttel kezdeni a felsorolást. Alan Turing 1950-ben találta ki azt a tesztet, amellyel először próbálták mérni, hogy egy vizsgált gép rendelkezik-e emberhez hasonló intellektuális képességekkel.²³ A teszt lényege, hogy a tesztelő elektronikus úton kérdéseket tesz fel – általa nem látott és hallott – két tesztalanyra. Az egyik tesztalany gép, a másik ember. Ha a kérdező öt perc után sem jön rá, hogy a gép nem ember, akkor a gép átment a teszten. Természetesen a teszt számos bírálatot kapott, a lényeges most inkább a dátum, vagyis több mint hetven évvel ezelőtt a tudósok már olyan mértékűnek tartották a technológia fejlődését, hogy fontosnak tartották egy mesterséges intelligenciát mérő tesztrendszer megalkotását!

A mesterséges intelligencia (MI) kifejezés 1956-ban született, amikor John McCarthy meghívta Dartmouthba munkatalálkozóra a területtel (automatizmusok, neurális háló, intelligencia) foglalkozó legfontosabb szakembereket.²⁴ A kutatók a hatvanas években általános megoldásokat próbáltak találni, de hamar bebizonyosodott, hogy egy adott szűkebb területen szakértői rendszerekkel nagyobb sikerek érhetőek el (pl. orvostudomány, nyelvtudomány stb.).

Az első üzletileg sikeres szakértői rendszert, az R1-et a Digital Equipment Corporation kezdte használni 1982-ben. Az R1 a rendszerek megrendelési folyamatait támogatta, és használata 1986-ra 40 millió dollár megtakarítást jelentett. A 80-as évek végétől az MI egyre inkább tudománnyá válik, és a korábbi kísérletezgetéseket felváltotta a szisztematikus, korábbi eredményekre építő kutatás és fejlesztés.

Az utóbbi idők fejlesztési iránya az intelligens ágensek, amelyek egy adott környezetben végeznek feladatot, érzékelőik segítségével érzékelik a környezeti változásokat és annak megfelelően avatkoznak be. A történeti áttekintés elsősorban arra szolgált, hogy láttassuk: hibás az a felfogás, amely az MI-t jellemzően a jövő technológiájaként azonosítja és kreatív ötleteléssel próbál gondolkodni róla. Az MI-nek – mint bemutattuk – már múltja is van, és ahogy a későbbiekben látni fogjuk, ez a technológia ma már nagyon sok megoldás mögött ott van, sokkal elterjedtebb, mint azt sokan elsőre gondolnák.

Definíció, fajtái

A történetnél fontosabb, hogy mit is értünk mesterséges intelligencia alatt, mert itt is számos különböző felfogás ütközik. A kötetben használt fogalmi keret, hogy a gép olyan feladatokat tud megoldani, amilyenekre csak egy intelligens egyed képes. Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy ez nem azt jelenti, hogy a mesterséges intelligenciával rendelkező számítógép vagy számítógép-hálózat mindenre képes, amire egy ember.

²³ TURING, A. M.: Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, New Series, Vol. 59, No. 236, Oct 1950. pp. 433–460.
<https://phil415.pbworks.com/f/TuringComputing.pdf>; letöltés: 2023.02.28.

²⁴ A mesterséges intelligencia története. *Mesterséges Intelligencia Elektronikus Almanach*.
http://project.mit.bme.hu/mi_almanach/books/aima/ch01s03; letöltés: 2021.10.06.

Amikor a jelenlegi megvalósult MI-ről beszélünk, akkor mindig az úgynevezett *szűk MI*-re gondolunk, tehát ez a számítógépes rendszernek azt a képességét jelenti, hogy az embernél hatékonyabban tud elvégezni egy szűken meghatározott feladatot.²⁵ Ezek az eszközök jellemzően egy jól definiált részterületen nyújtanak (rendszerint) jelentős segítséget a felhasználóknak, de a tervezett területtől eltérő alkalmazásra jellemzően haszontalanok. Egy önvezető hajóasszisztens például nagy segítségére lehet a nagy óceánjáró kapitányainak a kikötésben, de a kapitány szállásfoglalására alkalmatlan. Ugyanakkor egy szállás keresésére optimalizált rendszer segíthet a kapitány igényeinek legmegfelelőbb szállást megtalálni, de természetesen a kikötéshez semmilyen segítséget nem fog tudni adni.

Ezért a szűk mesterséges intelligenciát meg kell különböztetni az egyelőre csak teoretikus „erős”, más néven *általános mesterséges intelligenciától* (ÁMI).²⁶ Az ÁMI – ha megvalósul – jelentős mértékű önismerettel és önirányítással rendelkezik majd, és különböző komplex feladatokat lesz képes megoldani különböző területekről, valamint megtanul majd megoldani olyan új problémákat, amelyek még nem voltak ismertek az ÁMI készítése során.²⁷ Bostrom hármas felosztást alkalmaz: a mostani, gyenge MI mellett az ÁMI helyett az „emberi szintű” intelligencia fogalmát vezeti be, és ezt megkülönbözteti a további fejlődési foktól, a „szuper” intelligenciától. Ez szerinte már egy olyan intellektust jelent majd, amely nagymértékben meghaladja az emberi képességeket az élet minden területén.²⁸

Ahogy korábban is jeleztük, a tanulmánykötet egyrészt a jelennel és a közeljövővel foglalkozik, másrészt pedig a felforgató technológiák független vizsgálatával, ezért a várható fejlődésük mély elemzése túlmutatna a kötet keretein. A továbbiakban MI alatt mindig az úgynevezett *szűk vagy gyenge MI*-t értjük.

Az MI-t több szempontból is lehet kategorizálni. A megvalósítási módszer szerint azért érdekes, mert itt található a gépi tanulás. A *gépi tanulás*, amit gyakran tévesen szinonimaként használnak az MI-vel, annak csak egy, bár kétségtelenül a legelterjedtebb és napjainkban a legfontosabb alrendszere. Emellett vannak más MI-módszerek is, mint például a formális vagy a szimbolikus logika, ami a 80-as évek végéig uralta az MI-fejlesztéseket.²⁹ A gépi tanulás lényege, hogy a gép – ahogy az elnevezésben is benne van – magától tanul, és utána ennek megfelelően cselekszik, nem pedig a programozó által előre pontosan meghatározott lépéseket követ.

²⁵ A mesterséges intelligencia típusai. MS Azure.

<https://azure.microsoft.com/hu-hu/overview/what-is-artificial-intelligence/#types>; letöltés: 2021.10.06.

²⁶ Az angol nyelvű szakirodalomban Artificial General Intelligence (AGI).

²⁷ GUIHOT, Michael – MATTHEW, Anne – SUZOR, Nicolas: Nudging Robots: Innovative Solutions to Regulate Artificial Intelligence. *Vanderbilt Journal of Entertainment and Technology Law*, August 2017. pp. 385–456.

<https://scholarship.law.vanderbilt.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1091&context=jetlaw>;
letöltés: 2023.02.28.

²⁸ BOSTROM, Nick: *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford University Press, 2014.

²⁹ GARNELO, Marta – SHANAHAN, Murray: Reconciling deep learning with symbolic artificial intelligence: representing objects and relations. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, October 2019. pp. 17–23.

https://www.researchgate.net/publication/336180670_Reconciling_deep_learning_with_symbolic_artificial_intelligence_representing_objects_and_relations; letöltés: 2023.02.28.

Ezen a ponton érdemes kitérni az *automatizációra*, mert a korábbiaknak megfelelően ennek is két fajtája van. A hagyományos, eredeti értelmében a *robot* vagy a számítógép egy előre meghatározott cselekvéssort végez ismétlődően. Idekapcsolódik a *programozás* is, ahol a programozó a specifikációt belekódolja a szoftverbe és a rendszer utána azt hajtja végbe. A hagyományos automatizáció – ha jól működik – azt jelenti, hogy egy adott *input* szettre a rendszer mindig ugyanazt az *output* szettet adja válaszul.³⁰

A gépi tanulásnál ellenben a rendszer fejlesztői sem értik minden esetben, hogy a gép miért és miként jutott az adott megoldásra. Erre egy friss példát lehet felhozni a Google-tól.³¹ A cég azzal kísérletezik, hogy héliummal töltött léggömbök segítségével adjon internetelérést ritkán lakott területeknek. Az egyik tesztrepülésük során a ballonnak Puerto Ricóból Peruba kellett repülnie, a kutatók azonban hibát észleltek: a ballon letért az elvárt pályáról, ezért beavatkoztak és manuálisan visszarakták rá. Csak később jöttek rá, hogy mi történt. A ballon megtanult kedvezőtlen időjárási körülmények között, például szembeszélben haladni úgy, hogy egy közel ezeréves vitorlázási módszert, a „cirkálást”³² alkalmazta. A gépi tanulási alkalmazások „gondolkodásának” relatív átláthatatlansága az a terület, amely napjainkban az MI-vel kapcsolatban a legtöbb szakmai, etikai és jogi kérdést felveti. Az Európai Unióban ezért egy külön erre a célra felállított testület alkotta meg az MI-vel kapcsolatos etikai elvárásokat.³³

VÁRHATÓ TENDENCIÁK

A technológiai fejlesztések gyakorlati megvalósulásának iránya, illetve azok üteme még rövid távon is csak hozzávetőlegesen jelezhető előre, az általuk generált hosszú távú hatásokat azonban jól meg lehet határozni. A kutatás tárgyát ezért csak stratégiai szinten lehet elemezni, ami összetettsége folytán átfogó, multidiszciplináris megközelítést igényel.

A legfontosabb, jelentős változásokat generáló technológiai ágak közé tartozik az informatika, az automatizáció (mesterséges intelligencia és robotizáció), a miniatürizáció és a biotechnológia.

A jelzett technológiák nagyon gyorsan fejlődnek, mégis a konkrét fejlődésre nehéz pontos mérőszámot adni. Fontos mérföldkő volt Moore megfigyelése,³⁴ hogy az integrált áramkörök összetettsége a vizsgált időszakban (a 60-as évek első fele)

³⁰ Illetve amennyiben több kimenet is lehetséges, az összes outputmegoldás is előre definiált.

³¹ BARANIUK, Chris: How Google's balloons surprised their creator. BBC, 2021.02.24.
<https://www.bbc.com/future/article/20210222-how-googles-hot-air-balloon-surprised-its-creators>;
letöltés: 2021.10.06.

³² Vitorlázásban ismert módszer, amikor cirkálással (kb. 45 fok) halad a hajó széllel szemben, *kreuzolásnak* is nevezik.

³³ High-Level Expert Group on Artificial Intelligence: The Assessment List For Trustworthy Artificial Intelligence (ALTAI) for self assessment. European Union, 2020.
https://airegio.ems-carsa.com/nfs/programme_5/call_3/call_preparation/ALTAI_final.pdf;
letöltés: 2023.02.28.

³⁴ MOORE, Gordon E.: Cramming more components onto integrated circuits. Electronics, Volume 38, Number 8, April 19, 1965. pp. 114–117.
<https://archive.computerhistory.org/resources/access/text/2017/03/102770822-05-01-acc.pdf>;
letöltés: 2023.02.28.

körülbelül évente megduplázódik. Ezt a számítást később, 1975-ben kétévenkénti megduplázásra pontosította,³⁵ mégis a legtöbben 18 havi duplázásként hivatkoznak a törvényre.³⁶ A fejlődés pontos mértéke talán kevésbé érdekes információ, ami viszont lényeges, hogy annak üteme sokkal inkább exponenciális, mint lineáris.³⁷ Bár vannak, akik szerint Moore törvénye mostanra már „halott”, legalábbis ami az IT-alkatrészek árát érinti, ugyanakkor a fejlődés üteme szerintük sem áll meg.³⁸ Napjaink egyik híres kutatója, Kurzweil ennél sokkal gyorsabb fejlődést vizionál: a technológiatörténeti elemzése azt mutatja, hogy a technológiai változás exponenciális, ellentétben a józan ésszel, az „intuitív lineáris” szemlélettel. Tehát nem 100 évnyi fejlődést fogunk tapasztalni a 21. században – ez inkább 20 ezer évnyi fejlődés lesz. Még az exponenciális növekedés ütemében is exponenciális növekedés tapasztalható.³⁹

A fejlődés tehát exponenciális görbe mentén halad, amit a következő tényezők jellemeznek:

- digitalizáció: jelentősen megkönnyíti a folyamat tárgyának feldolgozását;
- félrevezetés: a folyamat elején nem látszik az exponenciális fejlődés mértéke;
- felforgatás: az új technológia alapjaiban változtatja meg a környezetét;
- demonetizáció: a technológia elterjedésével csökken a hozzá kapcsolódó költség;
- dematerializáció: a folyamat fizikai megjelenést igénylő elemeinek aránya csökken;
- demokratizáció: a folyamat elérhetővé válik a széles tömegek számára.⁴⁰

A különböző technológiák természetesen ritkán jelennek meg vegytisztán külön, általában egymásra hatnak. Elsősorban a hardveres fejlesztésekre igaz, hogy valamilyen „okos” IT-megoldás ott van a háttérben, fordítva ez nem feltétlenül van így. Ugyanígy a határok is gyakran elmosódnak két terület között (pl. biotechnológia és miniatürizáció, vagy az MI és a robotizáció viszonylatában), és közben az adott területek is gyorsan fejlődnek, új leágazások jönnek létre, ezért rendkívül nehéz (és jelen kötet keretein belül lehetetlen is) egy átfogó viszonyrendszert létrehozni.

³⁵ MOORE, Gordon E.: Progress In Digital Integrated Electronics. IEEE International Electron Devices Meeting, 1975. pp. 11–13.

https://www.eng.auburn.edu/~agrawvd/COURSE/E7770_Spr07/READ/Gordon_Moore_1975_Speech.pdf; letöltés: 2023.02.28.

³⁶ SCHALLER, Robert R.: Moore's law: past, present and future. IEEE Spectrum, vol. 34, no. 6, June 1997. pp. 52–59.

³⁷ BRYNJOLFSSON, Erik – MCAFEE, Andrew: The second machine age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies.

³⁸ PEZZONE, Jimmy: Nvidia's Jensen Huang once again claims Moore's Law is dead. TechSpot, 2022.09.24.

<https://www.techspot.com/news/96094-nvidia-jensen-huang-once-again-claims-moore-law.html>;

letöltés: 2023.02.28.

³⁹ KURZWEIL, Ray: The Law of Accelerating Returns. Kurzweil Library, 2001.03.07.

<https://www.kurzweilai.net/the-law-of-accelerating-returns>; letöltés: 2023.02.28.

⁴⁰ DIAMANDIS, Peter H. – KOTLER, Steven: The Future is Faster Than You Think: How Converging Technologies Are Transforming Business, Industries and Our Lives. Simon & Schuster, New York, 2020.

Amit viszont fontos kiemelni: a különböző felforgató technológiák integrációja rendkívül erős szinergiákat rejthet magában, példa erre az MI és az IOT integrációja.⁴¹ Ez a szinergiahatás tovább gyorsítja az amúgy is exponenciális mértékű technikai fejlődést.

Ugyanakkor a fent leírt lehetőségek nem mindig valósulnak meg gyorsan, egyes esetekben a fejlődés lassabb. Arra is van példa, hogy egy jelentős időszak kimarad, mint például az elektromos autó esetében, hiszen itt gyakorlatilag egy százéves szünet következett az első prototípusok után.⁴² A tudományosan lehetségesnél lassabb fejlődésnek általában két oka van: vagy egy másik kapcsolódó műszaki területen van egy olyan szűk keresztmetszet, ami hátráltja a fejlődést, vagy a gazdasági, a jogi, a társadalmi stb. környezet (esetünkben a függő változók) hatnak negatívan a fejlődésre.

A drónok esetében például mindkettőre láthatunk példát. Közel húsz éve még sokan az égbolt gyors meghódítását vizionálták, de napjainkra világos lett, hogy az iparági technológiai gyors megoldások ellenére az igazi áttörés várat magára, és a fejlődés is várhatóan lassabb lesz, mint sokan gondolták. Az egyik ok a sok más iparágat (járműipar, alternatív erőművek stb.) hátráltató energiatárolási problémák voltak, a drónok hatótávolsága, teherbíró képessége a legtöbb esetben egyszerűen nem volt elég a komoly üzleti modell megvalósításához. Ezzel összhangban a jogi szabályozás jellemzően jelentősen lemaradt, nem kis részben azért, mert a döntéshozóknak és a közvéleménynek először is meg kellett érteniük a technológiát ahhoz, hogy a szabályozási kereteket kialakíthassák.⁴³

Az látható tehát, hogy az emberiség életét megkönnyíteni hivatott új innovatív eszközök, megoldások elterjedését sokszor pontosan az ember hátráltatja azzal, hogy az emberiség egyre nehezebben érti meg az új megoldások lényegét, illetve egyre lassabban képes felmérni azok előnyeit és hátrányait. Az emberiség és a technika jövőjével kapcsolatban egyaránt találkozhatunk negatív⁴⁴ és pozitív próféciaikkal,⁴⁵ bár a fejlődés várható gyors üteme önmagában is elég riasztó lehet sokak számára. A legnagyobb érdeklődéssel követett kapcsolódó terület – más fontos témaköröket sokszor érdemtelenül háttérbe szorítva – a munka világa. Itt is két irány van, a közgazdászok, szakemberek egy csoportja szerint az emberi munkára való igény, az egyensúly megmarad a fejlődés mellett is, míg mások szerint, követve Keynes közel százéves jóvondolását,⁴⁶ akár már rövid távon is nagyfokú átalakulások jönnek a munkaerőpiacon és tömegek veszíthetik el az állásukat.

⁴¹ TZAFESTAS, Spyros G.: Synergy of IoT and AI in Modern Society: The Robotics and Automation Case. *Robotics and Automation Engineering Journal*, September 2018. <https://juniperpublishers.com/raej/pdf/RAEJ.MS.ID.555621.pdf>; letöltés: 2023.02.28.

⁴² LENTING, Steef: After more than 100 years: Electric cars are on the rise again. *Vattenfall*, 2022.09.12. <https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2022/after-more-than-100-years-electric-cars-are-on-the-rise-again>; letöltés: 2023.02.28.

⁴³ LENTING, Steef: After more than 100 years: Electric cars are on the rise again.

⁴⁴ HARARI, Yuval Noah: *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow*. Harvill Secker, London, 2016.

⁴⁵ KURZWEIL, Ray: *The Law of Accelerating Returns*.

⁴⁶ KEYNES, John Maynard: *Economic Possibilities for our Grandchildren*. 1930. <http://www.econ.yale.edu/smith/econ116a/keynes1.pdf>; letöltés: 2023.06.26.

Ugyanakkor szinte biztosra vehetjük, hogy bárkinek is van igaza, jelentős lassulásra nem számíthatunk a területen, mivel számottevő gazdasági előnyökkel jár az MI-technológia fejlődése. A PWC elemzése szerint 2030-ban az MI által generált hozzájárulás a világgazdasághoz 14%-os GDP növekedéssel (2016-os bázison) 15,7 ezer milliárd dollár lehet, ez annyi, mint a 2016-os kínai és indiai GDP együttesen.⁴⁷

A technológia távoli jövőjével kapcsolatos bizonytalanságok és a már rövid távon is nagy horderejű gazdasági, társadalmi és biztonságpolitikai változások miatt is fordul ez a tanulmánykötet a közeljövő felé, azokra a felforgató technológiákra és megoldásokra koncentrálunk, azok hatásait elemezzük, amelyek már ma is használatban vannak, illetve amelyek már legalább prototípusszinten igazoltan léteznek, és bevezetésük pár éven belül tervezett.

TÉMAKÖRÖK

A kutatási témák meghatározásakor arra törekedtünk, hogy átfogó képet kapjunk a különböző tudományterületeken várható fejlődési irányokról, valamint lehetőségünk legyen azok egymásra hatásának vizsgálatára. A kutatás során a következő témákat dolgoztuk fel:

A mesterséges intelligencia és egyéb felforgató technológiák elterjedéséből adódó kockázatok vizsgálata, azok kezelésének lehetőségei

A részkutatás célja, hogy kidolgozzon és az empirikus eredményekre építve validáljon egy olyan egységes kockázatelemzési és megelőzési keretrendszert, amely akár adott területek mentén, akár integráltan képes releváns (várható) kockázatok beazonosítására, valamint a rendelkezésre álló megelőzési lehetőségek közül a legelőnyösebb kombinációra vonatkozó javaslatok kidolgozására. A kutatás fontos eleme a többi empirikus tématerület eredményeivel történő összehangolás, az ott felmerülő specifikus kockázatok taxonómiai vizsgálata, illetve a megelőzési lehetőségek különböző dimenziók (technikai, regulációs, szervezeti, oktatási, társadalmi stb.) mentén történő értelmezése. A kutatás során az integrációt az ökoszisztéma-alapú megközelítéssel kívánjuk megvalósítani.

Mesterséges intelligencia okosvárosokban digitális iker alkalmazásával

A részkutatás célja, hogy megvizsgálja a mesterséges intelligencia elterjedésének hatásait a modern városok adminisztratív és gazdasági közösségeiben. Feltételezhető, hogy a közszolgáltatások digitalizációja révén az önkormányzatok hatékonyabb és növelt minőségű szolgáltatást tudnak nyújtani a lakosság és a vállalkozások felé egyaránt. Ez egyrészt csökkenti a lakosság és a vállalkozások adminisztratív terheit, másrészt az önkormányzatokkal is gyorsabb, kényelmesebb és költségtakarékosabb

⁴⁷ Sizing the Prize. What's the Real Value of AI for Your Business and How Can You Capitalise? PwC, 2020. <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>; letöltés: 2023.02.28.

együttműködést jelent. A fejlett digitális technológiák – és különösen a mesterséges intelligencia alkalmazása – a döntéshozatalt is hatékonyan tudják szolgálni, mert valós időben tudnak adatalapú előrejelzéseket és szimulált forgatókönyveket nyújtani, illetve nagyobb mértékű automatizálást tesznek lehetővé. Ennek egyik megjelenési formája lesz az egészségügy digitalizálásában az, hogy a „digitális iker” és a „federated learning” (szervezetten megosztott gépi tanulás) megoldásokkal az adatfeldolgozás hatékonysága növelhető, biztonsági kockázata pedig érdemben csökkenthető.

A mesterséges intelligencia egészségügyre gyakorolt hatásai jogi, etikai és gazdasági szempontból

A részkutatás célja a mesterséges intelligencia elterjedése következményeinek felmérése az egészségügy területén. A kutatás során vizsgáljuk az orvosi technika (HealthTech, MedTech), a gyógyászati technológia és az orvosi segédeszközök fejlődésének hatásait, külön figyelmet fordítva a társadalmi és a jogszabályi környezetben megjelenő hatásokra.

Hogyan lehet releváns ismeretek oktatásával felkészíteni a jövő nemzedéket a turbulensen változó környezetre?

A részkutatás célja, hogy feltérképezze a gyakorló pedagógusok és a felsőoktatásban tanuló hallgatók attitűdjeit az MI oktatástechnikai alkalmazásával kapcsolatban, és feltárja, hogy mely csoportok milyen narratívákat építenek fel e téren a jövőre vonatkozóan. A Congressional Research Service 2018-as jelentésében négy fő területet jelöl meg, amelyeken az MI-technológiák az oktatás szolgálatába állhatnak: intelligens tutoráló rendszerek révén a tanulás megkönnyítése, személyre szabott, egyéni tanulási utak kialakítása és nyomon követése, vizsgáztatás finomhangolt nehézségi fokozatokon, valamint különböző tanári feladatok automatizálása. Mindezen perspektívák miatt a hagyományos pedagógiai folyamatok és a legalább részben automatizálható pedagógiai munka metszetében egy, a jövő oktatásáról folyó izgalmas diskurzus áll.

Felforgató technológiák az energiaiparban

A részkutatás célja, hogy feltárja a felforgató technológiák megjelenésének hatásait az energiaipar, a fenntartható fejlődés, továbbá ezek társadalmi és döntéshozói feltételei vonatkozásában. Az energiaipar bizonyos szempontból lassúnak és statikusnak tekinthető, mivel a klasszikus energiaforrásokra épülő energiatermelés hosszú időtávon térül meg, az erőművek fejlesztése drága, és a már beépített technológiát – az adott erőműben – újra cserélni pénzügyileg ritkán kifizetődő. Ugyanakkor a javuló energiahatékonyság ellenére növekvő energiaéhség szükségessé teszi az energiatermelő kapacitások bővítését, valamint az iparági-technológiai fejlesztéseket. Fontos, hogy ezek a törekvések a széles értelemben vett természet igényeit figyelembe véve, a társadalom fenntartható fejlődése mellett valósuljanak meg, amihez szükség van a döntéshozók jövőorientáltságának fejlesztésére, valamint a széles érintetti kör bevonására a jövőről való diskurzusba.

A fejlődő technológiák hatása a munka világára

A részkutatás célja, hogy meghatározza, milyen változásokat generál a technológiai fejlődés a következő években a munkavégzés és az emberi erőforrások kezelése területén. A most kibontakozó technológiai korszak jelentősége meghaladja a korábbi ipari forradalmakét, sőt, bizonyos szempontból több évszázados korszakot zár le, amelynek a feldolgozása évtizedeket vehet igénybe a társadalmak számára. Az ugrásszerű változást az infrastruktúra (adatkörnyezet) robbanásszerű fejlődése generálja, mert ez lehetővé teszi a közös gazdálkodást a Föld erőforrásaival, az összes emberi tevékenység nyilvántartását és ellenőrzését anélkül, hogy az ellenőrzési apparátus agyonnyomná a társadalmakat, ahogy ez történt az előző korokban. Az infrastruktúrának alárendelten megszűnik a fizikai rutinmunka kényszere, és ez teljessé teszi az automatizálást. A jelenleg is zajló technológiai fejlődés meghatározza a foglalkoztatáspolitikát is, hiszen a műszaki előrelépés során mindig tekintettel kell lenni a társadalom alkalmazkodóképességére az új technológiához.

Az emberi munkaerő termelésből történő kikerülésének a hatásai

A részkutatás célja, hogy meghatározza a termelés és a szolgáltatások területén tapasztalható automatizáció hatásait technológiai, jogi, etikai és társadalmi szempontból. Az automatizáció fejlődésével növekvő számban jelennek meg és terjednek a humán erőforrás részleges vagy teljes kiváltására alkalmas, mesterséges intelligencia által vezérelt gépek, amelyek a közeljövő valamennyi iparágát, társadalmi-gazdasági szerveződését alakíthatják. Empirikus kutatások hangsúlyozzák, hogy a robotizáció széles körű terjedésének kulcsa jelentős részben a társadalom alkalmazkodóképességének erősítése, amelyhez a technológia elfogadását befolyásoló (gátló és erősítő) tényezők azonosítása szükséges. A kutatási cél megvalósításához szekvenciális, hibrid (kvalitatív és kvantitatív) adatfelvételi és elemzési módszereken alapuló kutatás lefolytatását tartjuk szükségesnek.

Az automatizáció hatása a pénzügyekben – pénzügyi rendszerek biztonsága – algoritmikus kereskedelem

A részkutatás célja, hogy kimutassa a digitalizáció és az automatizáció elterjedésének a hatását a pénzügyi szektorra, kitérve a kérdés biztonsági aspektusaira is. Jelenleg a pénzügyi szektor az automatizáció korszakában jár, amely olyan megoldásokhoz kapcsolódhat, mint a profilozás és az élethelyzethez kötött bankolás. Ezeket a kapcsolatokat statisztikai módszerekkel szükséges kutatni és a felhasználók bankolási szokásait elemezni. A pénzügyi szektornak fel kell készülnie újonnan megjelenő valós kockázatok kezelésére (például a Gamestop vagy az Archegos Capital esete). Az intézményeket érintő kockázatok mellett kutatni kell az egyén veszélyeztetettségét is, ahol adathalásztól kezdve a mobiltelefonokat érintő kockázatokig az egész folyamatot elemezni kell.

Hogyan hat a digitális átalakulás a kereskedelemre?

A részkutatás célja, hogy rámutasson a digitalizáció, az automatizáció, a robotizáció és egyéb Ipar 4.0 folyamatok kereskedelemre gyakorolt hatásaira. Az automatizáció hatása kapcsán felemerülő kereskedelemre vonatkozó előrejelzések főként négy stilizált tény köré csoportosíthatók. Elsőként, hogy az automatizáció térnyerése átalakítja a globális termelést. A nagyobb gyártási kapacitások következtében nő a kínálat, ami csökkenti a piaci árat. A csökkent ár miatt megnő a felvevőpiacok száma, így növekszik a világkereskedelem volumene. Másodikként, hogy a digitalizáció és az automatizáció fokozza a nemzetközi értékláncok kialakulását, ezért a kormányok közötti intenzívebb együttműködések előtérbe kerülnek. Harmadikként, hogy az értékfolyamatok felgyorsulnak, így több adatra, hatékonyabb szervezésre lesz szükség. Ebben a kérdésben a gyorsabb döntés, termelés, szállítás kulcsfontosságú. Negyedikként, hogy a robotizáció átalakítja a munkafolyamatokat, így a kiesők átképzésének előkészítése prioritássá válik.

Az emberi és a gépi hálózatok, illetve azok tagjai közötti együttműködések változásának a kérdése az MI és egyéb technológiák által

A kutatás vizsgálja, hogy az MI és egyéb technológiák, de különösen a robotizáció milyen hatásokat vált ki magára a munkára, a munka körülményeire (munkavégzés helye, ideje), a munkavégzésben érintettekre, így a munkavállalókra, a munkáltatókra, valamint a munka végeredményének a fogyasztóira. A kutatás kiemelt fókuszja az érintettek közötti együttműködések változásának a kérdése az MI és egyéb technológiák által. A kutatások azt mutatják, hogy a kognitív képességekkel rendelkező szoftverrobotok területén inkább valósul meg az együttműködés és a kollaboratív robotok megjelenése, mint a „munkavégzésért való versengés” a humán munkavállalók és a robotok között. Kérdés azonban, hogy ez az együttműködés milyen új képességeket, tudást igényel a (humán és gépi) munkavállalóktól, hol és hogyan lehet ezeket elsajátítani az emberek esetén. Az MI-technológiák képességekben egyre emberszerűbbé teszik a robotokat, de kérdés, hogy ennek a fejlődésnek hol vannak a határai középtávon, mikor fog stabilizálódni a piac, és ehhez a fejlődéshez hogyan tud alkalmazkodni a többi érintett (pl. belső és külső ügyfelek). Egy más típusú, de szintén izgalmas kérdés, hogy a szoftverrobotok alkalmazása a jövő szervezeteinél számos jogi, felelősségi, szervezeti és folyamatellenőrzési kérdést felvet, így például ki felelős a hibákért, milyen jogosultságai vannak egy robotnak és ez hogyan viszonyul az emberekéhez, okozhatnak-e az ilyen típusú egyenlőtlenségek problémákat a szervezeti működésben.

A mesterséges intelligencia közösségi médiában történő alkalmazásának társadalmi és politikai következményei

A részkutatás célja annak bemutatása, hogy a mesterséges intelligencia elterjedése milyen hatást gyakorol a társadalmak befolyásolásának képességére. Az új technológiák adta módszerek alkalmasak a korábbinál jelentősen hatékonyabban befolyásolni a szavazói véleményeket, illetve a nagy tömegű adat pontos feldolgozása következtében a korábbinál pontosabb előrejelzésre, ebből adódóan a hatékony politikai és kommunikációs stratégia kidolgozására. A technológiai óriások olyan változásokat képesek globális szinten generálni a társadalmakban, amelyekre korábban legfeljebb államoknak volt lehetősége.

Ezeket a képességeket a technológiai óriások egyrészt szolgáltatásként nyújthatják a politikai és a gazdasági alapon szerveződő ügyfelek számára, másrészt a saját érdekeik érvényesítésére is alkalmazhatják azokat. Az ilyen szintű beavatkozás képessége következtében az államoknak nem pusztán globális gazdasági szereplőkként, sokkal inkább egyenrangú felekként, sokszor vetélytársakként kell tekinteniük a nagy technológiai vállalatokra. Az új helyzet kezeléséhez elengedhetetlen a megfelelő jogi környezet és szabályozás megalkotása, ez azonban csak akkor lehetséges, ha megértjük a változások természetét és informatikai hátterét is. Ehhez ötvöznünk kell a jog eszköztárát, az informatikai technológiai megoldásokat és a társadalomtudományoknak a jelzett hatások vizsgálatában elért eredményeit.

Az MI-rendszerek ellenőrzése, felügyelete és monitorozása

A részkutatás célja annak vizsgálata, hogy milyen – a hagyományostól eltérő – módszerekkel lehet hatékony ellenőrzés és szabályozás alatt tartani a rohamosan fejlődő technológiákat. Az Európa Tanácsban, az EU szervezetrendszerében már évek óta zajlik az a munka, amelynek célja, hogy a közösség szilárd etikai elveken nyugvó, összehangolt, harmonizált választ adjon az MI által támasztott társadalmi kihívásokra. Ennek körében a jogalkotásra és a jogalkalmazásra különleges felelősség hárul. Úgy kell biztosítani az MI-kutatás területén a minél szabadabb alkotásra ösztönző, piaci eredményeket hozó, versenyképességet fokozó gazdasági környezetet, hogy eközben fenn lehessen tartani az európai kulturális, jogi és politikai örökség progresszív jogállami értékeit. A termelő és a szolgáltató piaci szektorok mellett a szabályozó, szervező és végrehajtó feladatokat ellátó állami szervek szemléletében és gyakorlatában is tekintettel kell lenni az MI-fejlesztés eredményeire, alkalmazásaira és az ezzel járó kockázatokra. Ennek adekvát szabályozási környezetét széles körű nemzetközi konszenzussal kell kialakítani.

A mesterségesintelligencia-alapú hidegháború etikai háttere

Az MI katonai alkalmazásának egyik kulcskérdése, hogy hogyan kezelheti egy döntéshozó a technológia etikai kérdéseit. A részkutatás fő célja, hogy összegezze és elhelyezze az MI-etikában felmerülő kérdéseket a nemzetközi erőérvényesítési küzdelemben. Ebből következő másik cél: rendszerezni a problémaköröket egy nemzeti vagy nemzetközi szintű stratégiai döntés-előkészítés számára, és amennyiben lehet, hozzájárulni, hogy a lehető legkevésbé rossz forgatókönyv váljon valóra.

Milyen kihívásokat jelent az új technológiák elterjedése a jogalkalmazás területén?

A részkutatás célja, hogy meghatározza, milyen feladatok és lehetőségek jelennek meg az új technológiák elterjedésével a rendvédelem, a bűncselekmények felderítése, nyomozása és a bűnmegelőzés területén.

Milyen hatással van az új technológiák elterjedése a jelenleg elfogadott biztonságpolitikai elméletekre?

A rész kutatás a rendelkezésre álló hazai és nemzetközi tapasztalatok szintetizálása és a szakirodalom feldolgozása alapján arra a kérdésre keresi a választ, hogy az MI és egyéb felforgató technológiák elterjedése hogyan hat a realista biztonságelméletek két fontos koncepciójára: az elrettentés elméletére és a biztonsági dilemmára. A kérdés átfogó megválaszolása érdekében a kutatás három nagyobb tartalmi egységre és ezeken belül különböző potenciális kutatási irányokra osztható az alábbiak szerint: Hogyan változnak meg a döntéshozatali folyamatok és a racionálisaktor-modell az új technológiák és döntéstámogatási rendszerek hatására? Hogyan változik meg a támadó-védő egyensúly az új technológiák hatására? Hogyan alakul át a fegyverkezési verseny és a konfliktusok eskalációs dinamikája az új technológiák hatására?

Milyen lehetőségeket hoz az új technológiák elterjedése a felderítés számára?

Az MI felhasználásával a hírszerzés valamennyi önálló ága és az elemzés-értékelés tevékenysége is megújul. A virtuális HUMINT-rendszerek⁴⁸ lehetővé teszik az internetes fedőprofilok automatikus kidolgozását, amivel hozzáférést biztosítanak zárt felhasználói csoportokhoz. A SIGINT⁴⁹ számára lehetővé válik a beszerzett nagy mennyiségű adat automatikus feldolgozása és elemzése. Az OSINT⁵⁰ képessé válik az interneten fellelhető információk tömeges gyűjtésére, rendszerezésére, előértékelésére, elosztórendszereken történő fordítására. Az IMINT⁵¹/GEOINT⁵² a műholdak, a felderítő-repülőgépek, a megfigyelő kamerák stb. felvételeinek tömeges feldolgozásával és a térinformatikai adatok gyors megjelenítésével növeli hatékonyságát. A CYBINT⁵³ a rejtjelkulcsok gyors megfejtése, biztonsági rések automatizált felderítése, a célhálózatok gyors és automatizált felderítése, a releváns információk kigyűjtése és feltűnés nélküli továbbítása révén növeli képességeit. A MASINT⁵⁴ képességei gyorsabbá és pontosabbá válnak a haditechnikai eszközök fizikai jellemzők alapján történő azonosítása gépi látással, illetve hőkibocsátásuk, a keltett rezgések stb. alapján, kémiai, biológiai, radiológiai és nukleáris lábnyomuk azonosítása területén.

Milyen változásokat generál az új technológiák elterjedése az elhárítás számára?

A rész kutatás célja annak meghatározása, hogy az MI elterjedése milyen kihívásokat és lehetőségeket jelent az állam és a haderő védelmi feladatainak megvalósításában. A kérdés három téma köré csoportosítható. Az MI-alapú *adatmenedzsment* foglalkozik a strukturált és a strukturálatlan adatbázisok kezelése, karbantartása, a félautomatikus adatfeldolgozás és -kinyerés, a dokumentumok

⁴⁸ Emberi hírszerzés.

⁴⁹ Rádióelektronikai hírszerzés.

⁵⁰ Nyílt forrású hírszerzés.

⁵¹ Képi hírszerzés.

⁵² Térinformatikai hírszerzés.

⁵³ Kiberhírszerzés.

⁵⁴ Mérés és jelmeghatározó hírszerzés.

kategorizálása, címkézése és annotálása, az intelligens iratkezelés, a feladatautomatizálás, a prediktív karbantartás és az intelligens asszisztensek alkalmazása részfeladataival. Az *adatgyűjtő rendszer* felelős az automatizált és komplex profilgyártás, a „bot” alkalmazása (online csoportok, fórumok monitorozása), az automatizált adatgyűjtés, a komplex és egységes lekérdezőrendszer és az intelligens hírválogató és tájékoztató szoftver működtetéséért. Az *elemző-értékelő rendszer* végzi a feladatok előzetes értékelését, priorizálását, a gépi tanuló algoritmusok segítségével rejtett összefüggések, minták és (logikai) kapcsolatok feltárását, valamint egyéb feladatok végrehajtását.

ÖSSZEGRZÉS

A jelen kutatás bizonyos tekintetben szembemegy az elfogadott kutatói magatartással. A legtöbb kutató arra törekszik, hogy egy szűk, jól körülhatárolható területen hozzon létre új kutatási eredményt az adott terület teljes körű kivizsgálásával. Ez a kutatás éppen ellenkezőleg, a legátfogóbb módon igyekszik a várható általános változások leírására. Ebből adódóan a kutatásnak nem célja, hogy minden területen részletes válaszokat találjon, sokkal inkább arra törekszik, hogy segítsen feltenni a megfelelő kérdéseket.

A kérdést ezért csak stratégiai szinten lehet elemezni, ami összetettsége folytán átfogó, multidiszciplináris megközelítést követel. A munka nem a szerzők vágyainak kivetítése a jövő alakulására, hanem a jövő alakulásának előrejelzésére tett tényeken és tudományos vizsgálatokon nyugvó megalapozott kísérlet.

A szerzők bíznak abban, hogy a kutatás eredményeként létrejön egy olyan tudományosan megalapozott bázis, amelyre építve a különböző szakterületek további kutatásainak eredményeként hatásos válaszok szülehetnek az előttünk álló turbulens időszak kihívásaira.

IRODALOMJEGYZÉK

3D printing. Merriam-Webster.

<https://www.merriam-webster.com/dictionary/3D%20printing>; letöltés: 2021.10.06.

A mesterséges intelligencia típusai. MS Azure.

<https://azure.microsoft.com/hu-hu/overview/what-is-artificial-intelligence/#types>; letöltés: 2021.10.06.

A mesterséges intelligencia története. Mesterséges Intelligencia Elektronikus Almanach.

http://project.mit.bme.hu/mi_almanach/books/aima/ch01s03; letöltés: 2021.10.06.

Artificial Intelligence. Britannica.

<https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>; letöltés: 2021.10.06.

Automation. Cambridge Dictionary.

<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/automation>; letöltés: 2021.10.06.

BARANIUK, Chris: How Google's balloons surprised their creator. BBC, 2021.02.24.

<https://www.bbc.com/future/article/20210222-how-googles-hot-air-balloon-surprised-its-creators>; letöltés: 2021.10.06.

BARLOW, Mike: Big Data Culture Gap: Technology Advancing More Quickly Than People and Processes. Radar, 2013.09.16.

<http://radar.oreilly.com/2013/09/big-data-culture-gap-technology-advancing-more-quickly-than-people-and-processes.html>; letöltés: 2023.02.28.

Big Data. Merriam-Webster.

<https://www.merriam-webster.com/dictionary/big%20data>; letöltés: 2021.10.06.

Biological Intelligence. APA Dictionary of Psychology.

<https://dictionary.apa.org/biological-intelligence>; letöltés: 2021.10.06.

BOSTROM, Nick: Superintelligence: Paths, dangers, strategies.

Oxford University Press, 2014.

BRYNJOLFSSON, Erik – MCAFEE, Andrew: The second machine age:

Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies.

W. W. Norton & Company, New York, 2016.

DIAMANDIS, Peter H. – KOTLER, Steven: The Future is Faster Than You Think:

How Converging Technologies Are Transforming Business, Industries and Our Lives.

Simon & Schuster, New York, 2020.

DIAMANDIS, Peter H.: The six DS of exponentials. Diamandis, 2020.10.28.

<https://www.diamandis.com/blog/6-ds-exponentials>; letöltés: 2021.10.06.

Digitalization. Cambridge Dictionary.

<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/digitalize?q=digitalization>;

letöltés: 2021.10.06.

Disruptive Technology. Cambridge Dictionary.

<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/disruptive-technology>;

etöltés: 2021.10.06.

DREXLER, K. Eric: Nanotechnology: From Feynman to Funding. Bulletin of Science,

Technology & Society, Volume 24 Issue 1, February 2004. pp. 21–27.

GARNELO, Marta – SHANAHAN, Murray: Reconciling deep learning with symbolic artificial intelligence: representing objects and relations.

Current Opinion in Behavioral Sciences, October 2019. pp. 17–23.

https://www.researchgate.net/publication/336180670_Reconciling_deep_learning_with_symbolic_artificial_intelligence_representing_objects_and_relations; letöltés: 2023.02.28.

GUIHOT, Michael – MATTHEW, Anne – SUZOR, Nicolas: Nudging Robots: Innovative

Solutions to Regulate Artificial Intelligence. Vanderbilt Journal of Entertainment and

Technology Law, August 2017. pp. 385–456.

<https://scholarship.law.vanderbilt.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1091&context=jetlaw>;

letöltés: 2023.02.28.

HARARI, Yuval Noah: Homo Deus: A Brief History of Tomorrow.

Harvill Secker, London, 2016.

High-Level Expert Group on Artificial Intelligence: The Assessment List For Trustworthy Artificial Intelligence (ALTAI) for self assessment. European Union, 2020.

https://airegio.ems-carsa.com/nfs/programme_5/call_3/call_preparation/ALTAI_final.pdf;

letöltés: 2023.02.28.

Information Technology. Merriam-Webster.

<https://www.merriam-webster.com/dictionary/information%20technology>;

letöltés: 2021.10.06.

Integrált rendszer. Egészségtudományi fogalomtár.

https://fogalomtar.aeek.hu/index.php/Integr%C3%A1lt_rendszer; letöltés: 2021.10.06.

KEYNES, John Maynard: Economic Possibilities for our Grandchildren. 1930.

<http://www.econ.yale.edu/smith/econ116a/keynes1.pdf>; letöltés: 2023.02.26.

KURZWEIL, Ray: The Law of Accelerating Returns. Kurzweil Library, 2001.03.07.

<https://www.kurzweilai.net/the-law-of-accelerating-returns>; letöltés: 2023.02.28.

LENTING, Steef: After more than 100 years: Electric cars are on the rise again.

Vattenfall, 2022.09.12.

<https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2022/after-more-than-100-years-electric-cars-are-on-the-rise-again>; letöltés: 2023.02.28.

TURING, A. M.: Computing Machinery and Intelligence.

Mind, New Series, Vol. 59, No. 236, Oct 1950. pp. 433–460.

<https://phil415.pbworks.com/f/TuringComputing.pdf>; letöltés: 2023.02.28.

MITCHELL, Tom M.: Machine Learning. McGraw Hill, New York, 1997.

<https://www.cin.ufpe.br/~cavmj/Machine%20-%20Learning%20-%20Tom%20Mitchell.pdf>;

letöltés: 2021.10.04.

MOORE, Gordon E.: Cramming more components onto integrated circuits.

Electronics, Volume 38, Number 8, April 19, 1965. pp. 114–117.

<https://archive.computerhistory.org/resources/access/text/2017/03/102770822-05-01-acc.pdf>;

letöltés: 2023.02.28.

MOORE, Gordon E.: Progress In Digital Integrated Electronics. IEEE International Electron Devices Meeting, 1975. pp. 11–13.

https://www.eng.auburn.edu/~agrawvd/COURSE/E7770_Spr07/READ/Gordon_Moore_1975_Speech.pdf; letöltés: 2023.02.28.

NAGY Eszter: Az intelligencia fogalma és meghatározásai.

<https://pszichologia.szeszterke.ro/az-intelligencia-fogalma-es-meghatarozasai-3/>;

letöltés: 2021.10.06.

OECD Factbook, 2013.

<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/factbook-2013-63-en.pdf?expires=1625122841&id=id&accname=guest&checksum=A9BD014C05E10DBE96F47D1DC90B5749>;

letöltés: 2021.10.06.

PEZZONE, Jimmy: Nvidia's Jensen Huang once again claims Moore's Law is dead.

TechSpot, 2022.09.24.

<https://www.techspot.com/news/96094-nvidia-jensen-huang-once-again-claims-moore-law.html>; letöltés: 2023.02.28.

Robot Technology. Britannica.

<https://www.britannica.com/technology/robot-technology>; letöltés: 2021.10.06.

Robotics. Britannica.

<https://www.britannica.com/technology/robotics>; letöltés: 2021.10.06.

SCHALLER, Robert R.: Moore's law: past, present and future. IEEE Spectrum, vol. 34, no. 6, June 1997. pp. 52–59.

SHARMA, Ashwani – SINGH, Bikram Jit: Evolution of Industrial Revolutions: A Review. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), September 2020. pp. 66–73.
https://www.researchgate.net/publication/344366036_Evolution_of_Industrial_Revolutions_A_Review; letöltés: 2023.02.28.

Sizing the Prize. What's the Real Value of AI for Your Business and How Can You Capitalise? PwC, 2020.
<https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>; letöltés: 2023.02.28.

SMIT, Jan – KREUTZER, Stephan – MOELLER, Carolin – CARLBERG, Malin: Industry 4.0. Policy Department A: Economic and Scientific Policy. European Parliament, Brüsszel, 2016.
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf); letöltés: 2021.10.06.

SMITH, Tim: Disruptive Technology. Investopedia, 2020.03.21.
<https://www.investopedia.com/terms/d/disruptive-technology.asp>; letöltés: 2021.10.06.

Technológia. Idegen szavak gyűjteménye.
<https://idegen-szavak.hu/keres/technol%C3%B3gia>; letöltés: 2021.10.06.

TZAFESTAS, Spyros G.: Synergy of IoT and AI in Modern Society: The Robotics and Automation Case. Robotics and Automation Engineering Journal, September 2018.
<https://juniperpublishers.com/raej/pdf/RAEJ.MS.ID.555621.pdf>; letöltés: 2023.02.28.

CSÁKI CSABA
**A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA
ELTERJEDÉSÉBŐL ADÓDÓ KOCKÁZATOK
SZISZTEMATIKUS VIZSGÁLATA**

Bevezetés

Jelen kutatás a mesterséges intelligencia (MI) úgynevezett keskeny (*narrow* – magyarul „gyenge”, „szűk” vagy „speciális”) formájára fókuszál, ahol a mesterséges keskeny intelligencia (MKI) kifejezés a speciális céllal készült, adatvezérelt, modellalapú intelligens rendszereket jelenti, amelyek jellemzően „*data science*” megközelítésben, gépi tanulási módszerekre építve készülnek. Ezeket a megoldásokat szervezeti környezetben tipikusan döntéshozó és döntéstámogató, illetve kommunikációs feladatokra használják. A téma aktualitását az adja, hogy a gépi tanulási rendszereket egyre szélesebb körben és egyre nagyobb számban alkalmazzák olyan, akár nyitott szituációkban is, ahol e rendszerek autonóm módon viselkedhetnek.

Ugyanakkor a mesterséges intelligenciát (MI) érintő közbeszédet, de a szakmai vitákat és a terület tudományos vizsgálatát is jelenleg néhány téma erős túlsúlya jellemzi. A viták középpontjában a jelenséghez kapcsolódó etikai kérdések állnak. Jogi oldalról a szabályozás problematikájának boncolgatása figyelhető meg, amely elsősorban a személyes adatokhoz (*privacy*) kapcsolódó jogok és kötelességek viszonyrendszerére koncentrál, ahol inkább problémák és kihívások dzsungelként tekintenek a területre, míg a megoldásokra vonatkozó javaslatok viszonylag szűk körben mozognak. Szakmai oldalról még mindig a hurráoptimista innovációs lendület a jellemző, a felvetődő etikai-erkölcsi kihívásokat gyakran felszínes látszatsmegoldásokkal (iránymutatások, etikai kódexek, etikai bizottságok és laza szerveződések súlytalan egyvelegével) igyekeznek mederben tartani. A tudományos világ alkalmanként szélsőségekbe esve és egzisztenciális veszélyektől aggódva, máskor rácsodálkozással szemléli a lehetséges jövőt, a megoldások tekintetében pedig szintén naiv optimizmussal hisz a felmerülő problémák kezelhetőségében, és rendszeresen megmarad a technológiai részletekben rejlő problémák aprólékos vizsgálatánál.

Az etikai szabályozási kérdések mellett több dimenzióban (a szabályozás, a közbeszéd és a szakma vitatereiben) rendszeresen felmerül a munkára, munkaerőre gyakorolt hatás,¹ amelynek vizsgálatából a nagy tanácsadó cégek is kiveszik a részüket. A lehetséges negatív következményeket vizsgáló mélyebb elemzések is sokszor csak bizonyos területekre koncentráltak, és jellemzően általános (és negatív) társadalmi hatásokra, a munkaerőpiac egyes szegmenseit érintő változásokra, vagy

¹ MIRBABAIE, Milad – BRÜNKER, Felix – MÖLLMANN, Nicholas R. J. (Frick) – STIEGLITZ, Stefan: The Rise of Artificial Intelligence – Understanding the AI Identity Threat at the Workplace. *Electronic Markets*, Volume 32, Issue 1, 2022. pp. 73–99.

iparághoz kötődő veszélyekre figyelmeztettek. A nagyon erős mesterséges intelligencia esetében is hasonló a helyzet. Ebben a közegben azonban hiányzik a kockázatok átfogó, szisztematikus elemzése. A jelenleg domináns keskeny MI esetében nem ismert olyan kutatás, amely egy általános elméleti keretben próbálná meg elhelyezni és vizsgálni a kapcsolódó kockázatokat. De nem készült még a megelőzési lehetőségek szisztematikus, egységes, és integrált vizsgálatát célul kitűző empirikus (tehát nem csak elméleti fejtegetésekre épülő) kutatás sem – vagy az eredmények védettek.

E tanulmány bemutat és empirikus eredményekre építve validál egy olyan egységes MKI kockázatelemzési keretrendszert, amely akár adott területek mentén, akár integráltan képes releváns kockázatok beazonosítására és menedzselésére. A mesterségesintelligencia-ökoszisztéma kidolgozott modellje segítségével továbbá beazonosíthatók azok a pontok, ahol a védekezés vagy megelőzés jó eséllyel megvalósítható, illetve a rendelkezésre álló megelőzési lehetőségek közül a legelőnyösebb megoldásra vagy azok kombinációjára vonatkozó javaslatok kidolgozhatók. A kutatás fontos eleme a többi empirikus tématerület eredményeivel történő összehangolás, az ott felmerülő specifikus kockázatok taxonómiai vizsgálata, illetve a megelőzési lehetőségek különböző dimenziók (technikai, regulációs, szervezeti, oktatási, társadalmi stb.) mentén történő értelmezése. Az integrációt az ökoszisztéma-alapú megközelítés biztosítja. A kutatási jelentés három fő részből áll:

- 1) általános kockázatelemzési elméletek és szakmai gyakorlatok, illetve specifikus MI-kockázatok áttekintése tudományos, szakmai és internetes források segítségével;
- 2) a keskeny MI mint információrendszerhez kapcsolódó munkafolyamat vizsgálatán keresztül egy egységes, ökoszisztéma-alapú kockázatelemzési keretrendszer kidolgozása;
- 3) az MI-hez kapcsolódható kockázatok értelmezése, taxonómiai elemzése, és ezzel párhuzamosan a megelőzés és a kezelés jelenlegi lehetőségeinek összefoglalása.

Kockázat és biztonság az általános és az IT-szakirodalomban

A kockázat legegyszerűbb definíciója szerint egy nem kívánatos állapot és az annak előfordulásához kapcsolódó valószínűség. Ugyanakkor gyakorlati szempontból a kockázatnak többféle értelmezése lehet. A fenti veszélyhelyzet-értelmezés mellett egyrészt vizsgálható a kockázat mint a biztonság hiánya, másrészt a gyakorlatban megfigyelhető a kockázatok szakmaspecifikus vagy iparágra szabott elemzése, menedzselése.

A biztonság alapdefiníciója abból a feltevésből indul ki, hogy az emberek biztonságban, megbízható (társadalmi-gazdasági-emberi) környezetben akarnak élni.² Akkor érzik magukat biztonságban, ha bizonyos negatív hatású események valószínűsége alacsony, vagy legalábbis egy számukra elfogadható szint alatt marad.

² GASPER, Des – GÓMEZ, Oscar A.: Human security thinking in practice: 'personal security', 'citizen security' and comprehensive mappings. *Contemporary Politics*, Volume 21, Issue 1, 2015. pp. 100–116.

Ilyen esemény tipikusan, ami a) veszélyezteti a mindennapjaikat (munkájukat, tulajdonukat, fizikai létezésüket); b) megsérti a magánszférájukat; vagy c) félelmet kelt. Hétköznapi értelemben a biztonságérzet azt is magában foglalja, hogy segítségre számíthatnak, ha baj van (mint pl. baleset, betegség, természeti katasztrófa). Habár személyes vagy társadalmi érzetről van szó, a biztonság mégis egy (objektíven) kívánatos állapot, amelyet valamennyien szeretnénk elérni és megtartani.³ Természetesen a kockázathoz hasonlóan a biztonságnak is lehetnek eltérő értelmezései és dimenziói – a magánvonatkozás mellett társadalmi, szervezeti vagy például IT-biztonságról is beszélhetünk.

Tehát a biztonság eléréséhez két összekapcsolódó fogalom figyelembevétele alapvető: 1) magának a biztonságnak mint kívánatos állapotnak a leírása; és 2) a kockázatnak mint a kívánatos állapot megszűnéséhez kapcsolódó valószínűségnek a fogalma. Itt fontos megjegyezni, hogy ebből a kettős megközelítésből nézve a biztonság nem egyszerűen kockázatkerülést jelent, hanem a kockázatok menedzselését, ami feltételezi azok lehetőségeihez mért minél részletesebb feltérképezését. Azaz itt visszatérünk az eredeti kiinduló definícióhoz.

Általános ipari technológiák esetén a kvantitatív, valószínűségeket és lehetséges veszteségeket számszerűsíteni igyekvő megközelítések mellett egyre jobban megjelennek a kvalitatív és az emberi tényezőket is figyelembe vevő kockázatelemzési keretek.⁴ Ezek a szociotechnikai megközelítések vizsgálják a technológia helyét és szerepét a rendszeren belül, és megpróbálják feltárni, hogy kik és milyen módon kerülnek kapcsolatba az adott technológiával. Ebben a viszonyrendszerben kockázati mutatókat állítanak fel, amelyeket aztán a kockázat kezelésére igyekeznek felhasználni – a technológia működtetésének közegében. E mutatókat rendszeresen mérni és felügyelni kell, miközben hagyományos ellenőrzési mechanizmusokat kapcsolnak hozzájuk. Az ipari szakirodalom számos főbb kockázatbefolyásoló keretrendszert ismer, amelyek többsége a szociotechnikai rendszerben végrehajtható tevékenységek hatását igyekszik felmérni a kapcsolódó és felmért kockázatok szintjére. Mind a befolyásoló tényezők, mind a kockázatok számos dimenzió mentén vizsgálhatók: szervezeti, működési, személyes, technikai, feladat és környezeti elemek jelenhetnek meg egy-egy keretrendszer vizsgálódási körében. E keretek problémája, hogy a szociotechnikai megközelítés ellenére hajlamosak mégis inkább kvantitatív indikátorokra fókuszálni, de ezeket a mutatókat nem kötik össze rendszerszinten a kockázatok felmérésével, csak a biztonságra gyakorolt hatásokkal. Ugyanakkor erősségük az incidensek kiváltó okainak egyértelmű feltárása és az emberi tényezők kezelésnek előtérbe helyezése.⁵

³ ISMAGILOVA, Elvira – HUGHES, Laurie – RANA, Nripendra P. – DWIVEDI, Yogesh K.: Security, privacy and risks within smart cities: Literature review and development of a smart city interaction framework. *Information Systems Frontiers*, Volume 24, Issue 2, 2022. pp. 393–414.

⁴ PENCE, Justin – MOHAGHEGH, Zahra – OSTROFF, Cheri – LEE, Ernie – YILMAZ, Fatima – GRANTOM, Rick – JOHNSON, David: Toward monitoring organizational safety indicators by integrating probabilistic risk assessment, socio-technical systems theory, and big data analytics. *12th Int. Probabilistic Safety Assessment and Management Conference*, 2014. pp. 237–251.

⁵ ØIEN, Knut: A framework for the establishment of organizational risk indicators. *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 74, Issue 2, 2001. pp. 147–167.

Az integrált megközelítés szerint⁶ a kockázatok felmérése (egy adott szervezeti közeget vizsgálva) három lépést feltételez: a kockázat felismerése, a kockázat elemzése, a kockázat értékelése. Ezek mindegyike további résztevékenységeket fed le az alábbiak szerint. A *felismerést* segíti a kockázati okok és források „felfedezése”, veszélyek és gyengeségek keresése, a lehetőségek és a képességek felmérése, illetve a rendelkezésre álló erőforrások természetének és értékének ismerete. Az *elemzés* célja a kockázati szintek megállapítása, amelyhez szükséges a hibák bekövetkezési valószínűségéhez és következményeinek megértéséhez szükséges információk összegyűjtése és felhasználása, illetve a következmények természetének és terjedelmének megbecslése a rendelkezésre álló információk alapján. Az első két lépés eredményét felhasználva kerülhet sor a kockázatok *értékelésére* úgy, hogy a döntéshozók számára a kvantitatív rálátás mellett meg kell határozni a kockázatok elfogadható szintjét is.

Specifikusan tekintve az informatika vagy információtechnológia (IT) területét, egyrészt a COBIT 5.0⁷ kockázatalapú IT-auditra vonatkozó részei szolgálhatnak tájékoztató pontként, másrészt pedig az ISACA CISA Review Manual⁸ kockázatmenedzselési folyamatra vonatkozó javaslata ajánl egy keretrendszert az IT-kockázatok kezelésére (lásd például a Manual 1.3 ábráját). Az előbbi a szervezeti IT-alkalmazások folyamatos felügyeletére és rendszeres, szisztematikusan auditjára helyezi a hangsúlyt, az utóbbi lényegében egy periódikusan végrehajtható kockázatértékelési folyamatot ajánl, amelynek lépései: üzleti célok azonosítása, az üzleti célokat támogató információvagyon azonosítása, kockázatok felmérése (a veszély-sérülékenység-valószínűség-hatás logikája mentén), a kockázatok (azok valószínűségét és hatását is) mérséklő kontrollok hozzárendelése az azonosított kockázatokhoz (egyrészt a meglévő kontrollok kockázatokhoz rendelése, másrészt a nem vagy nem eléggé kezelt kockázatokhoz új kontrollok kialakítása).

Kockázat és biztonság az MI szakirodalomban

Az általános kockázatvizsgáló megközelítésekhez hasonlóan az MI-hez kapcsolható kockázatok is értelmezhetők az egyén, a szervezet és a társadalom szintjén, illetve a kockázatok osztályozása lehetséges az érintett (társadalmi-emberi) területek szerint is. Emellett mind a tudományos publikációk, mind a vezető szakmai szervezetek és tanácsadók anyagai a mesterséges intelligencia kapcsán figyelembe vesznek további kockázattípusokat, valamint bemutatnak számtalan egyedi kockázatot is. Ennek megfelelően specifikus MI-kockázati területeket jelentenek a magánadat védelméhez kapcsolódó, általános adatbiztonsági, igazságossági, gazdasági és katonai kockázatok.

⁶ CARDOSO, Pedro Bandeiros – DOMINGOS, Dulce – RESPICIO, Ana: Contributions for risk assessment of IoT-aware business processes at different granularity levels. *Procedia Computer Science*, Volume 192, 2021. pp. 991–1000.

⁷ Control Objectives for Information Technologies. Egy informatikai irányítással foglalkozó nemzetközi szakmai szövetség (Systems Audit and Control Association – ISACA) által létrehozott keretrendszer az IT-menedzsment és -irányítás számára.

⁸ CISA Review Manual.
<https://store.isaca.org/s/store#/store/browse/detail/a2S4w000004KoCbEAK>; letöltés: 2022.07.08.

„Hagyományos” gépek és eszközök esetén a biztonság fontos ismérve a balesetek elkerülésének kérdése, amit természetesen az MKI-re is értelmezni kell. Ennek jó példája egy, az önvezető járművekhez kapcsolódó problémák és kihívások rendszerezett vizsgálatát bemutató elemzés,⁹ amely a következő területeket érinti: fizikai biztonság, funkcionális/működési megbízhatóság és jogi felelősség. Az első kettő kapcsolódik például az ISO 26262 (funkcionális biztonsággal foglalkozó) szabványhoz,¹⁰ míg Kerrigan a jogi terület egy értékes áttekintését adja amerikai kontextusban,¹¹ a szakmai oldalt pedig jól képviseli a Google Brain értekezése az MI-balesetekről.¹²

MI-baleset alatt a gyakorlatban alkalmazott MI nem szándékos, de káros viselkedését értjük. Ezek jellemzően gyenge tervezés eredményei. Több munka is kategorizálja az MI-hez köthető balesetek típusait,¹³ többnyire annak érdekében, hogy megelőzésükre kutatási irányokat jelöljön ki. A baleset oka lehet hibás célfüggvény, amely mögött azonban állhat szándékos fejlesztői döntés is (például bizonyos ismert negatív mellékhatások elkerülésének szándéka), vagy a jutalom szándékos manipulálása egy bizonyos cél elérése érdekében. De előfordulhat az is, hogy a célfüggvény rendszeres kiértékelése túlzottan erőforrás igényes, és a megtakarítás érdekében nem történik elegendő mélységű betanítás (azaz pl. a felülyelt tanítás nem skálázható¹⁴).

Szintén előfordulhat nem kívánatos viselkedés már a betanítás során is (ha a fejlesztők például csak a biztonságos helyzeteket kezelik, vagy ha a tanítóhalmaz eloszlása nem felel meg az alkalmazás során várhatónak). Vegyük észre, hogy itt is megfigyelhető a biztonság és a kockázat kettőssége.¹⁵ Széles áttekintést ad az MI-technológiákhoz kapcsolható, a technológia szintjén megjelenő speciális problémákról a Microsoft tanulmánya,¹⁶ amely görcső alá veszi nemcsak a technikai-matematikai hibákat, hanem részletesen taglalja a szándékos támadásokat is. A szándékos támadások között legfontosabbak a bemenet láthatatlan manipulálása a kimenet

⁹ TAEIHAGH, Araz – LIM, Hazel Si Min: Governing autonomous vehicles: Emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks. *Transport Reviews*, Volume 39, Issue 1, 2019. pp. 103–128.

¹⁰ ISO 26262-1:2011: Road vehicles – Functional safety – Part 1: Vocabulary. <https://www.iso.org/standard/43464.html>; letöltés: 2022.10.12.

¹¹ KERRIGAN, Charles: *Artificial Intelligence: Law and Regulation*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, 2022.

¹² AMODEI, Dario – OLAH, Chris – STEINHARDT, Jacob – CHRISTIANO, Paul – SCHULMAN, John – MANÉ, Dan: Concrete Problems in AI Safety. *ArXiv Preprint ArXiv:1606.06565*, 2016. <https://arxiv.org/pdf/1606.06565.pdf>; letöltés: 2022.08.10.

¹³ Uo.

¹⁴ STEINHARDT, Jacob: Long-term and short-term challenges to ensuring the safety of AI systems. *Academically Interesting blog*, 2015.06.24. <https://jsteinhardt.wordpress.com/2015/06/24/long-term-and-short-term-challenges-to-ensuring-the-safety-of-ai-systems/>; letöltés: 2022.07.12.

¹⁵ MOHSENI, Sina – WANG, Haotao – YU, Zhiding – XIAO, Chaowei – WANG, Zhangyang – YADAWA, Jay: *Practical Machine Learning Safety: A Survey and Primer*. *ArXiv Preprint ArXiv:2106.04823*, 2021.

¹⁶ SHANKAR, Ram – KUMAR, Siva – SNOVER, Jeffrey – O'BRIEN, David – ALBERT, Kendra – VILJOEN, Salome: *Failure Modes in Machine Learning*. Microsoft, November 2019. <https://docs.microsoft.com/hu-hu/security/engineering/failure-modes-in-machine-learning>; letöltés: 2020.05.21.

félrevezetése érdekében, a modell visszafejtése vagy ellopása, esetleg átprogramozása. Érdemes megemlíteni, hogy a támadásos veszélyek kivédésére a tanítás során a valós ellenséges inputhoz hasonló tanítási bemenet szimulálásával készítik fel az MI-rendszert (pl. neurális hálókat) a veszély kivédésére.¹⁷

Az MI-szoftverek gyakran válnak nagyobb, meglévő rendszerek részévé, de a beépítendő modellek ellenőrzése és hatásaik felmérése sokkal összetettebb, mint hagyományos alkalmazások esetén, ami növeli a platformokhoz és a beszállítókhöz köthető informatikai kockázatokat. Tehát a mérnöki területekhez hasonlóan az MI-re is érvényes kell legyen a megbízhatóság, a robusztusság, a kockázatérzékenység és a biztonságos tesztelés követelménye,¹⁸ különösen ahogy tovább nő az MI-rendszerek bonyolultsága, ereje, rugalmassága és autonómiája. Ugyanakkor az MI sok szempontból keményebb kihívások elé állítja a fejlesztőket és a felhasználókat, mint más, hagyományos mérnöki alkotások, de akár csak a jelenlegi információrendszerek.

Felmerül a kérdés, miért várhatók magasabb valószínűségű és veszélyesebb kockázatok az MI esetén, mint a hagyományos mérnöki rendszerek, de akár a már meglévő információrendszerek esetén? Az irodalom tipikusan a következő főbb okokat tárgyalja.¹⁹ Mivel az MI képes önálló, autonóm ágensként viselkedni (már egy összetettebb, de még „keskeny” formájában is), ez azt hozza magával, hogy az MI egy jóval nyitottabb problématerületen mozog, és a várható viselkedési tere is tágabb, miközben képességei az adott területen meglehetősen erősek is lehetnek. Ennek folyománya, hogy a rendszer viselkedése előre meg nem jósolható lesz, azon belül pedig a helytelen optimalizálás negatív mellékzöngéi felerősödhetnek, kiszámíthatatlanná válhatnak. Mindez úgy, hogy a teljes rendszer maga és viselkedésének részletei át nem láthatók. Továbbá, ha az MI képes tanulni a tapasztalataiból és ha kognitív képességei sokkal gyorsabbak az emberénél, akkor a rendszer képességei nemcsak változhatnak, de e változások lefolyása igen gyors is lehet – ami ellehetetleníti a fejlesztések hagyományos, hibákat idővel kiküszöbölő képes folyamatát. Végül meg kell jegyezni, hogy a jelenlegi gépi tanulási módszerek lehetővé teszik az MI-eszközök számára bizonyos tudáselemek gyors elsajátítását, de nem támogatják a hagyományos emberi értékek beépítését.²⁰

Például az MI-modellben esetlegesen rejtőző torzítás (*bias*) beépülhet és rögzülhet az (új) döntési folyamatban.²¹ Az adatban rejlő atipikus minták észrevétlenül (és negatívan) befolyásolhatják a döntéseket. Emellett a használat közben feldolgozott adatok mintái eltérőek lehetnek a betanított adatmintáktól, ami a

¹⁷ LI, Guofu – ZHU, Pengjia – LI, Jin – YANG, Zhemin – CAO, Ning – CHEN, Zhiyi: Security Matters: A Survey on Adversarial Machine Learning. ArXiv Preprint ArXiv:1810.07339, 2018. https://www.researchgate.net/publication/328353230_Security_Matters_A_Survey_on_Adversarial_Machine_Learning; letöltés: 2021.11.17.

¹⁸ ORTEGA, Pedro A. – MAINI, Vishal: Building Safe Artificial Intelligence: Specification, Robustness, and Assurance. DeepMind Safety Research, 2018.09.27. <https://deepmindsafetyresearch.medium.com/building-safe-artificial-intelligence-52f5f75058f1>; letöltés: 2022.12.30.

¹⁹ STEINHARDT, Jacob: Long-term and short-term challenges to ensuring the safety of AI systems. Academically Interesting blog, 2015.06.24.

²⁰ Uo.

²¹ SILBERG, Jake – MANYIKA, James: Tackling bias in artificial intelligence (and in humans). McKinsey and Company, 2019.06.06.

modell teljesítményének romlását eredményezheti (*distribution mismatch*). Ez a jelenség úgy is érzékelhető lehet, hogy a bemeneti adatok mintázata idővel változik (*model aging*). Az adatminőségi problémák különösen magas kockázatú tényezőnek tekinthetők bizonyos nagy érzékenységgű területeken, mint például az egészségügy.

A *szervezeti* alkalmazói környezetre vonatkoztatva a McKinsey tanulmánya²² felsorol modellhez kapcsolható, működési, jogi, hírnevet érintő, továbbá megfelelőségi és egyéb szabályozói (pl. adatvédelmi) kockázatokat. Egyes szervezetekben az MI terjedésével elmosódhatnak a felelősségi határok, vagy akár el is veszhet a számonkérhetőség egyértelműsége, hiszen könnyen elmosódhat, hogy ki a felelős egy adott döntésért, különösen hálózatos önálló ágensek esetén. A másik oldalról pedig felmerülnek az MI-alkalmazás során a szabályozói elvárásoknak való megfelelés kihívásai, a jogi normák esetleges be nem tartásának kockázatai.

Tovább erősítheti a fenti (szervezeti) kockázatokat, hogy az MI-alkalmazások szervezeti határokon is átnyúlhatnak, így a funkciókhoz kötött kockázatmenedzselési megoldások nem hatékonyak. Emellett az MI vezető technológiai óriásai több elemző értékelése szerint²³ igazából államként viselkedő cégek, amelyek olyan határokon átnyúló globális szervezetek (pontosabban szervezeti háló), amelyek méretes pénztőkével rendelkeznek, de az MI szempontjából még fontosabb, hogy hatalmas adathalmazok, technológiai erőforrások és tudástőke (know-how-k, szabadalmak stb.) felett rendelkeznek.

Ezen túlmenően a közvetlen, az alkalmazó szervezetet, annak üzleti folyamatait és a résztvevőket közvetlenül érintő kockázatokon túl figyelni kell az egyre erősebb MI-rendszerek *hosszú távú*, illetve *társadalmi* következményeire is.²⁴ A másodlagos vagy akár harmadlagos hatások közül a legtöbbet és legellentmondásosabban a munkaerőpiaci változásokat emelik ki:²⁵ a munkahelyeket a korábbi technológiai forradalmakhoz képest átfogóbban érintik az MI bevezetésével járó átalakulások. Az MI sokoldalúbban fejti ki hatását ezen a területen, hiszen többféle feladatot és sokféle módon tud átvenni, helyettesíteni, kiegészíteni vagy módosítani. Ebből adódik, hogy az egyes iparágak vagy szakmák nagyon eltérő módon, mélységben és időtávlatban lesznek érintettek²⁶ az adott terület által igényelt képességek függvényében.

A tágabb társadalmi-politikai következmények közé sorolható többek között a politikai manipuláció lehetősége, a túlzottan felgyorsuló (és egyéni szinten nehezen követhető technológiai innováció és az azzal járó hétköznapi változások, a gazdagság egyenlőtlen eloszlásának további torzulása, vagy akár az MI nem kívánatos (vagy

²² CHEATHAM, Benjamin – JAVANMARDIAN, Kia – SAMANDARI, Hamid: Confronting the risks of artificial intelligence. McKinsey and Company, 2019.04.26.

²³ ZINGALES, Luigi: Towards a political theory of the firm. Journal of Economic Perspectives, Volume 31, Issue 3, 2017. pp. 113–130.

²⁴ RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter: Artificial intelligence – a modern approach. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 2021.
https://people.engr.tamu.edu/guni/csce421/files/AI_Russell_Norvig.pdf; letöltés: 2022.04.17.

²⁵ VICSEK, Lilla: Artificial intelligence and the future of work—lessons from the sociology of expectations. International Journal of Sociology and Social Policy, Volume 41, Issue 7-8, 2020. pp. 842–861.

²⁶ PwC: How will AI change the future-of-work?
<https://www.pwc.com/gx/en/archive/about/analyst-relations/future-of-work.html>; letöltés: 2022.12.20.

etikailag megkérdőjelezhető) célokra történő alkalmazása (mint pl. a teljesen autonóm harcászati eszközök vagy a totális megfigyelés). A gazdasági és a piaci kockázatok között érdemes megemlíteni még az adat- vagy technológiai monopóliumok kialakulásának lehetőségét, az esetleges jövedelemtorzulásokat, a fent már említett munkaerőpiaci mozgások közül a munkahelyek nagy arányú megszűnését bizonyos iparágakban vagy piaci szegmensekben. Érdekesség, hogy felmerülhet az emberi intelligencia elértéktelenedése is, hiszen egy esetleges erősebb gépi intelligencia mellett az ember már nem lesz „egyedi” és különleges, a gép mindenben jobb lehet, alásva egyes csoportok önértékelését.²⁷

Egy ritkán felvetett probléma az emberi viszonyok újraértelmezésének kockázata,²⁸ ami azt jelenti, hogy a technológia átkeretezi az egyén és a szervezet eltérő érdekei között feszülő problémát, és azt úgy állíthatja be, mintha csupán technikai és így könnyen megoldható kérdéssről lenne szó. Ezzel egyúttal háttérbe is szorítja az emberi (szociális és gazdasági) szempontokat. Azt is figyelembe kell venni, hogy az emberi szereplőnek nehézséget okozhat az együttműködés a rendszerrel, hogy hogyan integrálja a saját és a rendszer „szakértelmét”.²⁹ Ha nehézségei adódnak, akkor könnyen előfordulhat, hogy megtanulja a rendszer vagy a bemenete manipulálását, hogy számára kedvező eredmények szülessenek.

Az MI-hez kapcsolódó kockázat lehet az is, ha jó megoldások nem terjednek el (pl. az ún. *opt-out* lehetőség megerősödésével³⁰), azaz a szervezet vagy társadalom nem részesedik a lehetséges hasznokból és előnyökből – főleg, ha a kockázatok egy elfogadható mérték alatt tarthatók. Ilyen például (a már említett) önvezető járművek helyzete, ahol a veszély kettős: ha túldimenzionálják az előnyöket és a (hétköznapi) gyakorlati tapasztalat mást mutat, például számos baleset történik a bevezetés során, akkor az évekre visszavetheti a fejlődést a tényleges előnyök kárára, míg a kockázatok túlértékelése eleve nehézzé teheti az elfogadást. Ebben a példában a kérdés gyakran úgy merül fel, hogy okozhat-e az önvezető jármű balesetet egyáltalán, azaz az elvárás a teljes, 100%-os biztonság lehet-e. De az igazi kérdés nem az, hogy ez elérhető-e, hanem hogy egy önvezető autó azonos körülmények között kisebb valószínűséggel, vagy enyhébb baleseteket okoz-e, mint ugyanolyan feltételek mentén egy átlagos sofőr. Persze a közvélemény hajlamos eltúlozni egy-egy látványos önvezető fiaszkót, különösen, ha az MI tévedése az ember számára elképesztő. Természetesen egy baleset mindig nehéz az érintettek számára, de ettől még lehet, hogy az autonóm jármű – vagy általában az MI – (átlagosan és tipikusan) sokkal jobban teljesít az embernél.

²⁷ RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter: Artificial intelligence – a modern approach. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 2021.

²⁸ CURRIE, Morgan – FELDMAN, Jessica – HIMMELREICH, Johannes – NIKER, Fay: Coding Caring Workshop Report. Focused study for the Stanford AI100 Report. Stanford University, 2019. https://ai100.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj18871/files/media/file/coding_caring_workshop_report_1000w_0.pdf; letöltés: 2021.12.21.

²⁹ MIRBABAIE, Milad – BRÜNKER, Felix – MÖLLMANN, Nicholas R. J. (Frick) – STIEGLITZ, Stefan: The Rise of Artificial Intelligence – Understanding the AI Identity Threat at the Workplace. Electronic Markets, Volume 32, Issue 1, 2022. pp. 73–99.

³⁰ BONNEFON, Jean-François – SHARIF, Azim – RAHWAN, Iyad: The moral psychology of AI and the ethical opt-out problem. Oxford University Press, Oxford, UK, 2020. pp. 109–126.

Az MI (és általában a digitális, adatközpontú, hardverigényes IT-megoldások, mint pl. az IoT vagy a kriptó) nyersanyag- és energiaéhes technológia, amely így magában hordozza mind a káros környezeti hatások, mind pedig az erőforrások megszerzésének kockázatát.³¹

Az irodalomban tárgyalt MKI-kockázatok áttekintése után fordítsuk figyelmünket egy átfogó keretrendszer alapjai felé.

Ökoszisztéma mint elemzési keret

Az MI-hez kapcsolódó kockázatok a fenti irodalomelemzés szerint tehát több szinten és változatos formában jelenhetnek meg, a technológiai problémáktól az egyéni és társadalmi kihívásokon át a negatív társadalmi-környezeti hatásokig. Nem csoda, hogy a vizsgálatok és a tanulmányok egy-egy részterületre vagy jelenségre fókuszálnak, kevesebb lehetőséget hagyva egy átfogó, integrált elemzésre. A probléma egyik gyökere – a bonyolultságon túl – az egységes vizsgálati keretrendszer hiánya.

Jelen tanulmány javaslatot tesz egy MI-ökoszisztéma kialakítására, amely lehetővé teszi az MI-hez kapcsolódó (és fent áttekintett) kockázatok egységes keretben történő elemzését. Az alkalmazott ökoszisztéma-definíció részben a biológiából ismert (hagyományosnak tekinthető) ökoszisztéma-fogalomra,³² részben a kilencvenes évek információökológia³³ (IÖ) koncepciójára épít. Az alap ökoszisztéma egy olyan fejlődő, önszerveződő biológiai rendszer, amelyet egy adott fizikai környezetben található organizmusok alkotnak úgy, hogy mind egymással, mind az adott környezettel komplex, dinamikus kapcsolatban állnak összetett visszacsatolási és kiigazító mechanizmusokon keresztül. Az információökológia pedig az emberek, szokások, értékek és a technológia összekapcsolt rendszerét írja le egy lokális környezetben.³⁴

Az előbbi gyakran alkalmazzák technológiamenedzsment-kontextusra adaptálva, ha összehasonlítható a fenti definíció szerinti viszonyokkal,³⁵ míg az utóbbi azért releváns, mert annak egyik alappillére a tudás és a tudásmenedzsment, ami az MI számára is fontos, hiszen az MI-ben a modellezett területre vonatkozó tudás halmozódik fel. Az információökológia mellett külön figyelmet érdemel az adatökoszisztéma³⁶

³¹ OMOHUNDRO, Steve: Autonomous technology and the greater human good. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, Volume 26, Issue 3, 2014. pp. 303–315.

³² Ecosystem az *OxfordDictionaries.com* online szótárban. <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/ecosystem>; letöltés: 2017.10.12.

³³ DAVENPORT, Thomas H. – PRUSAK, Laurence: *Information Ecology: Mastering the Information and Knowledge Environment*. Oxford University Press, New York, 1997.

³⁴ NARDI, Bonnie A. – O'DAY, Vicky L.: *Information Ecologies: Using Technologies with Heart*. MIT Press, Cambridge, 1999.

³⁵ TSUJIMOTO, Masaharu – KAJIKAWA, Yuya – TOMITA, Junichi – MATSUMOTO, Yoichi: A Review of the Ecosystem Concept – Towards Coherent Ecosystem Design. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 136, 2018. pp. 49–58.

³⁶ PARSONS, Mark A. – GODØY, Øystein – LEDREW, Ellsworth – DE BRUIN, Taco F. – DANIS, Bruno – TOMLINSON, Scott – CARLSON, David: A Conceptual Framework for Managing Very Diverse Data for Complex, Interdisciplinary Science. *Journal of Information Science*, Volume 37, Issue 6, 2011. pp. 555–569.

fogalma is, amely a biológiai metaforára építve dolgozza ki az adatokat feldolgozó résztvevők (szereplők) és folyamataik összekapcsolt rendszerét, amely nyílt adatok esetén tipikusan önszerveződő módon épül fel. Érdeemes megemlíteni, hogy maga az ökológia tudománya is azokkal a *folyamatokkal* foglalkozik, amelyek befolyásolják egy adott rendszerben az organizmusok eloszlását és mennyiségét, illetve a rendelkezésre álló energia és anyag eloszlását és átalakítását a vizsgált rendszerben.³⁷

Ilyen értelemben az MI-ökoszisztéma egy olyan összetett rendszernek tekinthető, ahol a benne részt vevő szereplők összetett folyamatokon keresztül kapcsolódnak egymáshoz, miközben előkészítik és alkalmazzák az MI-t alkotó modelleket és adatokat. Az MI-ökoszisztéma fentiek szerinti részletesebb leírásához e vizsgálat három lépésben jut el: a) leírja az MI mint információrendszer jellemzőit; b) elemzi a kapcsolódó fejlesztési és szervezeti folyamatokat és az abban megjelenő szerepeket; c) felállít egy ökoszisztéma-megközelítésre épülő modellt.

A mesterséges keskeny intelligencia mint információrendszer

Az MKI-t – jellegéből adódóan – szervezeti környezetben elsősorban döntési, döntéstámogatási, illetve ahhoz kapcsolódó, azt megelőző és előkészítő felismerési, értékelési és elemzési folyamatok és feladatok során használják. Jelentős területnek számít a kommunikációs folyamatok kezelése is, ahol a természetes nyelvfeldolgozás egyre összetettebb modelljei állnak a fejlesztések mögött. Az MKI mint döntésben részt vevő ágens esetében a kockázatok megértése és kezelése szempontjából viszont nem az az elsődleges, hogy valamilyen definíció szerint mennyire tekinthető intelligensnek (vagy egyáltalán intelligens-e). Sokkal fontosabb dimenziókat nyit meg a vizsgálat szempontjából, ha az MKI-re információrendszerként tekintünk. Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy megvizsgáljuk a jelenlegi MKI-megoldások alkalmazásának jellegzetességeit, a technológiát, az eszközöket, a fejlesztés és az alkalmazás folyamatát, valamint az abban részt vevő szereplőket – majd erre építve elkészítjük egy MI-ökoszisztéma, azaz egy MI-információökológia modelljét.

De mi is az az információrendszer – amelyet korábban „menedzsmentinformációrendszer” (Management Information System – MIS), esetenként „üzletiinformációrendszer” (Business Information System – BIS) elnevezéssel is illették? Alapozó MIS- és BIS-tankönyvekben elég egybehangzóak a különböző definíciók, csak viszonylag apró eltéréseket találni: az információrendszer az emberek, folyamatok, adatok és technológia együttese és kapcsolataik viszonyrendszere. Az emberi és a folyamatoldal szerepelhet szervezatként, míg a technológiát lehet tovább-bontani szoftverekre, hardverekre és hálózati elemekre.³⁸

³⁷ FEDOROWICZ, Jane – GOGAN, Janis L. – RAY, Amy W.: The Ecology of Interorganizational Information Sharing. *Journal of International Information Management*, Volume 13, Issue 1, 2004. <https://scholarworks.lib.csusb.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1243&context=jitim>; letöltés: 2022.09.11.

³⁸ LAUDON, Kenneth C. – LAUDON, Jane P.: *Management information systems: Managing the digital firm*. Pearson Education, 2004.

Az MI mint információrendszer elemei e tanulmány javaslata szerint a következők:

- *technológia*: elsősorban szoftver, amely keskeny MI esetén valamilyen (matematikai) modell formájában jelenik meg, és erősen függ az azt felépítő adatoktól. Nagyon speciális és számításigényes célmegoldások (pl. nyelvi vagy játékmodellek) esetén igen erős a hardverigény is, amely lehet költséges dedikált fejlesztés is.

- *adatok*: lehetnek mind történeti, mind valós idejű adatok, numerikus, képi vagy szöveges formában, amelyeket különböző módon tokenizálva használnak fel a modell építésére és melyeknek mennyisége is és a minősége is egyaránt nagy jelentőséggel bír. A modellek specifikussága miatt viszonylag ritka az eltérő típusú adatok keveredése. A minőség nemcsak a hagyományos adatminőségi, használatbeli jellemzőket takarja, hanem azt is, hogy modellépítéskor használt adatok mennyire relevánsak egy új helyzetben, amikor vagy amelyre a modellt alkalmazzák (azaz a modell érzékeny az adatforrásban bekövetkező változásokra).

- *folymatok*: MI esetén két folyamat-tér találkozásáról van szó, ahol az MI fejlesztési-alkalmazási folyamatai összefonódnak a meglévő szervezeti folyamatokkal – így az MI bevezetése kapcsán az a kérdés is felmerül, hogyan változnak, alakulnak át akár drasztikusan, akár lépésről lépésre az érintett szervezeti folyamatok.

- *az „ember”*: valamennyi, a fejlesztés, az adatkezelés, a bevezetés és az alkalmazás során megjelenő szereplő vagy érintett (MI esetén az alkalmazásba beleértve az eredmények értelmezését is). Ugyanúgy, mint más információrendszer-típusok esetén, az MKI kapcsán is központi kérdés az (új) rendszer mint IT, valamint a bevezetéssel kiváltott változások és hatások menedzselése. Tehát meg kell vizsgálni kik az érintettek, mi az MI mint információrendszer alkalmazásának és a bennfoglaló szervezeti folyamatok átalakulásának a hatása az egyes érintettekre, milyen új szerepek jelennek meg, és mi történik a régiekkel.

Mint említettük, ez az MI-információrendszer két folyamat találkozásánál jelenik meg, így a figyelem most e kettős térre irányul.

Az MI munkafolyamat szakaszai és viszonyuk a szervezeti folyamathoz

Az előző két fejezet logikájából következően az MI-kockázatok szempontjából meg kell tehát vizsgálni az MKI mint információrendszer fejlesztési és alkalmazási folyamatait, e folyamatok szereplőit és kapcsolataikat, továbbá kapcsolódási pontjaikat magával a jellemzően új MI-vel. Kockázatok ugyanis e folyamatok találkozási során léphetnek fel valamely tevékenység, eredmény vagy szereplő kapcsán. Ezt kell összehangolni az alkalmazó szervezeti folyamattal. Erre a részletes vizsgálatra építhető fel egy olyan MI-ökoszisztéma, amely az általános információrendszer-paradigmára támaszkodva, de azon túllépve lehetőséget fog adni a lehetséges kockázatok szisztematikus feltérképezésére, és így a megelőzési és a kezelési lehetőségek keresésére is.

De mit is takar az MI-hez kapcsolódó munkafolyamat? Jelen tanulmányban nemcsak a szigorúan vett kifejlesztés tevékenységeit, hanem az alkalmazás (bevezetés és használat) menedzselési, üzemeltetési és felügyeleti feladatait is figyelembe vesszük. Az általános folyamat természetesen gazdagodhat az adott alkalmazási terület vagy kontextus speciális elemeivel – azaz mindig egy adott tématerületről szól. Az eltérő technikákkal kifejlesztett és különböző kontextusokban alkalmazott MI-rendszerekhez kapcsolódó tényleges folyamatok azonban igen eltérőek lehetnek. Emellett a fejlesztés és a bevezetés is lehet iteratív, illetve számos visszacsatolást is tartalmazhat. Az alkalmazások jelentős része nem teljes mértékben egyedi fejlesztés, hanem valamely meglévő modellre (típusra) épít, azt fejleszti, tanítja, illetve elérhető részben betanított modellek is – pl. bizonyos jogi szakkifejezésekkel előkészített, online elérhető és testreszabható dokumentumosztályozó MI-rendszerek. Ennek megfelelően két leegyszerűsítést teszünk: egyrészt egy részletes folyamat helyett három fő szakaszt különítünk el, másrészt azon belül tevékenységeket, feladatokat tekintünk – azaz nem szigorú sorrendű vagy elágazásokat tartalmazó konkrét folyamatot. Ez azért is elegendő, mert a dolgozatnak nem célja egy részletes folyamat kidolgozása, a kockázati modell kidolgozása szempontjából a szereplők, illetve viszonyaik és feladataik fontosabbak. A következő átfogó tevékenységlista szolgál megfelelő kiindulópontként az ökoszisztéma felépítésére, amely tevékenységeket négy szakasz mentén mutatunk be: *fejlesztés, bevezetés, alkalmazás és hatások*.

Az MI-munkafolyamat 1. szakasza a *fejlesztés*, amelynek tipikusan három elkülönülő területe van: a modell kidolgozása, az adatok kezelése és az (alap)modell betanítása, tevékenységei pedig a következők:

- modelltípus kiválasztása (részletes tipológiát számos könyv³⁹ közöl);
- tanítási módszer meghatározása (feltételek, ciklusok stb.);
- bemeneti jellemzők, paraméterek meghatározása, kiválasztása, szűrése;
- kimeneti változó, változók meghatározása;
- szükséges adatok meghatározása (bemenettől is függően);
- adatgyűjtés;
- adattárolás;
- adatok szűrése;
- adat-előkészítés (pontosság biztosítása, torzítás kiszűrése, érzékeny adatok védelme);
- (célzott) modellépítés, tanítás;
- teljesítményértékelési szempontok kiválasztása (a modell jóságának és igazságosságának a meghatározására);
- modell teljesítményének elemzése (benne oksági összefüggések vizsgálata);
- modell finomhangolása;
- utómunkálatok.

³⁹ RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter: Artificial intelligence – a modern approach. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 2021.

Mint látható, a tanító adathalmaz megalkotása, konstruálása ugyanolyan fontos, mint magának a modellnek a megépítése, különösen hagyományos rendszerekhez viszonyítva. Az adatgyűjtésnél fontos kérdés, hogy kiről szól, kit érint – egyrészt, hogy milyen demográfiai-szociológiai csoportokról szól, másrészt, hogy milyen viszonyban van a felhasználókkal – azaz általános, külső adatokról van-e szó, vagy az érintett szervezet saját adatairól. Fontos észrevenni, hogy egyrészt egy MI-alkalmazás készülhet általános formában, de jellemző az adott szervezethez egyedi megoldás kifejlesztése is, másrészt a befogadó szervezeti munkafolyamat is több szakaszból és számos tevékenységből, feladtból állhat.

Az MI-munkafolyamat 2. szakasza a *megoldás bevezetése*, amelynek tipikusan három elkülönülő területe van: a modell (szervezeti) folyamatba illesztése, a modell testreszabása és a helyi adatok kezelése az alábbi tevékenységekkel és feladatokkal:

- szervezeti feladat azonosítása;
- a szervezeti folyamat átalakítása;
- az MI telepítése;
- az MI testreszabása, helyi jellemzők betanítása;
- az MI tesztelése;
- az alkalmazottak (dolgozók és IT) betanítása az új, MI-vel gazdagított folyamatra és az MI használatára.

Ahogy az MI egyre jobban elterjed, két vonatkozó jelenség is megfigyelhető: nemcsak egyre több MI-alkalmazást telepítenek különböző szervezeti folyamatokba (jellemzően döntési pontokra), de egyre több beszállítói szoftver is hordoz magában beépített MI-komponenst vagy -megoldást.

Az MI alkalmazási folyamatának 3. szakasza az *MI (-modell) (napi) használata*, amely a következő tevékenységeket foglalja magában:

- alkalmazói adatok gyűjtése, frissítése;
- adatellenőrzés (helyi adatok összehasonlítása a tanítási adatokkal – disztribúciós eltérés kizárása);
- modellalkalmazás (döntésben, döntés-előkészítésben, kommunikációban vagy egyéb feladatra);
- szükség esetén az eredmények értelmezése, szakértői interpretációja;
- modell tanítása alkalmazás közben;
- monitorozás;
- visszajelzés;
- a modell teljesítményének ellenőrzése, nyomon követése;
- modell finomhangolása – adott esetben új jellemzők bevonása (és vissza az első lépésekhez), szélsőséges esetben a kimeneti változó finomítása, akár cseréje.

Érdeemes kiemelni annak szükségességét, hogy meg kell érteni a fejlesztő szerepét az adott ökoszisztémában, vagy még pontosabban a fejlesztői szerepeket a specifikus feladatban, amelyben az MI alkalmazását tervezik. Fontos kérdés, hogy részese-e a munkát támogató (vagy az embert kiváltó) MI-technológia (modell) fejlesztője az adott munkafolyamatnak, érti-e a tervezett alkalmazás kontextusát,⁴⁰ mennyire követi a megoldás alkalmazási tapasztalatait – azaz összességében mennyire válik el az alap, általános modell fejlesztése a későbbi alkalmazásra kerülőtől és a használat során megvalósuló továbbfejlesztéstől, tanulástól. Mindenképp szükséges valamennyi lényeges érintett véleményének a feltérképezése, beleértve azokat, akik alkalmazzák, és azokat is, akikre vonatkozik, hatással van (akiket a közvetlen felhasználók közvetve támogatnak).

A fenti szakaszok mellett – azokon túlmutatóan, illetve részben azok eredményeképpen – jelentős irodalom foglalkozik egy fontos kérdéssel, az MI bevezetésének és használatának *hatásaival* – mind a szervezeten belül, mind azon kívül. Természetesen ez nem a szervezeti munka értelmében vett szakasz, hanem az MI-rendszer által hozott változások és eredmények utóregzései, a szervezetre, a szereplőkre, vagy akár a társadalomra gyakorolt hatását igyekeznek figyelemmel kísérni, megérteni. Azért is érdemes ezt figyelembe venni, mert a lehetséges hatások – és kockázatok – előzetes felmérése az MI esetén még fontosabb, mint hagyományos szoftvereknél. Legfontosabb tevékenység az érintettek feltérképezése, az alkalmazási folyamatban elfoglalt szerepükkel és az MI-rendszerhez fűződő viszonyukkal együtt: kik és milyen módon érintettek vagy tudják befolyásolni a rendszert és hatásait, a felhasználók munkája hogyan változik; a megbízók elérték-e céljaikat; mit tapasztalnak azok, akikre az MI által támogatott (vagy hozott) döntések vonatkoznak; van-e ellenséges beavatkozás, manipuláció.

A mesterséges intelligencia szervezeti folyamatainak szereplői

A fenti szakaszok és tevékenységek segítségével feltérképezhetők azok a szerepek, amelyek részt vesznek a feladatok végrehajtásában és az MI szervezeti folyamatba építésében vagy hatással vannak ezekre:

- *adatszolgáltatók*: jellemzően passzív, esetleg aktív szereplők és érintettek, akikről az adatokat gyűjtik;
- *adatkezelők*: akik az adatokat gyűjtik (sokszor automatikusan, különböző módon és forrásból), kezelik, tárolják, rendezik, tisztítják, esetleg kategorizálják, előkészítik stb.
- *MI-eszközfejlesztők*: azoknak a (alap)modelleknek, eszközöknek, modellező környezeteknek a kidolgozásával foglalkoznak, amelyek mintegy építőkövekként használhatók konkrét (eseti) modellek kifejlesztésében, beleértve a kapcsolódó platformelemeket is;

⁴⁰ CURRIE, Morgan – FELDMAN, Jessica – HIMMELREICH, Johannes – NIKER, Fay: Coding Caring Workshop Report. Focused study for the Stanford AI100 Report.

- *adattudósok (Data Scientists)*: a modell építésével és betanításával foglalkoznak – a modelltípus vagy -típusok kiválasztásával, felépítésével, paraméterek és proxyk definiálásával, a modell tanításával és finomhangolásával;
- *üzemeltetés*: háttér IT biztosítása;
- *törvényalkotók és szakmai szervezetek*: akik a környezetet (akár a szabályozói, akár a szakmai közvéleményt) meghatározzák vagy az ipari kontextusra hatással vannak;
- *felhasználók*: akik az MI-eszközt munkájuk során ténylegesen használják – jellemzően döntéshozásban vagy valamely szervezeti folyamat, lépés automatizálásában;
 - az érintettségük jellegénél fogva külön érdemes kezelni azokat az alkalmazottakat, akiket az MI esetlegesen helyettesít, hisz „szerepük” értelmében ők nem felhasználók, hanem más módon lesznek érintettek;
- *értékeltek*: akiknek az adatait az MI alkalmazása során használják – és akikről a kimenet szól;
 - szervezeti döntések esetén az alkalmazás adatai vonatkozhatnak valakire vagy valakikre, akikről a döntés szól: a vizsgálat vagy kiértékelés tárgya lehet konkrét személy vagy intézmény;
- *szakértők*: lehetnek szakmai (az adott alkalmazói szakterületről) vagy általános MI-szakértők, akik jellemzően az MI, a modell eredményeinek az értelmezését segítik, amennyiben arra szükség van;
- *megbízók*: akik a modell alkalmazását elrendelték és jellemzően fizetnek érte, vagy valamilyen módon felelősek a bevezetésért (de nem közvetlen felhasználók);
- *„rosszakarók”*: az MI rosszindulatú befolyásolásában, kihasználásában, rongálásában, manipulálásában, kihasználásában stb. érdekelt szereplők, akik lehetnek külső vagy belső viszonylatban az alkalmazó szervezethez képest;
 - ez a szerep természetesen egy általános kategóriát jelöl és sokféleképp specifikálható egy adott konkrét kontextusban, illetve bármely más szereppel összekapcsolható (azaz bármely adott szerepet felvevő konkrét szereplő ezt a szerepet is felveheti);
- *hatásban érintettek*: akikre az MI és a modell alkalmazása, illetve a kimenetből következő eredmények, döntések hatással vannak;
 - alapból egybeesik az *értékeltekkel*, de a kör tágabb, hiszen lehetnek a szervezet saját dolgozói (pl. akiknek a munkáját érinti), külső szereplők, vagy általában a társadalom, de az érintettek kiléte nem mindig állapítható meg közvetlenül.

Néhány fontos megjegyzés a fenti szerepekhez:

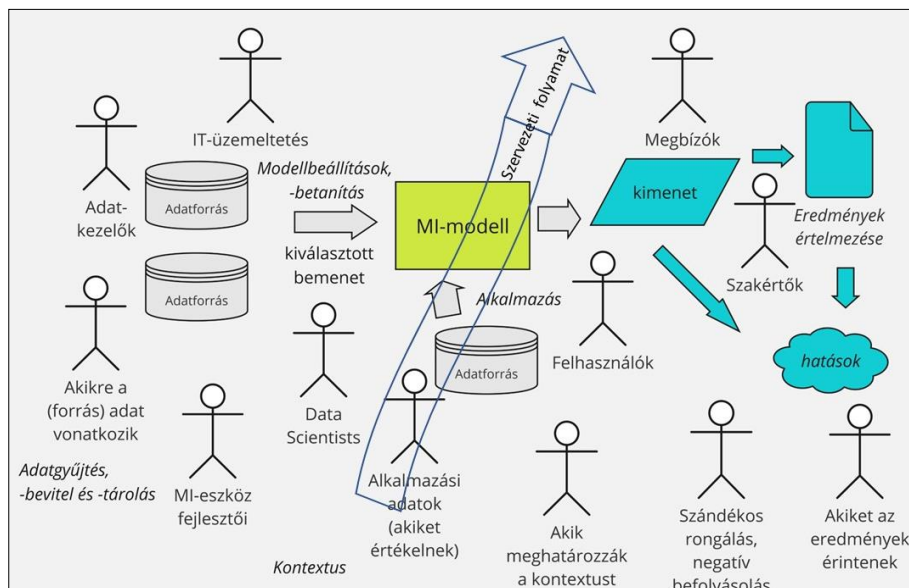
- ezek a (sztereotipikusnak tekinthető) szerepek egy adott helyzetben, konkrét fejlesztési és szervezeti folyamat mentén válnak egyértelművé;
- lehetnek igen összetettek is, illetve további, finomabb szerepekre is bonthatók;
- nem minden szerep fordul elő minden helyzetben;
- egy adott szerepet konkrét esetben felvehet egyén, csoport, szervezet (pl. kormány) is;
- egy (konkrét) szereplő több szerepkörben is megjelenhet.

Az így megismert szerepek elhelyezhetők a már említett kettős folyamatokban.

Mesterségesintelligencia-ökoszisztéma modell

Mint az ökoszisztéma definíciójából kiderül, a fókusz a szereplőkön és kapcsolataikon, azaz a rendszerben elfoglalt helyükön van. A fent taglalt folyamatok és szerepek viszonyában ennek megfelelően egy összetett ökoszisztéma alakul ki, ahol a kapcsolatok a folyamat(ok) mentén értelmeződnek és a meglévő (jellemzően döntési vagy döntési pontokat tartalmazó) szervezeti folyamatba integrálódnak az MI-fejlesztési-alkalmazói folyamat, így megváltoztatja az egyes döntések lefolyását vagy akár a folyamat egészét. Ez a változás lehet az emberi döntéshozó támogatása (pl. döntés-előkészítés formájában), az emberi munka kiegészítése (augmentációja), de akár a folyamat teljes automatizációja is (melynek egyik formája a Robotic Process Automation).

Az 1. ábrán látható vázlatos ökoszisztéma-modell általános szerepeket és folyamatokat ír le. Valós alkalmazása egy konkrét helyzetben két lépésben történik. Előbb a szerepek és a folyamatok részletes kibontása szükséges egy adott iparágra vagy szakterületre. Ekkor az egyes szerepek a vizsgált területtől függően további részszerepekre bonthatók (ahogy fent is említettük). Az így finomított modellt lehet konkretizálni egy specifikus szervezet vagy célzott szakmai alkalmazó közösség szintjén. Ezen a harmadik szinten a szerepeket konkrét, nevesített szereplők is felvehetik, vagy a szerep specifikálható az adott szűkebb környezetre – és természetesen a folyamatok és az adatok is konkrétan behelyettesíthetők. Az általános modell nem jelzi a lehetséges visszacsatolásokat, hiszen azok nem állapíthatók meg azon a szinten, felismerésük és elemzésük szintén a harmadik szinten (a második lépés során) válik lehetségessé. Ebből a megközelítésből adódik, hogy vagy iparági vagy szervezeti mélységben lehet csak felismerni, ha valamely szerepeket ugyanaz a szereplő (vagy csoport) tölti be – amely esetben felmerülhet az önbezáró és öngerősítő visszacsatolás veszélye vagy a manipuláció lehetősége.



1. ábra. A mesterséges keskeny intelligencia ökoszisztéma-modelljének vázlata
Szerkesztette: Csáki Csaba

MI-kockázatkategóriák és MI kockázati mátrix

Az ökoszisztéma-modell elemzésénél – figyelembe véve a kockázatról általában és specifikusan az MI-re vonatkozóan korábban (pl. a kockázatok definiálása során) leírtakat – három dimenzió mentén lehet feltérképezni a kapcsolódó kockázatokat: a kockázat oka, (elsődleges) megjelenési helye és a (másodlagos) hatása szerint. A kockázat oka (vagy más értelmezésben megjelenésének típusa) lehet fejlesztői vagy felhasználói *hiba*, sérülékenység (mely az MI mint rendszer *sajátosságaiból* adódik) vagy szándékos *támadás*. A hibák és a támadások szerepekhez (majd a 3. szinten konkrét szereplőkhöz) köthetők, míg sérülékenység alatt az MI természetéből adódó problémákat értünk. A kockázat megjelenési helye lehet az adat vagy a modell (azaz elsődlegesen a technológia), míg a kimenetek másodlagos hatásai (melyek túlmutatnak a technológián és az érintett folyamatokon) jelentkezhetnek az egyén és a szervezet, vagy az egyén és a társadalom viszonylatában. Az irodalom alapján korábban elemzett kockázatok így egy mátrixba rendezhetők, bár a másodlagos hatásokat érdemes külön is vizsgálni.

A mátrix értelmezéséhez és használatához szintén a korábban (a modellhez kapcsolódóan leírt) háromszintű elemzés alkalmazható annak érdekében, hogy kideríthető legyen, mely kockázatok léphetnek fel nagyobb valószínűséggel egy adott specifikus iparági szituációban vagy konkrét szervezeti MI-alkalmazás esetén.

KMI-kockázatok		Hibák	Az MI természetéből adódó gyengeség	Támadások	
Megjelenési helye	Technológia	Adat	Torzított adat (bias) Nem tiszta adatok Nem reprezentatív tanítóadatok Limitált vagy túl nagy adathalmaz Hibás adatátvitel korábbi modellből Adatfrissítés hiánya	Félrevezető énkép az adatokban Alternatív lehetőségek hiánya A méret, a sebesség vagy a komplexitás nem megfelelő kezelése	Az adat szemetelése Tanítóadatok visszafejtése Konkrét személyazonosság visszafejtése (<i>membership inference</i>)
		Modell	Nem megfelelő hasznossági függvény Nem a megfelelő szakértői tudás leképezése Hibás modellátvitel Modellfrissítés hiánya Nem megfelelő proxyk alkalmazása	Magyarázhatóság hiánya Átláthatóság hiánya Az érintettek (etikai) preferenciáinak félreértése	A modell visszafejtése (<i>reverse engineering</i>) Támadásos módosítás Célzott félreosztályozás Modell másolása, ellopása Modell átverése
	Szervezet	Hibásan célzott vagy rosszul feltett kérdés Nem megfelelő kontextusban történő alkalmazás Hibás feltételezések (mit jelent a szervezetnek)	Arrogáns algoritmus Átlag használó nem érti	Szándékosan hibás MI Valós cél elfedése	
Hatás (másodlagos)	Egén és szervezet viszonyában	Ellenőrzés elvesztése a rendszer felett Szabályozásnak nem megfelelő alkalmazás	Nem tervezett mellékhatás Autonómiával járó (felelősségi) kockázat Felelősségre vonhatóság elvesztése Befolyásolt viselkedés	A megbízhatóság aláásása A rendszerbe vetett bizalom megingatása	
	Egén és társadalom viszonyában	Túl gyors technológiai innováció Az emberek elveszítik speciális helyzetüket és nem érzik magukat hasznosnak (MI jobb) Hibás feltételezések (mit gondolnak róla) Az MI alkalmazása veszélyes vagy káros célra Elszabadult autonóm fegyverek Téves szabályozás	Szociális-társadalmi elszigetelődés Morális relativizmus Istent játszani Munkahelyek elvesztése Egyenlőtlen jövedelmek Növekvő gazdasági különbségek Társadalmi feszültségek a munkahelyek átalakulása miatt	Manipuláció A megbízhatóság aláásása Teljes társadalmi ellenőrzés Piaci monopóliumok kialakulása	

1. táblázat. MKI-kockázatok dimenzionált áttekintése
Szerkesztette: Csáki Csaba

MI-kockázatok kezelése: lehetőségek és buktatók

A rendszer fejlesztőinek nemcsak a modellt és az adatokat kell tudniuk „uralni” önmagukban, de fel kell mérniük a használat közbeni várható viselkedést is. Mi több, ezt minden egyes speciális alkalmazási kontextusban meg kell érteniük, külön kitérve arra, várhatóan hogyan fogják használni a rendszert, illetve az adott kontextusban dolgozó jövőbeli felhasználók hogyan fogják interpretálni a rendszer előrejelzéseit vagy javaslatait („döntését”), és hogyan reagálnak azokra. Ez természetesen nem kiszámítható, nincs egzakt tudományos módszer rá – tapasztalat és körültekintés szükséges. A kezelési lehetőségek áttekintését öt irányból érdemes megközelíteni: technikai, szakmai, szervezeti, jogi és társadalmi.

- *Technikai, technológiai megoldások:*
 - beépített szabályozás (*regulation by design*);
 - kontrollált platformok biztosítása;
 - a modell teljesítményének folyamatos vagy rendszeres ellenőrzése.
- *Szervezeti feladatok:*
 - átláthatóság biztosítása;
 - etikai kódex készítése;
 - etikai tanács felállítása.
- *Szakmai utak:*
 - szakértői testületek, szakmai közösségek/szervezetek létrehozása;
 - legjobb gyakorlatok, iránymutatások (lásd pl. IEEE);
 - xMI- és megbízható MI-előírások.
- *Jogi lehetőségek:*
 - szabályozás(ok);
 - szabályozói szervezetek és infrastruktúra.
- *Társadalmi lépések:*
 - informálás;
 - oktatás, felkészítés.

A fenti lehetőségek természetesen kombinálhatók és együttes hatásuk számos kockázat megelőzését és kezelését teheti hatékonyabbá és sikeresebbé.

Összegzés és további kutatási irányok

A fentiekből következik, hogy nagyon nehéz előre megmondani, milyen hatásokkal jár az ember–MI szimbiózis, és milyen nem kívánatos reakciók és viselkedésformák alakulhatnak ki. Nem tudjuk pontosan előrejelezni a pszichológiai reakciókat és a szociológiai dinamikát. Továbbá számolni kell azzal, hogy egy adott rendszer bevezetése során és következményeként számos módon lehet torzítani a bevezetést (annak célját, hasznát és indokoltságát) vagy a használat módját, de előfordulhat ellenállás és manipuláció is. Arra is fel kell hívni a figyelmet, hogy a mai globális, többdimenziós piacok, hatalmas adattömegek és növekvő komplexitás olyan típusú kihívások elé állítja a piac szereplőit, amelyekre a hagyományos (e tanulmányban is említett) kockázatkezelési technikák és a megszokott szervezetiirányítási gyakorlatok nincsenek felkészülve és nem adnak megfelelő válaszokat. Ez önmagában is kockázat, ráadásul olyan, amely sokszor rejtve marad, tipikusan nincs a gondolkodás előterében. Az MI fejlesztése és különösen alkalmazása során számos logikai visszacsatolást érhetünk tetten, ami növeli a veszélyes megerősítés lehetőségét.⁴¹

Végül – amit az irodalom az integrált megközelítés hiánya miatt jellemzően elhanyagol vagy elsiklik fölötté – az a megfigyelés, hogy a jelenlegi MI-rendszerek egyáltalán nem olyan intelligensek, mint amilyenek sokszor gondoljuk őket. Sőt, bár egyes technikai, mintafelismerésen alapuló tevékenységekben messze túlteljesítik az emberi képességeket, a legegyszerűbb helyzetekben is képesek döbbenetesen „buta” dolgokat elkövetni. Ez egyrészt azért meggondolandó, mivel ezek a rendszerek viharos gyorsasággal terjednek és már ott vannak szinte mindenütt, másrészt valós képességeikhez képest túl nagy felelősségű tevékenységekben is lehet irányító, meghatározó szerepük. Talán mégis azoknak lesz igazga, akik komoly veszélyekre figyelmeztetnek – de nem a szuperintelligencia okán, hanem a láthatatlan buta intelligenciák tömege miatt.

E kimenet megelőzésének érdekében a kutatás legfőbb eredménye egy ökoszisztéma-alapú MI kockázati keretrendszer kialakítása az alábbiak szerint.

A javaslat a keskeny MI fejlesztési folyamatának négy szakaszát különbözteti meg:

- fejlesztés: a modell kidolgozása, adatok kezelése és az (alap)modell betanítása;
- a megoldás bevezetése: a modell (szervezeti) folyamatba illesztése, a modell testreszabása és a helyi adatok kezelése;
- az MI (modell) (napi) használata;
- az MI bevezetésének és használatának hatásai (mind az adott szervezeten belül, mind azon kívül).

⁴¹ O'NEIL, Cathy: Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy. Crown, New York, 2016.

Az MI-munkafolyamatban több új szerep ismerhető fel a régiek mellett. Ezek közül a legfontosabbak: adatszolgáltatók, adatkezelők, MI-eszközfejlesztők, adattudósok, IT-üzemeltetés, kontextust meghatározók (törvényalkotók és szakmai szervezetek), felhasználók (és kiváltott alkalmazottak), értékelték, szakértők, megbízók, „rosszakarók” és a hatásokban érintettek.

A tanulmány a feldolgozott irodalom és szakmai anyagok (weboldalak és ipari tanulmányok) által felsorolt kockázatok közül ötvenhetet helyez el egy MI kockázati mátrixban.

Mind az ökoszisztéma-modell, mind a kockázati mátrix két lépésben alkalmazható a gyakorlatban: 1) előbb a szerepek és a folyamatok részletes kibontása szükséges egy adott iparágra vagy szakterületre – ekkor az egyes szerepek további részszerkepre bonthatók (ez a 2. szint); 2) az így finomított modellt lehet konkretizálni egy specifikus szervezet vagy célzott szakmai alkalmazó közösség szintjén – ahol a szerepeket konkrét, nevesített szereplők is felvehetik, vagy a szerep specifikálható az adott szűkebb környezetre, illetve a folyamatok és az adatok is konkrétan behelyettesíthetők (ez a 3. szint). Az általános modell nem jelzi a lehetséges visszacsatolásokat, hiszen azok nem állapíthatók meg azon a szinten, felismerésük és elemzésük szintén a harmadik szinten (azaz a második lépés után) válik lehetségessé.

Jelen dolgozat és javasolt szervezeti MI-re koncentrált (tehát pl. nem vizsgálja játékok vagy egyénileg, saját szórakoztatásra fejlesztett MI-programok kockázatait).

A későbbiekben megvalósítható a teljes kutatási program tématerületi csoportjaival együttműködve az egyes területek (ipar, pénzügy, oktatás, eu. stb.) eredményeinek összevetése és elemzése az ökoszisztéma-modell mentén (részben annak validálására), illetve az egyes tématerületekhez kapcsolható megelőzési lehetőségek és feltételeik feltérképezése (pl. szabályozási, fejlesztői-technikai, alkalmazási dimenziók mentén). További lehetséges kutatási feladat az ökoszisztéma-modell és a kockázati mátrix gyakorlati alkalmazása. Az egyes feldolgozott iparágak kockázati térképén (lásd 1. lépés, 2. szint) túl részletes esettanulmányokat is érdemes kidolgozni az irodalomban feldolgozott esetek segítségével (lásd 2. lépés, 3. szint).

IRODALOMJEGYZÉK

AMODEI, Dario – OLAH, Chris – STEINHARDT, Jacob – CHRISTIANO, Paul – SCHULMAN, John – MANÉ, Dan: Concrete Problems in AI Safety. ArXiv Preprint ArXiv:1606.06565, 2016. <https://arxiv.org/pdf/1606.06565.pdf>; letöltés: 2022.08.10.

BONNEFON, Jean-François – SHARIF, Azim – RAHWAN, Iyad: The moral psychology of AI and the ethical opt-out problem. Oxford University Press, Oxford, UK, 2020. pp. 109–126.

CARDOSO, Pedro Bandeiros – DOMINGOS, Dulce – RESPICIO, Ana: Contributions for risk assessment of IoT-aware business processes at different granularity levels. Procedia Computer Science, Volume 192, 2021. pp. 991–1000. https://www.researchgate.net/publication/355025896_Contributions_for_risk_assessment_of_IoT-aware_business_processes_at_different_granularity_levels; letöltés: 2022.04.27.

CHEATHAM, Benjamin – JAVANMARDIAN, Kia – SAMANDARI, Hamid: Confronting the risks of artificial intelligence. McKinsey and Company, 2019.04.26.
<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/confronting-the-risks-of-artificial-intelligence>; letöltés: 2021.11.30.

CISA Review Manual

<https://store.isaca.org/s/store#/store/browse/detail/a2S4w000004KoCbEAK>;
letöltés: 2022.07.08.

CURRIE, Morgan – FELDMAN, Jessica – HIMMELREICH, Johannes – NIKER, Fay: Coding Caring Workshop Report. Focused study for the Stanford AI100 Report. Stanford University, 2019.
https://ai100.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj18871/files/media/file/coding_caring_workshop_report_1000w_0.pdf; letöltés: 2021.12.21.

DAVENPORT, Thomas H. – PRUSAK, Laurence: Information Ecology: Mastering the Information and Knowledge Environment. Oxford University Press, New York, 1997.

Ecosystem az OxfordDictionaries.com online szótárban.

<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/ecosystem>;
letöltés: 2017.10.12.

FEDOROWICZ, Jane – GOGAN, Janis L. – RAY, Amy W.: The Ecology of Interorganizational Information Sharing. Journal of International Information Management, Volume 13, Issue 1, 2004.

<https://scholarworks.lib.csusb.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1243&context=jitim>;
letöltés: 2022.09.11.

GASPER, Des – GÓMEZ, Oscar A.: Human security thinking in practice: 'personal security', 'citizen security' and comprehensive mappings.

Contemporary Politics, Volume 21, Issue 1, 2015. pp. 100–116.

https://www.researchgate.net/publication/271224384_Human_security_thinking_in_practice_%27personal_security%27_%27citizen_security%27_and_comprehensive_mappings;
letöltés: 2022.04.25.

ISMAGILOVA, Elvira – HUGHES, Laurie – RANA, Nripendra P. – DWIVEDI, Yogesh K.: Security, privacy and risks within smart cities: Literature review and development of a smart city interaction framework. Information Systems Frontiers, Volume 24, Issue 2, 2022. pp. 393–414.

https://www.researchgate.net/publication/343123843_Security_Privacy_and_Risks_Within_Smart_Cities_Literature_Review_and_Development_of_a_Smart_City_Interaction_Framework;
letöltés: 2022.04.25.

ISO 26262-1:2011: Road vehicles – Functional safety – Part 1: Vocabulary.

<https://www.iso.org/standard/43464.html>; letöltés: 2022.10.12.

KERRIGAN, Charles: Artificial Intelligence: Law and Regulation.

Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, 2022.

LAUDON, Kenneth C.– LAUDON, Jane P.: Management information systems:

Managing the digital firm. Pearson Education, 2004.

https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/Kenneth_C.Laudon,Jane_P_.Laudon_-_Management_Information_Sysrem_13th_Edition_.pdf; letöltés: 2022.10.16.

- LI, Guofu – ZHU, Pengjia – LI, Jin – YANG, Zhemin – CAO, Ning – CHEN, Zhiyi: Security Matters: A Survey on Adversarial Machine Learning. ArXiv Preprint ArXiv:1810.07339, 2018.
https://www.researchgate.net/publication/328353230_Security_Matters_A_Survey_on_Adversarial_Machine_Learning; letöltés: 2021.11.17.
- MIRBABAIE, Milad – BRÜNKER, Felix – MÖLLMANN, Nicholas R. J. (Frick) – STIEGLITZ, Stefan: The Rise of Artificial Intelligence – Understanding the AI Identity Threat at the Workplace. *Electronic Markets*, Volume 32, Issue 1, 2022. pp. 73–99.
https://www.researchgate.net/publication/355094976_The_rise_of_artificial_intelligence_-_understanding_the_AI_identity_threat_at_the_workplace; letöltés: 2022.07.08.
- MOHSENI, Sina – WANG, Haotao – YU, Zhiding – XIAO, Chaowei – WANG, Zhangyang – YADAWA, Jay: Practical Machine Learning Safety: A Survey and Primer. ArXiv Preprint ArXiv:2106.04823, 2021.
- NARDI, Bonnie A. – O'DAY, Vicky L.: *Information Ecologies: Using Technologies with Heart*. MIT Press, Cambridge, 1999.
- O'NEIL, Cathy: *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown, New York, 2016.
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4605464/mod_resource/content/1/%28FFLCH%29%20LIVRO%20Weapons%20of%20Math%20Destruction%20-%20Cathy%20Neal.pdf; letöltés: 2021.12.21.
- ØIEN, Knut: A framework for the establishment of organizational risk indicators. *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 74, Issue 2, 2001. pp. 147–167.
- OMOHUNDRO, Steve: Autonomous technology and the greater human good. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, Volume 26, Issue 3, 2014. pp. 303–315.
<https://pdfs.semanticscholar.org/2f5f/3234fa085ba16fdbbc92527f0759fc9e8d16.pdf>; letöltés: 2022.05.24.
- ORTEGA, Pedro A. – MAINI, Vishal: Building Safe Artificial Intelligence: Specification, Robustness, and Assurance. DeepMind Safety Research, 2018.09.27.
<https://deepmindsafetyresearch.medium.com/building-safe-artificial-intelligence-52f5f75058f1>; letöltés: 2022.12.30.
- PARSONS, Mark A. – GODØY, Øystein – LEDREW, Ellsworth – DE BRUIN, Taco F. – DANIS, Bruno – TOMLINSON, Scott – CARLSON, David: A Conceptual Framework for Managing Very Diverse Data for Complex, Interdisciplinary Science. *Journal of Information Science*, Volume 37, Issue 6, 2011. pp. 555–569.
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0165551511412705>; letöltés: 2021.11.15.
- PENCE, Justin – MOHAGHEGH, Zahra – OSTROFF, Cheri – LEE, Ernie – YILMAZ, Fatima – GRANTOM, Rick – JOHNSON, David: Toward monitoring organizational safety indicators by integrating probabilistic risk assessment, socio-technical systems theory, and big data analytics. 12th Int. Probabilistic Safety Assessment and Management Conference, 2014. pp. 237–251.
https://www.iapsam.org/psam12/proceedings/paper/paper_549_1.pdf; letöltés: 2022.02.11.

PwC: How will AI change the future-of-work?

<https://www.pwc.com/gx/en/archive/about/analyst-relations/future-of-work.html>;
letöltés: 2022.12.20.

RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter: Artificial intelligence – a modern approach.
Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 2021.

https://people.engr.tamu.edu/guni/csce421/files/AI_Russell_Norvig.pdf;
letöltés: 2022.04.17.

SHANKAR, Ram – KUMAR, Siva – SNOVER, Jeffrey – O'BRIEN, David – ALBERT, Kendra –
VILJOEN, Salome: Failure Modes in Machine Learning. Microsoft, November 2019.
<https://docs.microsoft.com/hu-hu/security/engineering/failure-modes-in-machine-learning>;
letöltés: 2020.05.21.

SILBERG, Jake – MANYIKA, James: Tackling bias in artificial intelligence (and in humans).
McKinsey and Company, 2019.06.06.

<https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/tackling-bias-in-artificial-intelligence-and-in-humans>; letöltés: 2021.12.22.

STEINHARDT, Jacob: Long-term and short-term challenges to ensuring the safety of AI
systems. Academically Interesting blog, 2015.06.24.

<https://jsteinhardt.wordpress.com/2015/06/24/long-term-and-short-term-challenges-to-ensuring-the-safety-of-ai-systems/>; letöltés: 2022.07.12.

TAEIHAGH, Araz – LIM, Hazel Si Min: Governing autonomous vehicles:

Emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks.

Transport Reviews, Volume 39, Issue 1, 2019. pp. 103–128.

<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/01441647.2018.1494640?src=getftr>;
letöltés: 2022.09.04.

TSUJIMOTO, Masaharu – KAJIKAWA, Yuya – TOMITA, Junichi – MATSUMOTO, Yoichi:

A Review of the Ecosystem Concept – Towards Coherent Ecosystem Design.

Technological Forecasting and Social Change, Volume 136, 2018. pp. 49–58.

https://www.researchgate.net/publication/318449271_A_review_of_the_ecosystem_concept_-_Towards_coherent_ecosystem_design; letöltés: 2022.07.08.

VICSEK, Lilla: Artificial intelligence and the future of work—lessons from the sociology of
expectations. International Journal of Sociology and Social Policy, Volume 41, Issue 7-8,
2020. pp. 842–861.

https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/7075/1/Lilla_Vicsek_2021IJSSP.pdf;
letöltés: 2022.10.21.

ZINGALES, Luigi: Towards a political theory of the firm. Journal of Economic Perspectives,
Volume 31, Issue 3, 2017. pp. 113–130.

<https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.31.3.113>; letöltés: 2022.09.17.

GYULAI TAMÁS

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA OKOSVÁROSOKBAN DIGITÁLIS IKER ALKALMAZÁSÁVAL

BEVEZETÉS

A digitális ikerpár koncepciója nem újdonság, de a mesterséges intelligencia (MI) alkalmazása jelentősen továbbfejleszti azt, amire használhatók. Együttesen megváltoztatják a termékek tervezésének, gyártásának és karbantartásának módját az egyre összetettebbé és összekapcsoltabbá váló világunkban.

A Digital Twin Consortium meghatározása szerint a digitális iker „*egy valós világbeli entitás vagy rendszer digitális reprezentációja*”. (Ezt részletesebben mutatja be egy későbbi fejezet.) Több digitális ikertestvér adatai összesíthetők, így holisztikus képet kaphatunk több valós világbeli egységről, például erőművekről vagy városokról és a hozzájuk tartozó folyamatokról. A mesterséges intelligencia továbbfejleszti a digitális ikereket, lehetővé téve a technológia számára a „mi lenne, ha” forgatókönyvek vizualizálását és szimulációk futtatását, ami korábban nem elérhető betekintést nyújt. Az ok-okozati összefüggések jobb helyzettudatossága támogatja az agilisabb és fenntarthatóbb döntéshozatalt.

A digitális ikrek és az MI alkalmazásával a szervezetek finomabb betekintést nyernek a működésükbe, így jelentős költségmegtakarítást, hatékonyságnövekedést és jobb fenntarthatóságot célzó lépéseket tehetnek meg. A termékminőség javul a hibák csökkentése és a problémák gyors megoldása révén a teljes életciklus során. Emellett az innováció is növekszik a gyorsabb és átfogóbb fejlesztés révén.

A digitális ikrek nemcsak a műveletek optimalizálásában segítenek, hanem fontos szerepet tudnak játszani abban is, hogy a szervezetek elérjék környezetvédelmi, társadalmi és irányítási céljait. A digitális iker így módot nyújt az energiafogyasztás és a kibocsátások csökkentésének modellezésére és megértésére, mert a szervezetek tesztelhetnek forgatókönyveket a fenntarthatósági és az éghajlati célok elérése érdekében. A fenntarthatóság pedig egyre inkább globális szükségszerűség lesz, és így az MI elfogadását is fel fogja gyorsítani az, hogy a mesterséges intelligenciát egyre gyakrabban használják a digitális ikrek működtetésére.

Ipari környezetben a digitális ikrek lehetőséget nyújtanak a gyártóknak arra, hogy megértsék, hogyan optimalizálhatják működésüket és javíthatják a stabilitást. A szimuláció például azonosíthatja a potenciális pontokat egy folyamatban, ahol energiavesztés fordulhat elő, valamint feltárhatja a fogyasztás csökkentésének a lehetőségeit is. Emellett a virtuális szimuláció csökkenti a fizikai prototípusok építésével járó pazarlást és energiát. A mesterséges intelligencia ebben azért tud hatékonyan segíteni, mert az MI-algoritmusok az emberi kognitív képességeket

messze meghaladóan képesek az adatok feldolgozására, a minták felismerésére és a jövőbeli eredmények előrejelzésére. A gyártósorok szimulálásával a gyártók megérthetik, hogyan lehet minden szakaszban olyan változtatásokat végrehajtani, amelyek csökkentik a környezeti hatásokat és javítják a hatékonyságot – ezáltal növelve a költségmegtakarítást.

A digitális iker és a mesterséges intelligencia fontos hozzájárulást tudnak adni ahhoz is, hogy a városok csökkentsék tudják környezeti hatásukat. Olyan virtuális szimulációk tudnak ehhez segítséget adni, amelyek segítik a tervezőknek megérteni, hogyan csökkenthetők a torlódások, a kibocsátások, a szennyezés és más kihívások a különböző forrásokból származó adatok elemzésével és a különböző változók tesztelésével a virtuális modellben. Az okosvárosok pedig megnyitják az utat az úgynevezett „big data”, vagyis az egyszerűen, olcsón és hatékonyan létrehozott adatbázisok vagy szenzorhálózatok (a dolgok internete, IoT) előtt, amelyek különböző forrásokból gyűjtenek információkat a városi folyamatok és a polgárok viselkedési szempontjainak tesztelésére és kifinomult szimulációk létrehozására.

Az okosvárosok ezért használják a modern technológiát a jövőbeli energiaszükségletek, kibocsátások, parkolás, közlekedés és vészhelyzetkezelés modellezésére. Például az IoT-érzékelők adatokat gyűjtenek az autókról, a töltőhálózatokról és a városi infrastruktúráról a modellekhez és a tájtervezéshez, a városi tisztviselők pedig a megszerzett felismeréseket a fenntarthatóságot célzó politikák és prioritások tájékoztatására használják fel.

Az intelligens épületek létrehozása az okosvárosok megvalósításának egy másik olyan területe, ahol a digitális iker segítik a fenntarthatósági erőfeszítéseket. A zöld épületek tervezésére irányuló szabályozás miatt az építőiparban egyre inkább előzetes részletes tervezésre van szükség a környezeti hatások és az energiafogyasztás csökkentése érdekében. A digitális modell ezért lehetővé teszi az infrastruktúra tulajdonosai számára az erőforrások jobb kihasználását, az emberi igények kielégítését és a fenntarthatóbb épített környezetet támogató döntések meghozatalát.

A különböző forrásokból származó adatok hasznosításával ma már jobb erőforrás-tervezésre van lehetőség, és ebben a mesterséges intelligencia szerepe is egyre meghatározóbb lesz. Ahogy a digitális iker és az intelligens technológiák egyre szélesebb körben elterjednek, úgy lesz lehetőség jobb döntések meghozatalára, amelyek támogatják a körkörös, kevésbé szén-dioxid-intenzív gazdaságot, és végső soron egy fenntarthatóbb bolygót eredményeznek.

A KUTATÁSI MUNKA SZERVEZETI HÁTTERE ÉS MÓDSZERTANA

Kutatási munkámat 2020 óta a Széchenyi István Egyetem doktori hallgatójaként végzem. Munkahelyem Szombathelyen van, ahol a Pannon Gazdasági Hálózat Egyesület munkatársaként dolgozom. Munkámat ösztöndíjjal támogatja a Kooperatív Doktori Program, amelyet a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap finanszíroz.

Munkámhoz szakmai háttérrel ad a Smart Cities Council,¹ amely amerikai székhelyű szervezetként foglalkozik az okosvárosok témakörével. Szintén fontos szakmai forrás a Digital Twin Consortium,² amely a digitális iker-koncepció alkalmazásában nyújt tudást és tapasztalatot. Szakmai közösségként említést érdemel az International Economic Development Council,³ amely a területi alapú gazdaságfejlesztésben jelent nemzetközi hálózatot. Résztevője vagyok emellett az Európai Fejlesztési Ügynökségek Szövetségének⁴ is, ahol az innováció európai fejlesztési programjairól van lehetőségem naprakész információkhoz jutni.

Kutatási munkámhoz módszertani háttérrel ad az Európai Bizottság *Intelligent Cities Challenge* (ICC)⁵ kezdeményezése, amely több mint 100 európai városnak ad segítséget az intelligens, társadalmilag felelősségteljes és fenntartható növekedéshez modern technológiák alkalmazásával. A két és fél éves időtartamú projekt szakmai támogatást ad a városoknak ahhoz, hogy stratégiai tervezést végezzenek és a kialakított jövőkép elérésére ütemtervet készítsenek. Szombathely 2019 óta vesz részt a programban, és így Szombathely is ennek keretében készítette el gazdaságfejlesztési programját *Szombathely 2030* címmel.

Összehasonlító elemzéseimet az ICC keretében együttműködő 70 európai város adataira támaszkodva végzem: a program kezdetén megfogalmazott célokat és fejlesztési elképzeléseket (2019-ben leadott tervek alapján) összevetem a program végére kialakított fejlesztési ütemtervvel (2022 novemberi információk alapján), majd az így összegzett adatokra támaszkodva részletes kérdőíves felmérést készítek a kiválasztott városokra vonatkozóan. A kutatásomat 2023 első felében tervezem befejezni, amelynek eredményeit a 2023 végére elkészíteni tervezett doktori disszertációmban szeretném felhasználni.

Jelen tanulmányban a digitális iker-koncepció alkalmazási lehetőségeit vizsgáltam meg mint olyan új megoldást, amely az okosvárosok keretében ad lehetőséget a mesterséges intelligencia alkalmazására. Kutatási eredményeim további gyakorlati hasznosítását az EPIX projekt⁶ résztvevőjeként tervezem végezni, mert ez a projekt az okosvárosok és az iparági klaszterek kapcsolatrendszerét célozza fejleszteni.

¹ The Smart Cities Council Story.
<https://www.smartcitiescouncil.com/about-us>; letöltés: 2021.12.17.

² Digital Twin Consortium.
<https://www.digitaltwinconsortium.org/>; letöltés: 2021.12.16.

³ IEDC – International Economic Development Council.
<https://www.iedconline.org/pages/about-iedc/>; letöltés: 2021.12.28.

⁴ EURADA – European Association of Development Agencies.
<https://www.eurada.org/about>; letöltés: 2021.12.28.

⁵ About Intelligent Cities Challenge
<https://www.intelligentcitieschallenge.eu/about-intelligent-cities-challenge>; letöltés: 2021.12.30.

⁶ NEIROTTI, Paolo – De Marco, Alberto – CAGLIANO, Anna Corinna – MANGANO, Giulio – SCORRANO, Francesco: Current trends in Smart City initiatives: Some stylized facts. *Cities*, Volume 38, June 2014. pp. 25–36.
https://www.researchgate.net/publication/260015335_Current_trends_in_Smart_City_initiatives_Some_stylised_facts; letöltés: 2021.12.10

Ennek keretében nyílik majd lehetőségem arra, hogy a digitális iker gyakorlati megvalósításában is részt tudjak venni, ideális esetben nemcsak Szombathelyen, hanem más magyarországi városban is.

OKOSVÁROSOK – MEGHATÁROZÁSOK ÉS MEGKÖZELÍTÉSEK

Néhány évtizeddel ezelőtt az intelligens városok futurisztikus elképzelést jelentettek, de mára ez általánosan elterjedt megközelítéssé vált a városfejlesztésben. Világszerte egyre több okosváros jön létre. A nemzetek jelentős költségvetést fordítanak városok fejlesztésére és az olyan kutatási munkák finanszírozására, amelyek lehetővé teszik, hogy a városok jól működjenek és megfeleljenek a meghatározott szabványoknak, vagy akár túlszárnyalják azokat. Míg egyes városok új projektként épülnek, addig sok országban a hagyományos városaikat alakítják át intelligens városokká.

Az okosváros fogalma nem teljesen új a közigazgatásban: a kifejezés kezdete az 1990-es évekre nyúlik vissza, és az intelligens növekedés fogalmához kapcsolódik.⁷ A fogalomnak azonban nincs általánosan elfogadott definíciója.⁸ A meghatározás a városi lakosság képzettsége, a helyi kényelem és a képzett polgárok számára nyújtott vonzerő közötti összefüggéstől⁹ a kreatív osztály fontosságának hangsúlyozásán át¹⁰ egészen olyan elméletekig terjed, amelyek olyan városokat vagy projekteket írnak le, ahol az információs és a kommunikációs technológiákat használják fel a fenntartható fejlődés keretében a lakosok életminőségének javítása érdekében.¹¹

Városi technológiák

Az intelligens városok olyan városi környezetet jelentenek, amelyek az IoT és a hálózatépítés, az érzékelőtechnológiák, az adatelemzés és a számítástechnika segítségével a városi teret összekapcsolják és kommunikálnak egymással, hogy jobban kihasználják az infrastruktúrát a közlekedés, az energia, a környezeti megfigyelés és a térbeli tájékozódás, valamint a kormányzási struktúra területén, végső céljuk pedig a fenntartható fejlődés és a boldog polgárok előmozdítása.

⁷ CALDWELL, Wayne J. (szerk.): *Rediscovering Thomas Adams: Rural Planning and Development in Canada*. UBC Press, Vancouver, BC, Canada, 2011.

⁸ NEIROTTI, Paolo – De Marco, Alberto – CAGLIANO, Anna Corinna – MANGANO, Giulio – SCORRANO, Francesco: *Current trends in Smart City initiatives: Some stylized facts*.

⁹ SHAPIRO, Jesse M.: *Smart Cities: Quality of Life, Productivity, and the Growth Effects of Human Capital*. *The Review of Economics and Statistics*, Volume 88, Issue 2, May 2006. pp. 324–335. <https://direct.mit.edu/rest/article-abstract/88/2/324/57572/Smart-Cities-Quality-of-Life-Productivity-and-the>; letöltés: 2021.11.24.

¹⁰ FLORIDA, Richard: *Bohemia and Economic Geography*. *Journal of Economic Geography*, Volume 2, Issue 1, January 2002. pp. 55–71.

https://www.researchgate.net/publication/5213223_Bohemia_and_Economic_Geography; letöltés: 2022.01.04.

¹¹ D'AURIA, Anna – TREQUA, Marco – VALLEJO-MARTOS, Manuel Carlos: *Modern Conceptions of Cities as Smart and Sustainable and Their Commonalities*. *Sustainability*, Volume 10, Issue 8, 2018. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2642>; letöltés: 2022.01.06.

Az okosvárosok fejlődését transzformációs folyamatként vizsgálva Szarek-Iwaniuk és Senetra tanulmányukban¹² ennek elméletét úgy határozták meg, hogy nemcsak a városok *smart city*-vé válása tekinthető transzformációs folyamatnak, hanem maga az okosváros koncepciója is fejlődésen megy keresztül, amelynek során a civil részvétel minősége is megváltozik. Ennek alapján az okosvárosok három generációba sorolhatók: kezdetben elsősorban a technológiai lehetőségek kiaknázása és a városmenedzsment hatékonyságának javítása volt a fókuszban (Okosváros 1.0). A következő generációs okosvárosban az érintettek helyi bevonásával a modern technológiák mellett egyenrangúan fontossá válik az életminőség javítása és a helyi kormányzás is (Okosváros 2.0). A harmadik generációs városokban (Okosváros 3.0) pedig nemcsak az érintettek bevonásának mértéke növekszik, hanem megjelenik a közösségi kontroll, a közösségi kezdeményezés és irányítás, valamint a közösségi létrehozás is.¹³

Az okosvároshoz szorosan köthető a fenntarthatóság, ami a társadalmi, az ökológiai és a gazdasági feltételeket veszi figyelembe. Ebből következően a fenntartható intelligens tervezés az erőforrások csökkentésére és újrahasznosítására, a gazdasági hatékonyság növelésére és a társadalmi szempontok integrációjának javítására irányuló stratégiák kidolgozásával foglalkozik. Ilyenek például a gyalogosbarát környezet, a hatékony úthálózatok és mobilitási rendszerek, a fenntartható földhasználat, a körforgásos gazdaság, illetve a munkahelyekhez, a kiskereskedelemhez, a szolgáltatásokhoz, az egészségügyhöz, a kultúrához és a szabadidőhöz való hozzáférés mindenki számára. Egyes szerzők a fenntartható és az intelligens város megközelítést ötvözik,¹⁴ mások a koncepciót a globális éghajlatváltozásra adott válasznak, illetve a városirányítás hatékonyabbá tételére irányuló törekvés egyik lépésének tekintik. Ezzel megpróbálják vonzani az Y és a Z generációt, akiket gyakran az új gazdasági hatékonyság előmozdítóinak tekintenek.¹⁵ E digitális technológiák fejlődésének társadalmi és etikai következményei is vannak, illetve a technológiai óriások növekvő befolyása a városok gazdaságára, a lakosok szabadságára és magánéletére¹⁶ olyan kérdés, amelyet sokszor nem vesznek kellőképpen figyelembe.

¹² SZAREK-IWANIUK, Patrycja – SENETRA, Adam: Access to ICT in Poland and the Co-Creation of Urban Space in the Process of Modern Social Participation in a Smart City—A Case Study. Sustainability, Volume 12, Issue 5, March-1 2020. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/5/2136>; letöltés: 2021.12.20.

¹³ GYIMESI Áron – SOMLYÓDYNÉ PFEIL Edit: Az adat és a kormányzás jelentősége az okos város stratégiai alapú értékteremtési folyamatában – Magyar nagyvárosok összehasonlítása egy szintetizáló ökoszisztéma modell keretében. Tér és Társadalom, 35. évfolyam 3. szám, 2021. <https://tet.rkk.hu/index.php/TeT/article/view/3339/5386>; letöltés: 2022.01.16.

¹⁴ NAM, Taewoo – PARDO, Theresa A.: Conceptualizing Smart City with dimensions of technology, people and institutions. The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research, College Park, MD, USA, 12–15 June 2011. pp. 282–291. https://www.researchgate.net/publication/221585167_Conceptualizing_smart_city_with_dimensions_of_technology_people_and_institutions; letöltés: 2021.12.16.

¹⁵ HARRISON, Colin – DONNELLY, Ian Abbott: A Theory of Smart Cities. Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS, Hull, UK, 17–22 July 2011. <https://journals.issss.org/index.php/proceedings55th/article/view/1703/572>; letöltés: 2021.11.26.

¹⁶ VIITANEN, Jenni – KINGSTON, R. Smart Cities and Green Growth: Outsourcing Democratic and Environmental Resilience to the Global Technology Sector. Environment and Planning A, Volume 46, Issue 4, 2015. pp. 803–819. https://www.researchgate.net/publication/270500884_Smart_Cities_and_Green_Growth_Outsourcing_Democratic_and_Environmental_Resilience_to_the_Global_Technology_Sector; letöltés: 2021.12.17.

A környezettel való intuitív interakciót az okosvárosban a felhasználóval való intelligens interfész és a nagy mennyiségű adat különböző célokra történő feldolgozása teszi lehetővé. Ilyen például az intelligens kormányzás, a közéletben való részvétel, az átlátható kormányzás biztosítása, valamint a köz- és szociális szolgáltatásokhoz való hozzáférés elősegítése révén. Az intelligens mobilitás megvalósítása történhet helyi, nemzeti és nemzetközi elérhetőség megkönnyítése, a közlekedési rendszer fenntarthatóságának biztosítása és a nagy rendelkezésre állású IT-infrastruktúra biztosítása révén. Az intelligens életvitelhez a város a lakhatás minőségének javítása révén, magas fokú személyes biztonsággal, oktatási, kulturális és turisztikai létesítményekkel tud hozzájárulni, illetve intelligens infrastruktúrát tud nyújtani az intelligens technológiáknak a várost kiszolgáló alapvető rendszerekbe történő integrálásával. Az intelligens környezet pedig az ökológiai tudatosság és a megújuló erőforrások előmozdítása révén érhető el.

Nemzetközi szabályozás okosvárosokra

Az intelligens városok fejlesztése során a pénzügyi modellekre nem könnyű mintákat adni, mert például egy európai, amerikai vagy ázsiai országban egészen más megfontolások lehetnek fontosak. A kormányzat, a technológia és az üzleti szféra részaránya és befolyása így a város adottságaitól függ, így még az intelligens város definíciója szerint is ez egy erősen helyfüggő kérdés lehet. Lényeges és fontos ezért *benchmark*-adatkészletek létrehozása az intelligens városok teljesítményének mérésére és összehasonlítására.¹⁷

A hagyományos városok korszerűsítéséhez ezért jelentenek hasznos útmutatást a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) szabványai. A vonatkozó nemzetközi szabvány középpontjában az a gondolat áll, hogy a legokosabb városok a hagyományos működésük átalakítására törekszenek. A városok hagyományos működési modellje a funkcionálisan orientált szolgáltatókra épült, amelyek egymással nem összehangoltan működtek, és gyakran nem a felhasználói igényekre épültek. Az intelligens városoknak ezért új működési modelleket kell kidolgozniuk, amelyek ösztönzik az innovációt és az együttműködést. Az ISO szabványai egyesítik a bevált legjobb gyakorlatokat a világ városaiból arra vonatkozóan, hogy hogyan lehet ezt az átmenet sikeresen lebonyolítani.

Az ISO 37106 szabvány – amely öt évig tartó kutatási folyamat és a városvezetők bevonása után 2018 augusztusában jelent meg – segít a városoknak megvalósítani a fenntartható jövőre vonatkozó elképzeléseiket. Az ISO 37106 meghatározza a városok intelligens működési modelljét, amely lehetővé teszi számukra, hogy megvalósítsák jövőképeiket, stratégiájukat és politikájukat gyorsabb ütemben, nagyobb agilitás és alacsonyabb megvalósítási kockázat mellett. Emellett az intelligens gyakorlatok polgárközpontú és nyitott együttműködésen alapuló digitálisan támogatott eszköztárát nyújtja az irányítás, a szolgáltatások, az adatok és a rendszerek terén. Ez a szabvány gyakorlati támogatást nyújt a városoknak és közösségeknek, amikor:

¹⁷ Smart City Terminology. Terminology Coordination Unit, European Parliament, 07/08/2019. <https://termcoord.eu/2019/08/smart-city-terminology/?nowprocket=1>; letöltés: 2021.12.28.

- menetrendet dolgoznak ki a jövőkép és a stratégia megvalósítására, illetve adaptálják az ISO 37101 irányítási rendszert a közösségek fenntartható fejlődésére vonatkozóan;
- beépítik az ISO 3712x által meghatározott mutatókat a város irányítási folyamataiba;
- az ISO 3715x-et kell alkalmazni az intelligens közösségi infrastruktúrára vonatkozóan.

Az ISO 37120 szabvány lehetővé teszi a városok számára, hogy összehasonlítsák teljesítményüket a városi szolgáltatások és az életminőség különböző mutatói tekintetében. Ezeket az okosvárosokra vonatkozó nemzetközi érvényű szabványokat 2014-ben adták ki, majd 2018-ban felülvizsgálták őket.

Az egyik legújabb szabvány az intelligens városok terminológiájáról a P3166 szabvány, amely az IEEE támogatásával készült. A P3166 szabvány úgy határozza meg az intelligens városok terminológiáját, hogy ebbe beleérti a különböző infrastrukturális és rendszerkomponensek intelligensváros-fogalmait, és a különböző városi szintű szolgáltatásokban használt fogalmakat. Hasznos információt tud nyújtani ezért például kisvárosi területek vagy a nagyobb regionális léptékű területek vezetői számára a környezet közös értéktérmetést célzó alakítása érdekében, valamint szabályozást, ajánlást, iránymutatást és inspirációt tud nyújtani az intelligens városokat fejlesztő szervezetek számára is.

A P3166 szabvány célja ezért, hogy eszközt biztosítson az intelligensváros-terminológia meghatározásához, hogy az érdekelték közös nyelvet használhassanak a szabványok tervezése során, valamint a közzétett ipari, kereskedelmi és műszaki anyagok megértéséhez. Másik cél a szabványügyi bizottságban rendelkezésre álló szakértelem felhasználásának maximalizálása annak érdekében, hogy az intelligens városok fejlesztése hatékonyabban valósulhasson meg. A társadalom, a kormányzat és a szabályozó ügynökségek normáinak kiegyensúlyozása alapvető fontosságú lesz e szabvány sikeréhez, mivel az intelligens város egy összetett, többdimenziós, többcélú és multidiszciplináris témakör.

A szabvány célja, hogy elfogadott munkafogalmakkal szolgáljon, amelyek lehetővé teszik a szakemberek számára, hogy jobban ki tudják alakítani az intelligens városok kiépítésének közös értelmezését a különböző országok között. A szabványban érdekelt felek között vannak finanszírozók, mérnökök, szakpolitikai fejlesztők, vállalkozók, egyetemi oktatók, kutatók, városvezetők, felső vezetők, közösségi innovátorok, jogászok, orvosok, gyakorlati szakemberek, döntéshozók és civil dolgozók.

A szabvány elősegíti azt is, hogy a teljesítményértékelés és -összehasonlítás igazságos, objektív, szisztematikus és következetes módon legyen elvégezhető. Lehetőség nyílik továbbá arra is, hogy a megoldás javítására vonatkozó észrevételeket és tanácsokat adjunk a befektetés megtérülésének maximalizálása érdekében, és hogy az ütemtervet hatékonyabban és tudományosabban fogalmazzuk meg a célok sokkal rövidebb idő alatt történő elérése érdekében.

Ahhoz, hogy hatékony rendszereket tudjunk működtetni a városok erőforrás-felhasználásának nyomon követésére, irányítására és ellenőrzésére, fel kell mérnünk a városok teljesítményét. Szükség van ezért egy olyan nyelv kidolgozására, amely az intelligens város objektív specifikációjának megfogalmazására szolgál. Közös megegyezésen alapuló munkakifejezésekre van szükség ahhoz, hogy garantáljuk a városok jövőjéről szóló egyeztetések során az egyértelmű kommunikációt. A társadalom előtt álló kihívások megoldásában az intelligens városok funkciója így különösen jelentős lehet az erőforrás-felhasználás és -kezelés terén.¹⁸

Egyértelműen szükség van erre az új szabvány fejlesztésre, mert már számos szabványt dolgoztak ki az intelligens városokkal kapcsolatban.¹⁹ Az intelligens városok például gyakorlati mintát és megvalósítható megoldást tudnak kínálni a 2050-ig megvalósítandó nettó nulla károsanyag-kibocsátás elérése és az életszínvonal javítása érdekében.²⁰ Európában létezik az intelligens városok és közösségek kezdeményezés azzal a céllal, hogy az európai városok fenntarthatóbbá és hatékonyabbá váljanak az energia, a közlekedés, az információ és a kommunikációs technológiák területén.²¹

Digitalizáció és innováció az okosvárosokban

Jelenleg a világ népességének 56%-a városokban él, és 2050-re a városi népesség a jelenlegi méretéhez képest több mint kétszeresére nő.²² Az Európai Unióban ez az arány jelenleg még nagyobb, az uniós polgárok 75%-a él városokban.²³ Emiatt a városok alapvető szerepet játszanak az EU zöld és digitális átmenetének megvalósításában is, hiszen a városok felelősek az üvegházhatású gázok kibocsátásának több mint 60%-áért és a világ energiafogyasztásának 78%-áért.²⁴ A siker érdekében Európában is olyan megoldásokra van szükség, amelyek képesek kezelni a városi lakosság növekvő száma által támasztott kihívásokat, különös tekintettel a mobilitásra, a lakhatásra és az éghajlatváltozásra. A digitalizációs kihívásra válasz az Európai Bizottság ambiciózus célkitűzése, amely szerint 2030-ra száz klímasemleges és intelligens várost kell létrehozni.

¹⁸ PAS 180:2014 Smart cities. Vocabulary. British Standards Institution, 28 February 2014.

<https://knowledge.bsigroup.com/products/smart-cities-vocabulary/standard>; letöltés: 2021.11.28.

¹⁹ LAI, Chun Sing – JIA, Youwei – DONG, Zhekang – WANG, Dongxiao – TAO, Yingshan – LAI, Qi Hong – WONG, Richard T. K. – ZOBAA, Ahmed F. – WU, Ruiheng – LAI, Loi Lei: A Review of Technical Standards for Smart Cities. *Clean Technologies*, Volume 2, Issue 3, August 2020. pp. 290–310. https://www.researchgate.net/publication/343716519_A_Review_of_Technical_Standards_for_Smart_Cities; letöltés: 2021.12.30.

²⁰ LAI, Chun Sing – STRASSER, Thomas I. – LAI, Loi Lei: Editorial to the Special Issue on Smart Cities Based on the Efforts of the Systems, Man, and Cybernetics Society. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems*, Volume 52, Issue 1, Jan 2022. pp. 2–6.

https://www.researchgate.net/publication/357152920_Editorial_to_the_Special_Issue_on_Smart_Cities_Based_on_the_Efforts_of_the_Systems_Man_and_Cybernetics_Society; letöltés: 2022.02.20.

²¹ Report of the Public Consultation on the Smart Cities and Communities Initiative, European Union, Brussels, 14.06.2011.

²² European Commission: Cities of the Mission for 100 Climate Neutral and Smart Cities by 2030 Announcement (2022).

²³ UNECE: Smart Sustainable Cities (2022).

<https://unece.org/housing/smart-sustainable-cities>; letöltés: 2021.12.20.

²⁴ European Commission: Smart Cities and Communities, Shaping Europe's digital future (2022).

Az OECD a digitalizáció és az okosvárosok kapcsolatát úgy értelmezi, hogy az okosvárosok *„olyan kezdeményezések, amelyek hatékonyan használják ki a digitalizációt a polgárok jólétének fokozása érdekében, valamint hatékonyabb és fenntarthatóbb városi szolgáltatásokat és környezetet biztosítanak az együttműködő érintettek részvételével”*.²⁵ A digitális innováció és az érintettek bevonása így kerülhet központi szerepbe az okosváros koncepciójában, ami a döntéshozók oldaláról nézve azt célozhatja, hogy miként lehet a legtöbbet kihozni a polgárok jóléte érdekében az okosvárosokba történő költséges beruházásokból.

Ez a megközelítés hangsúlyozza, hogy az okosvárosok hozzájárulnak az emberek életének javításához, miközben megoldásokat nyújtanak a leggyakoribb városi kihívásokra több ágazatot egyszerre érintő módon. Ebben fontos szerepet játszik a polgárok bevonása, valamint az együttműködésen alapuló partnerségek a polgári elkötelezettség fokozása érdekében, ami jelenthet állampolgári részvételt, polgárközpontú szolgáltatásokat és elkötelezettséget segítő digitális platformokat.

Az okosvárosok korábbi megközelítéseiben az önkormányzatok mellett nagyon sokszor nagyvállalatok vállaltak jelentős szerepet a kihívások meghatározásában és a megoldások megvalósításában. A digitális innováció viszont új gazdasági lehetőségeket jelent a városok számára, ami elősegíti a szolgáltatásnyújtás javítását és a polgárok bevonásának megkönnyítését is. Ehhez számos technológiai megoldás tud hozzájárulni, például az additív gyártás (pl. 3D nyomtatás), a fejlett energiatárolási technológiák vagy a vezető nélküli légi járművek (drónok). A digitalizáció előnyeinek kiaknázása így együttműködésen alapuló és az érintettek aktív részvételével zajló folyamat, amely a gazdasági növekedést és a jólét megteremtését célozza a gazdaság és a társadalom szempontjainak egyszerre történő figyelembevételével.²⁶ Így a digitális innováció lehetővé teszi a polgárok szélesebb körű bevonásának új formáit is, aminek révén a tervezés és a megvalósítás egy közösségi folyamattá válhat.

A jelenlegi digitális korszak a várost egy komplex és dinamikus adattárolóvá alakítja át, amely soha nem látott mennyiségű információval rendelkezik. A városi átalakulás a jövőben és az új adatok elérhetősége és kezelése kéz a kézben járnak majd. A fenntartható városirányítás adatgazdag környezetben zajlik. Az adatok heterogenitása (mennyiség, nagyságrend, eredet, megbízhatóság, gyakoriság, hozzáférés) nemcsak fejlett adatszaktérrelmet („városi adatelemzés”) igényel, hanem a világunk városainak fenntartható fejlődési célokkal kapcsolatos feladataihoz kapcsolódó kormányzati kihívások szilárd, társadalom-, környezet- és emberközpontú keretét is.

A digitális technológia és az IKT-központú társadalom számos lehetőséget kínál a teljesítmény és a jólét jelentős javítására a magán- és a közszférában egyaránt, mert a digitális információ fokozatosan minden fejlett társadalom átható és rendszerszintű jellemzőjévé válik. A jelenlegi „big data” hullám lehetővé teszi a kutatók és a szakpolitikai döntéshozók számára, hogy új elemzéseiknél betekintést nyerjenek városi információkra, különösen a következő területeken:

²⁵ The policy implications of digital innovation and megatrends in (smart) cities of the future: A project proposal. OECD, Paris, 2018.

²⁶ Enhancing the Contribution of Digitalisation to the Smart Cities of the Future. OECD, Paris, 2019. <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Smart-Cities-FINAL.pdf>; letöltés: 2022.01.10.

- a fenntartható városi élet és a városi közterek statisztikai alapadatai;
- a városi szereplők és az érintett érdekeltek térbeli döntései és helyhasználata;
- a városi területhasználat dinamikája;
- a szociális szolgáltatások és a környezeti szolgáltatások kínálata és hozzáférhetősége a városi agglomerációkban;
- a modern intelligens városok építészeti, tervezési és kormányzási kihívásai;
- az új adatmetrikák (beleértve a fejlett földtudományi és adatbányászati kutatási eszközöket és módszereket) a kortárs várostudományokban („a város mint adattárház”).

Az új adatárakat mind a tudományos közösséget, mind a társadalom egészét szolgálhatja fenntartható, élhető és befogadó városok megvalósítása érdekében. Ez a forradalmi nagy adatfejlesztés összekapcsolható a modern önszerveződő városi agglomerációk működésével és irányításával. Ezt a kapcsolatrendszerrel a gazdag építészeti tervezés és a történelmi örökség többretegűsége, a sok egyéni és kollektív érdek és viselkedés többdimenziós mintázata, a gazdasági, technológiai, környezeti, tudásbeli és üzleti érdekeltek közötti dinamikus kölcsönhatás, valamint a belső és a külső hálózati kapcsolódási minták nagy változatossága jellemzi.²⁷

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA VÁROSI KÖZPONTOKBAN

A mesterséges intelligencia alkalmazását ez a fejezet Európa és Amerika összehasonlításával mutatja be, majd a digitálisiker-koncepció leírásával zárul. A bemutatott fejlesztési eszközök között mindkét kontinensen fontos szerepet töltenek be a városokban működő olyan innovációs központok, amelyek az MI alkalmazásának elterjesztésére fókuszálnak.

MI a városokban – gyakorlat Európában

Az európai ipar és a kkv-k digitalizálására irányuló erőfeszítések részeként az Európai Bizottság számos kezdeményezést indított, amelyek az innovációra és az olyan alaptechnológiák használatára összpontosítanak, mint például a mesterséges intelligencia. Néhány, az MI-re vonatkozó és kapcsolódó kezdeményezés közé tartozik az ADRA²⁸ (AI, Data and Robotics Association), amely egy olyan partnerség, ahol a mesterséges intelligencia, az adatok és a robotika elfogadásának és elterjedésének előmozdítására összpontosítanak.²⁹

²⁷ LAI, Shih-Kung: Planning within complex urban systems. Routledge, New York, 2021.

²⁸ Commission and industry invest €22 billion in new European Partnerships to deliver solutions to major societal challenges. European Commission, 2021.06.14.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_2943; letöltés: 2021.12.14.

²⁹ Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe: AI, Data and Robotics. Version 18.06.2020.
https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2020-06/ec_rtd_he-partnerships-artificial-intelligence-data-robotics.pdf; letöltés: 2021.12.20.

2018 decemberében az Európai Bizottság is közzétette az MI-ről szóló koordinált cselekvési tervét, amely bemutatta az MI-vel kapcsolatos stratégiáját,³⁰ amely a beruházások növelésére, az adatok hozzáférhetővé tételére, a tehetséggondozásra és a bizalom biztosítására összpontosít. Ezt a stratégiát aztán 2021-ben felülvizsgálták.³¹

Ehhez kapcsolódóan számos olyan projektet finanszíroztak, amelyek európai szinten ösztönzik a kutatást és az innovációt a mesterséges intelligenciával kapcsolatban, de egyben az érdekelt felek együttműködését támogató ökoszisztéma létrehozásának magjaként is szolgálnak. Az egyik ilyen projekt az AI4EU (European AI On-Demand Platform and Ecosystem) volt, amelyet a Horizont 2020 keretprogram finanszírozott az „AI on demand” stratégia részeként.

Az Európai Bizottság másik kezdeményezése a digitális innovációs központok (DIH) hálózata, amelynek célja az alatechnológiák fejlesztésének és elfogadásának regionális szintű előmozdítása. Ezeket a DIH-eket az európai ipar digitalizálása kezdeményezés egyik fontos pilléréként vezették be, amely támogatja az MI európai elterjedését regionális dimenzióban. A DIH-ek célja, hogy olyan egyablakos ügyintézési pontokként szolgáljanak, amelyek a DIH közelében lévő vállalatokat támogatják a digitális átalakulásban azáltal, hogy az értéklánc valamennyi érintett szereplőjét összefogják, hogy koherens és összehangolt szolgáltatáscsomagot dolgozzanak ki.³² Ez a támogatás a legújabb digitális innovációkhoz és kísérleti létesítményekhez való könnyű hozzáférés biztosításának formájában valósul meg. A DIH-ek így közvetítőként működnek a felhasználó vállalatok és a technológiai szállítók között, és támogatást nyújtanak a fejlett technológiák teszteléséhez és kísérletezéséhez a különböző piaci szegmensekben, de regionális szinten összpontosítva.

Az MI előmozdítására és az európai tudomány és innováció támogatására irányuló erőfeszítések az új Horizon Europe keretprogrammal és a Digital Europe programmal folytatódnak.

A Digitális Európa program (DEP) olyan szakpolitikai alapú intézkedéseket határoz meg, amelyek összhangban vannak az európai adatstratégiával, és így meghatározzák az európai adatok egységes piacának jövőképét. A DEP hozzájárul továbbá a mesterséges intelligenciáról szóló fehér könyvben³³ meghatározott emberközpontú európai MI-megoldások bevezetéséhez, valamint elősegíti más

³⁰ COM(2018) 795 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Coordinated Plan on Artificial Intelligence. European Commission, Brussels, 7.12.2018. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0795&rid=3>; letöltés: 2021.12.28.

³¹ Communication on Fostering a European approach to Artificial Intelligence. European Commission, 2021.04.21. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/communication-fostering-european-approach-artificial-intelligence>; letöltés: 2022.02.10.

³² Roundtable on Digitising European Industry. Working Group 1. Digital Innovation Hubs: Mainstreaming Digital Innovation Across All Sectors. Final version, June 2017. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/dei_working_group1_report_june2017_0.pdf; letöltés: 2021.10.21.

³³ European Commission: White Paper on Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust. COM(2020) 65 final, Brussels, 19.2.2020. https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf; letöltés: 2021.11.18.

kulcsfontosságú digitális technológiák emberközpontú szemléletű alkalmazását.³⁴ A DEP különböző intézkedéseken keresztül hozzájárul a digitális szolgáltatások egységes piacáról szóló rendelethez (digitális szolgáltatásokról szóló törvény)³⁵ és a digitális ágazatban a versenyztethető és tisztességes piacokról (digitális piaci törvény)³⁶ szóló bizottsági javaslatban kiemelt célok eléréséhez is.

A DIP aktívan ösztönözni fogja a pályázókat arra, hogy a Horizont Európa / Horizont 2020 keretprogramba olyan digitális innovációkat vonjanak be, amelyek „piacérettek” és/vagy bomlasztó potenciált mutatnak. Ilyenek például a Közös Kutatóközpont (Joint Research Centre, JRC) innovációs radar³⁷ módszertana által azonosítottak projektek. A program célja továbbá a munkaerő képzettségének növelése e fejlett digitális technológiák tekintetében. A program az európai digitális innovációs központok megerősített hálózatával támogatja az ipart, a kis- és középvállalkozásokat (kkv-k) és a közigazgatást a digitális átalakulásban.

Az Európai Bizottság 2022. évi munkaprogramjában³⁸ felvázolta a következő lépéseket a digitális gazdaság megvalósítása felé, amely 2030-ra digitálisan átalakítja az EU-t.

A 2021–2027 közötti időszakban az Európai Bizottság új innovációs keretprogramja, a Horizont Európa³⁹ és az azt kiegészítő Digital program⁴⁰ nemcsak új lehetőségeket biztosít a mesterséges intelligencia kezdeményezések, a kutatás és az ipar számára, hanem közvetlen támogatást is ad a DIH-központok számára. A Digital támogatja az európai digitális innovációs központok (European Digital Innovation Hub, EDIH) hálózatának létrehozását. A felsőoktatásnak pedig lehetőséget kínál, hogy a DIH-ek szolgáltatásainak finanszírozásával folytathassák a H2020 keretében megkezdett tevékenységeket. A DIH-ekkel együttműködő ügyfelek új lehetőségei pedig arra irányulnak, hogy új digitális megoldásokkal kísérletezzenek és teszteljének vállalkozásaik fejlesztése érdekében.⁴¹

³⁴ Charter of Fundamental Rights of the European Union (2012/C, 326/02). Official Journal of the European Union, 2012.10.26. pp. 391–407.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:C2012/326/02>; letöltés: 2021.12.30.

³⁵ European Commission: Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on a Single Market For Digital Services (Digital Services Act) and amending Directive.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=COM:2020:825:FIN>; letöltés: 2021.11.30.

³⁶ European Commission: Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on contestable and fair markets in the digital sector (Digital Markets Act).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020PC0842>; letöltés: 2021.12.10.

³⁷ European Commission: Innovation Radar.

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/innovation-radar>; letöltés: 2021.11.14.

³⁸ COM(2021) 645 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Commission work programme 2022. European Commission, Strasbourg, 19.10.2021.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0645>; letöltés: 2021.12.28.

³⁹ European Commission: Funding programmes and open calls.

https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls_en; letöltés: 2021.12.04.; letöltés: 2021.12.18.

⁴⁰ European Commission: Digital Europe Programme.

https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/digital-europe-programme_en; letöltés: 2021.12.02.

⁴¹ KALPAKA, Anna – SÖRVIK, Jens – TASIGIORGOU, Alexandra: Digital Innovation Hubs as policy instruments to boost digitalisation of SMEs. European Commission, 2020.

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121604>; letöltés: 2022.01.10.

Az EDIH hálózatnak interfésszé kell válnia az Európai Bizottság számára, hogy támogassa az ágazati politikák, a kkv-politikák és az e-kormányzati politikák végrehajtását. Ez azt jelenti, hogy az EDIH egy adott ágazatra szakosodott központjával konzultálni lehet a szakterületükhöz kapcsolódó szakpolitikákról, és részt vehetnek olyan konkrét intézkedésekben. Ilyen például az Új Európai Bauhaus kezdeményezés, ahol az EDIH központjai felkérést kaphatnak, hogy segítsenek felgyorsítani az eredmények átvételét és a vezető piacok kialakulását. Egy másik példa az EDIH központjai lehetséges szerepvállalására a mesterséges intelligenciáról szóló fehér könyv⁴² eredményeként jelenleg még kidolgozás alatt álló „Adopt AI” program.

MI a nagyvárosokban – gyakorlat az Amerikai Egyesült Államokban

Az Amerikai Egyesült Államokban három intézménycsoport van, amelyek elsősorban felelősek a mesterséges intelligencia fejlesztéséért, alkalmazásáért, módosításáért és terjesztéséért: a magánvállalkozások, a közfinanszírozású nemzeti laboratóriumok, valamint a kormány, az ipar és az adományozók által finanszírozott egyetemek. Az így felépülő MI-ökoszisztéma képességeinek és tevékenységeinek fejlesztésére és optimalizálására szolgál a kormányzat mesterséges intelligenciával kapcsolatos politikája, amely a nemzeti célok és a közjó szolgálatában áll. Ha a kormányzati intézmények és szakpolitikák megfelelően működnek, az MI-innováció virágzik. Ha azonban a kormányzat elmulasztja a cselekvést vagy rosszul működik, akkor az MI-innováció is elmarad.⁴³

Az amerikai tapasztalatok szerint ezért az innovációs klaszterek számos előnnyel járnak az MI-ipar számára. Egyrészt a technológiafejlesztés korai szakaszában a klaszterek általában olyan ipari „pletykát” termelnek és cserélnek ki a termelési folyamatokról, amelyek segítik a közeli cégek versenyképesebbé és termelékenyebbé válását, míg a távolabbi cégek vagy soha nem kapják meg ezeket az információkat, vagy túl későn értesülnek róluk.⁴⁴

Másrészt az iparági klaszterek hatékony piacokat hozhatnak létre az adott iparágra jellemző inputok számára. Például az egyedi MI-chipek gyártói a lehető legtöbb MI-vállalathoz szeretnének minél közelebb lenni, mivel az MI-rendszerek gyártásán kívül kevés piac van a termékeiknek.

A probléma az, hogy miközben az MI-képességek és -cégek klaszteresedése elősegíti az innovációt és a növekedést a régiókon belül, a kapcsolódó gazdasági előnyök túlzott koncentrációja tovább erősítheti a nemzet gazdaságának már így is kiegyensúlyozatlan földrajzi helyzetét. Amint azt az ITIF *A növekedési központok ügye* (The Case for Growth Centers) című tanulmányában kifejtette, az innovációs ágazat jelentős technológiai nyereséget és jólétet hozott létre, ugyanakkor

⁴² European Commission: White Paper on Artificial Intelligence –A European approach to excellence and trust. COM(2020) 65 final, Brussels, 19.2.2020.

⁴³ TAYLOR, Mark Zachary: The Politics of Innovation: Why Some Countries Are Better Than Others at Science and Technology. Oxford University Press, New York, 2011.

⁴⁴ STORPER, Michael – VENABLES, Anthony J.: Buzz: face-to-face contact and the urban economy. Journal of Economic Geography, Volume 4, Issue 4, August 2004. pp. 351–370.
https://www.researchgate.net/publication/5213298_Buzz_Face-To-Face_Contact_and_the_Urban_Economy;
letöltés: 2022.01.04.

hozzájárult ahhoz is, hogy egyre nagyobb szakadék tátongjon az ország dinamikus „szupersztár” nagyvárosi területei és a legtöbb máshol található nagyváros között.⁴⁵

A szupersztár metropoliszok között az innovációs gazdaság „a győztes a legtöbbet kapja” dinamikája dominanciához vezetett, de egyben az élıhetőség és a versenyképesség válságához is az ingatlanárak emelkedése, a közlekedési dugók és az egyre kevésbé versenyképes bérköltségek miatt. Emiatt a „lemaradó helyekre” egyre kevésbé volt jellemző a fejlődés. Ezek az egyenlıtlen realitások komoly termelékenységi, versenyképességi és méltányossági problémát jelentenek.

Az Amerikai Egyesült Államokban így a technológiafejlesztés a mesterséges intelligencia területén is a szupersztár technológiai központok körül összpontosul: elsősorban Austinban, Bostonban, New Yorkban, a San Franciscó-i öböl térségében, Seattle-ben és Washington D.C.-ben.

Ez nem meglepő azért, mert a mesterséges intelligencia még mindig feltörekvő technológiának számít, és a technológiafejlesztés legkorábbi szakaszai gyakran a kulcsfontosságú innovációk helyszínei közelében koncentrálnak.⁴⁶ A mesterséges intelligencia iparágához hasonló, hálózatalapú rendszerekben rejlő önerősítő dinamika ellen irányuló szövetségi erőfeszítésekre van ezért szükség ahhoz, hogy a mesterséges intelligencia gazdasága földrajzilag jobban szétszóródjon.

Az Obama-kormányzat volt az első, amely megbízást adott egy szövetségi stratégiára azzal a céllal, hogy az MI-K+F-be történő szövetségi beruházásokhoz szabjon irányt. A Hálózati és Információs Technológiai Kutatási és Fejlesztési albizottság (Networking and Information Technology Research and Development, NITRD) tette közzé 2016 októberében az MI Nemzeti K+F stratégiai tervének nevezett dokumentumot, amelyben hét stratégiai irányt vázoltak fel a szövetségi beruházások portfóliójának irányításához:⁴⁷

- hosszú távú befektetések az MI-kutatásba;
- hatékony módszerek kidolgozása az ember és az MI együttműködésére;
- a mesterséges intelligencia etikai, jogi és társadalmi vonatkozásainak megértése és kezelése;
- a mesterségesintelligencia-rendszerek biztonságának és védelmének biztosítása;
- közös, nyilvános adatbázisok és alkalmazási környezet kialakítása a mesterséges intelligencia képzéséhez és teszteléséhez;

⁴⁵ ATKINSON, Robert D. – MURO, Mark – WHITON, Jacob: The Case for Growth Centers: How to spread tech innovation across America. ITIF and Brookings, December 2019. <https://www2.itif.org/2019-growth-centers.pdf>; letöltés: 2021.12.14.

⁴⁶ MURO, Mark – LIU, Sifan: The geography of AI: Which Cities Will Drive the Artificial Intelligence Revolution? Brookings, August 2021. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2021/08/AI-report_Full.pdf; letöltés: 2022.01.18.

⁴⁷ The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan. Executive Office of the President of the United States, October 2016. https://www.nitrd.gov/PUBS/national_ai_rd_strategic_plan.pdf; letöltés: 2022.02.20.

- a mesterségesintelligencia-technológiák mérése és értékelése szabványok és referenciaértékek segítségével;
- a nemzeti MI K+F munkaerőigényének jobb megértése.

A Trump-kormányzat 2019-ben frissítette a tervet egy nyolcadik stratégiai iránnyal, amely a köz- és a magánszféra közötti partnerségek kiterjesztésére irányul a mesterséges intelligencia terén elért eredmények felgyorsítása érdekében. A meglévő tervet olyan szempontból is módosította, hogy erőteljesebb hangsúlyt fektetett az Amerikai Egyesült Államok vezető szerepének fenntartására.⁴⁸

A Biden-kormányzat még több mesterséges intelligenciával kapcsolatos K+F-kezdeményezést indított, és az MI-t az egyik olyan áttörést jelentő technológiaként jelölte meg, amelyre a következő négy évben jelentős szövetségi beruházásokat tervez. A kormányzatnak a 2022-es pénzügyi évre vonatkozó költségvetési kérelme valamivel több mint 1,7 milliárd dollárt tartalmazott, amely magában foglalta a szövetségi ügynökségek finanszírozását az MI-kutatóközpontok nemzeti hálózatának a létrehozására, amint azt a Kongresszus a 2020-as nemzeti MI-kezdeményezésről szóló törvényben előírta.⁴⁹

A kormányzat 2022 márciusában jelentette be a 2023-as pénzügyi évre vonatkozó költségvetési kérését, ami azt jelzi, hogy még több finanszírozást kér a mesterséges intelligenciába történő jelentős beruházásokra. A költségvetés például 187 millió dollárt kér a Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézet (NIST) számára kutatási kezdeményezések bővítésére, amelyek műszaki szabványok kidolgozásán keresztül irányulnak az MI elfogadásának felgyorsítására.⁵⁰

Emellett a szenátus 2021-ben elfogadta az amerikai innovációs és versenyjogi törvényt (U.S. Innovation and Competition Act, USICA), amely javaslatot tartalmaz egy új, a technológiára és innovációra összpontosító Nemzeti Tudományos Alapítvány (National Science Foundation, NSF) létrehozására. A szenátusi törvényjavaslat a 2026-os pénzügyi évre 9,3 milliárd dollárt engedélyezne az NSF számára, hogy megerősítse az Amerikai Egyesült Államok vezető szerepét egy sor kritikus technológiában, amelyek közül az MI csak az egyik ilyen terület.⁵¹

⁴⁸ The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan: 2019 Update. Executive Office of the President of the United States, June 2019. <https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf>; letöltés: 2022.02.15.

⁴⁹ The Networking & Information Technology Research & Development Program: Supplement to The President's FY2021 Budget. Executive Office of the President of the United States, August 14, 2020. <https://www.nitrd.gov/pubs/FY2021-NITRD-Supplement.pdf>; letöltés: 2021.12.10.

⁵⁰ President Biden's Fiscal Year 2023 Budget Calls for Critical Investments in Key Commerce Priorities. U.S. Department of Commerce, 2022.03.28. <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2022/03/president-bidens-fiscal-year-2023-budget-calls-critical-investments-key>; letöltés: 2022.03.30.

⁵¹ ATKINSON, Robert D.: The Senate Proposal for a New NSF Directorate Is Superior to the House Alternative. ITIF, 2022.01.28. <https://itif.org/publications/2022/01/28/senate-proposal-new-nsf-directorate-superior-house-alternative/>; letöltés: 2021.12.16.

A mesterséges intelligenciára irányuló szövetségi K+F általános hatékonyságának és termelékenységének javítása érdekében a 2020. évi nemzeti MI-kezdemenyezésről szóló törvény a Tudományos és Technológiai Hivatalon (Office of Science and Technology Policy, OSTP) belül létrehozta a Nemzeti MI Kezdeményezési Hivatal (National AI Initiative Office, NAIIO) nevű szervezetet. Ennek feladata a mesterséges intelligenciára irányuló K+F, oktatás és képzés, valamint a kutatási infrastruktúra szövetségi támogatásának koordinálása. A hivatal még új, és még nem tudni, mennyire lesz hatékony a szövetségi MI-K+F-tevékenységek koordinálásában.

Az amerikai szövetségi kormányzat által indított fentebb felsorolt nemzeti szintű programok a mesterséges intelligenciára irányuló beruházások néhány földrajzi régióra történő koncentrálódásának ellensúlyozását is szolgálják. Az NSF vezeti az MI-kutatóközpontok országos hálózatának létrehozására irányuló erőfeszítéseket, és 2021-ben 11 új, 40 államhoz kötődő MI-kutatóintézetet hozott létre, ami több mint 220 millió dolláros beruházást jelent, és a 2020-ban finanszírozott intézetek korábbi első körére épül.

Az NSF az OSTP-vel közösen azt is tervezi, hogy az MI kiválósági központokat országsszerte elterjeszti a Nemzeti MI-kutatási Erőforrás (National AI Research Resource, NAIRR) megvalósítási tervének részeként, amelyet megosztott számítástechnikai és adatinfrastruktúráként képzelnek el. Az MI földrajzáról szóló 2021-es jelentés megállapítja, hogy a gyakorlatban az MI-klaszterek létrehozása nehéz feladat, és a régiók fejlesztési stratégiáinak reálisnak kell lenniük. Eszerint az országban legalább 87 olyan régió van, amely rendelkezik bizonyos MI-kutatási és kereskedelmi kapacitással, és azok „potenciális MI-alkalmazási központok”. Ezek a régiók azonban a különböző kutatási ágazatokkal és üzleti tevékenységekkel rendelkező kiindulópontjaikban nagymértékben eltérnek egymástól.⁵²

Az NSF-nek össze kell hangolnia az MI növekedési központok kiválasztását a Kereskedelmi Minisztériummal (Department of Commerce, DOC), amelyet a Kongresszus utasított egy regionális innovációközpont-program létrehozására. A szenátusi USICA 10 milliárd dollárt biztosítana a DOC számára legalább húsz regionális technológiai központ létrehozására és fejlesztésére, míg a képviselőház *Lehetőségek teremtése a gyártáshoz, a technológiai előretöréshez és gazdasági erőhöz* (Creating Opportunities for Manufacturing, Pre-Eminence in Technology and Economic Strength, COMPETES) törvénye 7 milliárd dollárt engedélyez legalább 10 központ számára. Miközben az NSF azon dolgozik, hogy kiválassza a következő legígéretesebb, potenciális MI-központokat, a kiválasztási folyamatot össze kell hangolnia a DOC-vel annak biztosítása érdekében, hogy az erőfeszítések ne legyenek párhuzamosak, és az ígéretes régiók elegendő szövetségi befektetést kapjanak a sikerükhöz.

⁵² OMAAR, Hodan – CASTRO, Daniel: Comments to OSTP and NSF on a National AI Research Resource (NAIRR). Center for Data Innovation, September 29, 2021. <https://datainnovation.org/2021/09/comments-to-the-ostp-and-nsf-on-a-national-ai-research-resource-nairr/>; letöltés: 2021.11.12.

Digitális iker a gyakorlatban

A digitálisiker-koncepciót először 2003-ban vezették be a termék életciklus-menedzsmentjére. Azóta a digitális ikreket széles körben tanulmányozták, kezdve a NASA 2012-es, a digitális ikreket a repülési felhasználási esetekre vonatkozó újradefiniálásától⁵³ egészen Grieves 2014-es, a virtuális gyár replikációjáról szóló fehér könyvéig.⁵⁴ Grieves betekintést nyújtott a digitális ikrek gyártási folyamatokban történő használatába, és javasolta a digitális iker prototípusát a terméktervezéshez, valamint a digitális ikerpéldányt a tényleges termékállapotnak a megfelelő digitális ikerre való visszatükrözésére.⁵⁵ Benjamin két referenciamodell javasolt a termék életciklusának fejlesztésére: A „Reprezentáció” a skálázhatóságot, az interoperabilitást és a hűséget, az „Absztrakció” pedig a kiterjeszhetőséget határozza meg.⁵⁶ Sadik a digitális ikrek körét kiterjesztette a multimédiára, és a fizikai és a virtuális világ közötti adatátvitelre összpontosított.⁵⁷ A digitális ikreket alkalmazzák már a gyártás, a légi közlekedés és az egészségügy területén is.⁵⁸

A digitális iker a valós világbeli entitások és folyamatok virtuális reprezentációja, meghatározott frekvenciával és hűséggel szinkronizálva.

1. a digitálisiker-rendszerek a holisztikus megértés, az optimális döntéshozatal és a hatékony cselekvés felgyorsításával átalakítják az üzleti életet;
2. a digitális ikrek valós idejű és historikus (elmentett) adatokat használnak a múlt és a jelen reprezentálására, valamint a jövőkép szimulálására;
3. a digitális ikreket az eredmények motiválják, a felhasználási esetekhez igazítják, az integráció hajtja őket, adatokra épülnek, a szakterületi tudás vezérli őket.

⁵³ GLAESSGEN, Edward H. – STARGEL, David S.: The Digital Twin Paradigm for Future NASA and U.S. Air Force Vehicles. 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Struct. Struct. Dyn. Mater. Conf., 2012.06.14.

<https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/6.2012-1818>; letöltés: 2021.12.14.

⁵⁴ GRIEVES, Michael: Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. Whitepaper, March 2015.

https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication; letöltés: 2021.12.16.

⁵⁵ GRIEVES, Michael – VICKERS, John: Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. In: KAHLEN, Franz-Josef – FLUMERFELT, Shannon – ALVES, Anabela: Trans-Disciplinary Perspectives on System Complexity. New Findings and Approaches. Springer, Switzerland, 2016. pp. 85–113.

https://www.researchgate.net/publication/306223791_Digital_Twin_Mitigating_Unpredictable_Undesirable_Emergent_Behavior_in_Complex_Systems; letöltés: 2021.12.28.

⁵⁶ SCHLEICH, Benjamin – ANWER, Nabil – MATHIEU, Luc – WARTZACK, Sandro: Shaping the digital twin for design and production engineering. CIRP Annals – Manufacturing Technology, Volume 66, Issue 1, April 2017. pp. 141–144.

https://www.researchgate.net/publication/316356881_Shaping_the_digital_twin_for_design_and_production_engineering; letöltés: 2021.12.28.

⁵⁷ SADDIK, Abdulmotaleb El: Digital Twins: the Convergence of Multimedia Technologies. IEEE MultiMedia, Volume 25, Issue 2, April 2018. pp. 87–92.

<https://pdfs.semanticscholar.org/7a10/8b3b58d3da2ab2ea635883c756744bde189d.pdf>; letöltés: 2021.12.28.

⁵⁸ BARRICELLI, Barbara Rita – CASIRAGHI, Elena – FOGLI, Daniela: A Survey on Digital Twin: Definitions, Characteristics, Applications, and Design Implications. IEEE Access, Volume 7, November 2019.

<https://air.unimi.it/retrieve/handle/2434/693398/1357515/IEEEAccess.pdf>; letöltés: 2021.12.20.

Tehát egy tipikus infrastrukturális projekt esetében az elvárás az, hogy a komplexitás miatt általában több virtuális reprezentációval rendelkezünk. Ezek mindegyike zökkenőmentesen kapcsolódik egyetlen digitális szálba.

A Digital Twin Consortium a digitális szálát a következőképpen definiálja: a virtuális reprezentáció több dimenziója közötti információk korrelációjának mechanizmusa, ahol a dimenziók közé tartozik (de nem kizárólagosan) az idő vagy az életciklus szakasza (beleértve a tervezési szándékot), a modell fajtája és a konfigurációs előzmények; a mechanizmus általában stabil, konzisztens valós világbeli azonosítókra támaszkodik. A digitális szál:

1. a digitális életciklus előbbi vagy korábbi időfázisaiból származó adatokkal lesz feltöltve – például az üzemeltetési felhasználási esetekre összpontosító digitális ikreket a tervezési, a beszerzési és az építési fázisokból származó adatokkal kell feltölteni;
2. kommunikál más rendszerekkel a digitális életciklus ugyanazon fázisában;
3. adatokat továbbít a következő rendszereknek, amelyek olyan rendszerek, amelyeknek a digitális életciklus egy későbbi fázisában van szükségük az adatokra.

DIGITALIZÁCIÓ ÉS TERÜLETI TERVEZÉS EURÓPÁBAN VÁROSI MEGKÖZELÍTÉSSEN

Az Európai Unió általános politikáival összhangban kell lennie az egyes tagországok intelligens szakosodási stratégiáinak (Smart Specialisation Strategy, S3), mert ez döntő fontosságú annak érdekében, hogy a kitűzött célok elérhetőek legyenek. Az S3 egy helyalapú innovációs szakpolitika, amely támogatja a regionális prioritások meghatározását az innovatív ágazatok, területek vagy technológiák terén a „vállalkozói tényfeltárási folyamat” révén, amely alulról felfelé építkező módon feltárja, hogy egy régió mely területen tudja legjobban kiaknázni a tudományos és a technológiai adottságait.⁵⁹

Az Európai Bizottság 2014–2020-as időszakra vonatkozó kohéziós politikájában az S3-konceptió „előzetes feltételrendszer” volt az európai régiók számára ahhoz, hogy finanszírozáshoz jussanak a Kohéziós Alapból és az Európai Regionális Fejlesztési Alapból.⁶⁰ A 2021–2027-es programozási időszakban ezzel szemben az EU a kohéziós politikára szánt költségvetés nagy részét az Intelligensebb Európa (Smarter Europe) előmozdítására fordítja az intelligens szakosodási stratégiák megerősítésével. Az európai tagországoknak és régióknak ezért aktualizálni kellett

⁵⁹ FORAY, Dominique – DAVID, Paul A. – HALL, Bronwyn H.: Smart specialisation – From academic idea to political instrument, the surprising career of a concept and the difficulties involved in its implementation. MTEI Working Paper, November 2011.

<https://infoscience.epfl.ch/record/170252>; letöltés: 2021.11.18.

⁶⁰ Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisations (RIS 3). European Commission, May 2012.

[https://www.redpoliticaside.es/system/files/repositorio-archivos/Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisations RIS3_2012.pdf](https://www.redpoliticaside.es/system/files/repositorio-archivos/Guide%20to%20Research%20and%20Innovation%20Strategies%20for%20Smart%20Specialisations%20RIS3_2012.pdf); letöltés: 2022.01.12.

intelligens szakosodási stratégiájukat, és meg kell felelniük a hét „lehetővé tevő feltételnek”.⁶¹

A legtöbb európai régió S3-stratégiájában megjelenik célként vagy horizontális prioritásként a digitális növekedés. A digitális innovációs központok ezért olyan politikai eszközt jelentenek, amelyek hozzájárulhatnak ehhez a célhoz azáltal, hogy minden európai országban vagy régióban fellendítik az ipar digitalizációját.⁶² A digitális innovációs központoknak így létrehozói lehetnek a helyi ipar digitalizációjához szolgáltatásokat nyújtó regionális technológiai központok, egyetemek, technológiai vállalatok és kormányzati intézmények, amelyek együtt tudják elősegíteni a helyi vállalatok technológiai korszerűsítését és üzleti növekedését, ezáltal előmozdítva a térségi innovációs ökoszisztéma fejlődését is. Az európai gyakorlat szerint az S3 tekintetében egyes központok inkább a horizontális digitalizációs támogatásra összpontosítanak, míg mások egy S3 prioritási területet vezetnek, vagy pedig az érdekelt partnerekkel együttműködve kialakított tevékenységek vegyes portfólióját valósítják meg.

A döntéshozók Magyarországon is felismerték, hogy az innovációs ökoszisztéma jövőbeli teljesítménye és versenyképessége szempontjából kulcsfontosságú, hogy a szereplők – szakpolitikusok, felsőoktatási és kutatóintézmények, vállalkozások és szakmai szervezetek – kapcsolatai helyi szinten is megerősödjenek. Ennek elősegítése érdekében jött létre a Területi Innovációs Platform (TIP) hálózat az Innovációs és Technológia Minisztérium szakpolitikai támogatásával 2019-ben. A platformok fontos szerepet töltenek be az S3 megvalósításában is, ezért egyik kiemelt feladatuk a vállalkozói, egyetemi, kutatóintézeti szféra és a társadalmi szereplők minél szélesebb körének bevonása a tervezési folyamatba, amit Magyarország Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégiája⁶³ is rögzít.

A TIP tehát egy térségi szerveződés, amely térben és időben egyszerre biztosít lehetőséget a közvetlen innovációs szakpolitikai irányok megismerése mellett a helyi és a nemzetközi innovációs ökoszisztéma szereplőivel való együttműködések kialakítására, erősítésére és új szakmai alapok létrehozására, hozzájárulva ezzel a magyar gazdaság versenyképes és fenntartható tudásgazdasággá alakításához.⁶⁴

A megalakított területi innovációs platformok legtöbb esetben egy-egy egyetem helyi tudásbázisra építve jöttek létre olyan szerveződéseként, amelyek a térségi innovációs környezet meghatározó szereplői lehetnek. A TIP ezért központi koordinációs és szervező szerepet tud betölteni az adott város és térsége számára:

⁶¹ MORISSON, Arnault – PATTINSON, Marc: Smart Specialisation Strategy (S3). Interreg Europe Policy Learning Platform, Lille, July 2020.

https://www.researchgate.net/publication/342661627_Smart_Specialisation_Strategy_S3_-_Interreg_Europe_Policy_Brief; letöltés: 2021.12.02.

⁶² Roundtable on Digitising European Industry. Working Group 1. Digital Innovation Hubs: Mainstreaming Digital Innovation Across All Sectors. Final version, June 2017.

⁶³ Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia (S3) 2021–2027. Budapest, 2021. július.
<https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/strategia-alkotas/intelligens-szakosodasi-strategia-s3-2021-2027>;
letöltés: 2021.11.20.

⁶⁴ Területi Innovációs Platformok. NKFIH, 2021.06.22.
<https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/hivatal-hirei/teruleti-innovacios-plattformok>; letöltés: 2021.11.20.

az intelligens szakosodáshoz kapcsolódóan intelligens város fejlesztéséhez is hozzájárulást adhat.

Ennek keretében az egyetemek egyfajta animátori szerepet is felvállalhatnak, ami azt jelenti, hogy az egyetemi oktatók aktív/beágyazott partnerek lehetnek a helyi/megyei/térségi hálózatokban, és így az egyetemek központi szereplői lehetnek a helyi fejlesztési koalícióknak is. A fejlesztési koalíció a helyi szereplőknek egy célzott együttműködése: a társadalmi és a politikai szereplőktől, osztályoktól független, helyi alapokon szerveződő, a gazdasági fejlődést célzó szövetség egy adott helyen és adott időben. Egy jól működő fejlesztési koalíció előfeltétele a szereplők közös érdeke, helyi identitása, a saját források megléte és a reciprocitáson alapuló tartós együttműködés.⁶⁵

DIGITALIZÁCIÓ ÉS INNOVÁCIÓ VÁROSI KÖZPONTJAI

A digitalizáció és a mesterséges intelligencia alkalmazásában a városok és az egyetemek számára fontos partnerek lehetnek a digitális innovációs központok, mert tevékenységükhöz elengedhetetlen a tényleges és a potenciális ügyfelekkel való bizalmi kapcsolat, amely csak valós piaci igényekre ismeretében alakítható ki. Ahhoz, hogy a DIH sikeres legyen, olyan kkv-kkal is kapcsolatba kell lépnie, amelyek esetleg kívül esnek azon vállalatok hatáskörén, amelyekkel általában együtt dolgozik, mert olyan vállalkozásokat is el kell érnie, amelyek nem szoktak ilyen típusú innovációt támogató szervezetekkel együttműködni, és ehhez új eszközöket kell alkalmazni a velük történő kapcsolatfelvételhez. Bár a legtöbb DIH-nek jól meghatározott szolgáltatásportfoliója van, a DIH-nek mégis rugalmasnak kell lennie, mert kísérletezéssel és közös alkotással (*experimentation and co-creation*) kell dolgoznia, hogy megfeleljen a vállalatok igényeinek, illetve alkalmazkodni tudjon az új vállalati igényekhez.

Európai tapasztalatok szerint⁶⁶ a vállalatok új piacokra történő bejutását elő lehet segíteni kompetenciafejlesztéssel a nemzetközivé válás érdekében, illetve új utakat lehet találni a digitalizáció integrálására a kevésbé fejlett területeken is. Számos DIH kapott szerepet ezért az intelligens szakosodási területek támogatásában a vállalatok digitalizációjának fokozásával, ami magában foglalja a klaszterek és az ipari ágazatok között átívelő innováció támogatását is. Ez a fejezet ezért erre mutat be példát Magyarországról és a szomszédos Romániából is.

⁶⁵ PÁLNÉ KOVÁCS Ilona: Régiók és fejlesztési koalíciók. Politikatudományi Szemle, XVIII. évfolyam, 4. szám, 2009. pp. 37–60.
https://epa.oszk.hu/02500/02565/00060/pdf/EPA02565_poltud_szemle_2009_4_037-060.pdf;
letöltés: 2021.12.20.

⁶⁶ NAUWELAERS, Claire – LINDQVIST, Göran – LUBICKA, Beata – PECK, Frank – HARPER, Jennifer – KETELS, Christian H. M.: European Commission: The role of clusters in smart specialisation strategies. Publications Office of the European Union, Luxembourg, July 2013.
https://www.researchgate.net/publication/313728324_The_role_of_clusters_in_smart_specialisation_strategies; letöltés: 2021.12.14.

Digitalizáció városi léptékben – szombathelyi példa

A *Szombathely 2030* címmel 2021-ben megfogalmazott jövőkép Szombathelyt egy olyan városként jeleníti meg, amely képes arra, hogy térségi szervező erőként minőségi környezetet biztosítson lakosai és vállalkozásai számára, ezáltal versenyképes és modern várost valósít meg a partnerséget és a nyílt kommunikációt alapértékként vallva.

Szombathely célja az ipari több lábbon állás jelentette biztonság erősítése mellett a környezeti fenntarthatóságra törekvés, a környezettudatos és intelligens megközelítésre épülő innovatív lehetőségek hasznosítása, valamint a több irányból érkező fejlesztési források aktív felhasználása úgy, hogy mindez Szombathely város harmonikus fejlődését eredményezze és a városban élők életminőségének javítását szolgálja. Ezt a célját úgy érheti el, hogy egyszerre mozdítja elő a már betelepült, főleg gépipari, azon belül autóipari vállalkozások rugalmas szerkezetváltását és új, elsősorban egészségipari munkahelyek létrejöttét. Tudatos oktatási, képzési és kutatás-fejlesztési orientációjával pedig ösztönzi a fenti folyamatot, egyúttal segítve a helyi munkavállalók képzését és átképzését. A tevékenységek célja, hogy elősegítsék Szombathely magasabb hozzáadottérték-termelő képességének előállítását, a több lábbon álló termelési szerkezet létrejöttét, a tudásalapú gazdaság kialakulását. További cél az élhető, fenntartható épített és természeti környezet erősítése, a lakosok számára vonzó életkörülmények megvalósítása.

A program tervezése során a kamara, a nagy városi cégek, civil szervezetek és az egyetem javaslatai mellett nagyon sok szombathelyi lakos véleményét is kikérték online rendszerben a szombathely2030.hu weboldalon keresztül. Továbbá közvetlen megbeszélést folytattak a legfontosabb vállalatokkal, de egyeztettek a civilekkel, illetve a Vas Megyei Kereskedelmi és Iparkamarával is. Kerekasztal-beszélgetéseket szintén tartottak összesen száznál több résztvevővel.⁶⁷

A lakossági egyeztetések során is jelentősen formálódott program így végül két pilléren nyugszik, amely a következő tíz év fejlesztési programjainak keretét adja. Az egyik pillér a gazdaságfejlesztésben a szerkezetváltásra és a digitalizációra fókuszál, a másik pillér pedig a fenntarthatósági célokat („zöld város”) fedi le az okosváros jellegű fejlesztések fókuszba helyezésével („intelligens város”).

A tervezés folyamatában fontos szerepet töltött be a Pannon Gazdasági Hálózat Egyesület, amely győri székhellyel és szombathelyi operatív központtal alakult meg 2006-ban mint regionális gazdaságfejlesztő szervezet a Nyugat-Magyarország régióban működő mikro-, kis- és középvállalkozások gazdasági szerepvállalásának erősítésére. Alapításkor deklarált missziója az volt, hogy együttműködik a megyei és a regionális intézményekkel, illetve partnere tud lenni a régióba befektetési céllal érkező cégeknek is, illetve nemzetközi kapcsolatok erősítésével és a nemzetközi gyakorlatok elemzésével, valamint alkalmazásával célozza Nyugat-Magyarország gazdaságát erősíteni. Működésük mottója röviden: együttműködés, kapcsolatépítés, gazdaságfejlesztés, tapasztalatátadás és értékteremtés.

⁶⁷ NAGY Donát: Szombathely 2030: A város mesterkulcsa, ami megnyithatja a fejlődés útjának kapuját. Ugytudjuk, 2021.04.08.
https://ugytudjuk.hu/cikk/2021-04-08_szombathely-2030-a-varos-mesterkulcsa-ami-megnyithatja-a-fejlodes-utjanak-kapujat; letöltés: 2021.12.10.

Az egyesület alapításától kezdően üzleti szemlélettel, azaz hatékonyan és ügyfélorientáltan működik; az egyesület működésének feltételeit így a gazdasági eredményességre való törekvés teremtheti meg. Néhány év alatt – az elnyert pályázati támogatásokra építve – alakult ki az egyesület saját szervezete önálló arculattal, amely már saját szolgáltatásportfoliót tudott kialakítani 2011-re (azaz öt éves működés után). Megalapításra került ezután (2013-ban) a Pannon Business Network (PBN) Nonprofit Kft. szombathelyi székhellyel, amely a Pannon Gazdasági Hálózat Egyesület tulajdonában van, és annak operatív munkaszervezeti funkcióját is ellátja.

A PBN sikeresen kapcsolódott be nemzetközi együttműködésbe a CENTROPE térségében (Pozsony, Brno, Bécs, Győr, Szombathely), amely keretében kidolgozásra került, hogy a partnerek milyen módon tudnak együtt informatikai és kommunikációs szolgáltatást nyújtani a vállalkozások számára. A határon átnyúló együttműködés így több osztrák megyét lefedő innovációs hálózat kiépítését is eredményezte az évek során.



1. ábra. Digitális innovációs együttműködés a PBN koordinációjával⁶⁸

⁶⁸ BARTA Balázs – GYULAI Tamás: Szombathely 2030 – Okos városfejlesztés digitális innovációval. A Magyar Regionális Tudományi Társaság XIX. vándorgyűlés. Budapest, 2021. november 4. http://www.mrtt.hu/vandorgyulesek/2021/03/Gyulai_Tamas.pdf; letöltés: 2022.02.10.

A regionális szintű intézményrendszer magyarországi lebontásának ellenére a PBN tevékenységének területi (regionális) fókusza nem változott meg, de a szervezeti együttműködés városi és megyei szintre összpontosult. Ennek jó példája a Fórum Digital együttműködés, ami Szombathely város, Vas megye és a PBN közös kezdeményezése a DIH-funkció megvalósítására. A felek ennek keretében vállalták, hogy lehetőségeik szerint mindent elkövetnek azért, hogy Vas megyében, illetve Szombathelyen a PBN által alapított DIH minőségi módon, elérhetően, közvetlen értékkel formálhatóan tudjon működni és szolgáltatni a vállalkozások és a társadalmi szereplők számára egyaránt. A DIH európai és nemzeti szintű jelentőséggel is bír az együttműködő partnerek számára, mert a digitalizáció és az átalakulási folyamatok katalizátoraként tud működni a 2021–2027-es költségvetési időszakban elérhető EU-támogatások felhasználásával.

A DIH Szombathelyen „am-LAB” névvel nyújtja szolgáltatásait, amelyek kiterjednek a fejlett gyártástechnológia (Advanced Manufacturing) számos területére: additív prototípusgyártás és sorozatgyártás, egyéni igényen alapuló számítógépes animáció (CGI), kiterjesztett valóság (AR) alkalmazások, MI-alapú algoritmusokon alapuló adatelemzések, illetve gyakorlatorientált kísérleti fejlesztések laboratóriumaként működik.

A DIH-funkciót megvalósító program keretében a Pécsi Tudományegyetem frissen akkreditált képzést hoz Szombathelyre az Egészségtudományi Kara révén és Regionális Rehabilitációs Központot tervez megvalósítani. Az Óbudai Egyetem két intézettel is készül megjeleníteni a városban, elindította az első támogatott képzési programját, és rektori megbízottat nevezett ki a szombathelyi fejlesztésekhez. Az ELTE folyamatosan növekvő hallgatói létszámmal folytat informatikai, gazdasági, pszichológiai és pedagógiai képzéseket, valamint a Vas Megyei Kereskedelmi és Iparkamarával és a helyi vállalkozásokkal közösen gyakorlatorientált kamarai tantárgyat indított. A Pannon Business Network Nonprofit Kft. pedig Közép-Európában egyedülálló gyártósort biztosít kutatás-fejlesztési célokra és intelligens idősothton-szobát épít tesztelési célokra.⁶⁹ Ezáltal az egyetemek és a helyi gazdaság példaértékű együttműködése tud megvalósulni, amely más városok számára is mintául szolgálhat.

Digitalizáció regionális léptékben – temesvári példa

Romániában az egyes régiókra vonatkozó regionális intelligens szakosodási stratégiákat⁷⁰ a régiók fejlesztési ügynökségei készítették el, amely szervezetek a tervezés mellett a programok megvalósításában is központi szerepet töltenek be.

⁶⁹ JÓZING Antal: Kezd összeállni, hogyan képzeli el a város jövőjét a szombathelyi városvezetés. nyugat.hu, 2021.09.06.

https://www.nyugat.hu/cikk/fontos_ember_az_asztal_korul_kezd_osszeallni_el; letöltés: 2021.12.12.

⁷⁰ Regiunea Vest – Strategia Regională de Specializare Inteligentă 2021-2027.

<https://adrvest.ro/wp-content/uploads/2021/01/Strategia-Regionala-de-Specializare-Inteligenta-a-Regiunii-Vest-2021-2027-RIS3-.pdf>; letöltés: 2021.12.10.

Az S3-hoz kapcsolódóan több mint egyéves folyamat eredményeként jött létre a Nyugati régió operatív programja a 2021–2027-es időszakra vonatkozóan. Az első munkaverzió kérdőíves regionális felmérést követően készült el 2020 szeptemberére, amely alapján elkezdődött a közvetlen egyeztetés az Európai Bizottság képviselőivel. A folyamat zárása nyílt konferencia formájában valósult meg 2021 novemberében,⁷¹ amely az érintettek bevonásának egyik legfontosabb eseménye volt.

A Regionális Fejlesztési Ügynökség a regionális operatív programhoz kapcsolódóan készítette el azt az útmutatót,⁷² amely az okosváros-fejlesztésekhez ad segítséget a 2021–2027-es időszakra vonatkozóan. Ebben részletes ajánlás szerepel arra, hogy milyen fejlesztési intézkedéseket ajánlanak megvalósításra az okosvárosok hat fő dimenziójának lefedésével. Az útmutató alapján jelenleg készül Temesvár okosváros-stratégiája,⁷³ amely a város digitális átalakulási folyamatához járul hozzá széles körű nyilvánosság biztosításával.

Az érintettek bevonása céljából szervezett nyílt fórumok konzultációinak eredményei is nyíltan bemutatásra kerültek és beépültek a stratégiai javaslatokba is. A helyi érintettek véleménye mellett nemzetközi szakértői háttérrel készült „*peer review*” is a tervezés folyamán (amelyben közreműködő partnerként szakértő munkatárs részt vett Szombathely városból is).

A stratégia tervezési folyamatának vezető koordinátorát a TehImpuls Regionális Innovációs és Technológiatranszfer Központ adta, amely 2007 óta működik egyesületi formában azzal a küldetéssel, hogy növelje a régió gazdaságának versenyképességét és elősegítse az együttműködést a vállalkozások és az egyetemek, valamint a K+F+I-szervezetek között. A TehImpuls Egyesület alapítói között ezért a fejlesztési ügynökség mellett jelen van több helyi egyetem Aradról és Temesvárról, valamint néhány szakmai szervezet és helyi vállalkozás is.

Az egyesület a régió innovációs fejlesztési folyamatainak aktív szervezője, így a regionális fejlesztési ügynökség szakmai partnere a stratégiai tervezés területén. Ennek eredményei közül kiemelhető a regionális városfejlesztés fontos állomásaként Arad és Temesvár közös agglomerációs fejlesztési koncepciójának elkészítése. Ez a dokumentum⁷⁴ feltérképezte Temesvár és Arad városok lehetőségeit fejlesztési kezdeményezéseik összekapcsolására egy metropolisztérség közös létrehozása érdekében, amely néhány évvel később a közigazgatás és a civil társadalom

⁷¹ Prezentare POR Vest 2021-2027_Conferinta_Viitorul Regiunii Vest.
https://adrvest.ro/wp-content/uploads/2021/11/PPT-pt-consultare-POR-Vest-2021-2027_04.11.pdf;
letöltés: 2021.12.10.

⁷² Document Suport – Por Vest 2021-2027 Oraşul Inteligent. ADRVEST, versiunea 1, aprilie 2021.
<https://adrvest.ro/wp-content/uploads/2021/05/Orasul-Inteligent.pdf>; letöltés: 2021.12.10.

⁷³ Sumar al primei consultări Smart City și Transformare Digitală Timișoara.
<https://www.primariatm.ro/2021/10/05/sumar-al-primei-consultari-smart-city-si-transformare-digitala-timisoara/>; letöltés: 2022.01.10.

⁷⁴ Prospective study on the development Timisoara – Arad axis, polarizing centers of development in the West Region.
https://www.adrvest.ro/attach_files/StudiuTM-AR-FINAL.pdf; letöltés: 2021.12.10.

képviselőinek közös eljárásaként⁷⁵ országos visszhangot kiváltó eredményeket ért el. Az együttműködés további fejlesztéséhez adott jó keretet az Intelligent Cities Challenge, amelyben Arad és Temesvár városok egyaránt résztvevők.

Az egyesület határon átnyúló kezdeményezései közül kiemelhető a Regionális Innovációs Vásár megvalósítása, amely magyarországi partnerekkel közös projektként⁷⁶ indult el 2013-ban, és azóta évente megrendezett eseménnyé vált (egészen 2019-ig). Ennek egyfajta továbbfejlesztéseként jelent meg a TehImpuls szolgáltatásai között 2015 óta az Enterprise Europe Network regionális képviselőjének az ellátása, amelynek révén a helyi vállalkozások nemzetközi piacra lépéséhez tud segítséget adni.

Temesvár egyike azoknak a városoknak, amelyek részt vesznek az ICC-programban, amely így a városok számára a regionális együttműködés lehetőségét kínálja. Ez különösen fontos volt Arad város számára, mivel az ICC a Digital Cities Challenge (DCC) programot követi, amelynek célja az európai városok stratégiai felkészítése volt a „21. század stratégiai kihívásaira”. A DCC ezért technikai támogatást nyújtott a városi szintű digitális átalakuláshoz, amelyben Arad is részt vett, így Arad most már tapasztalt partnerként tud együttműködni Temesvárral az ICC keretében.

A regionális hatókörű DIH létrehozását a TehImpuls egyesület 2019-ben valósította meg a DIHELP projekt keretében kapott szakmai támogatásra építve, együttműködésben a regionális fejlesztési ügynökséggel és a regionális autópári, valamint informatikai klaszterekkel. A DIH-funkciót a TehImpuls európai hálózatban is működtetni tudja, mivel sikeresen vett részt a DIH-ek előminősítési eljárásán és lehetőséget kapott – a régióból egyedüli szervezetként – arra, hogy pályázatot nyújtson be 2022 februárjában mint nemzeti szinten részvételre jelölt szervezet az Európai DIH-hálózatban.

PÉLDÁK ÉRTÉKELÉSE ÉS ÖSSZEGZÉS

A digitalizáció, a vállalkozásfejlesztés és a területi innovációs rendszer kapcsolatára vonatkozóan számos EU-ajánlás készült, amelyek így minden EU-tagország számára irányadók lehetnek. Ilyen dokumentum az a gyakorlati útmutató,⁷⁷ amely az európai DIH-hálózat, a Europe Enterprise Network és az iparági klaszterek

⁷⁵ VASILE, Marian Constantin – MOCAN, Marian: Joint Development of Timisoara and Arad Cities, Odyssey with Problematic Happy Ending. Conference: 32nd International Business Information Management Association Conference (IBIMA): Vision 2020 – Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional expansion to Global Growth. Seville, SPAIN, November 2018.

⁷⁶ Tehimpuls: InnoMatch Regional Innovation Fair – The story.
http://www.tehimpuls.ro/wp-content/uploads/2016/06/InnoMatch-Regional-Innovation-Fair_3-4.04.2013-Arad_v2.pdf; letöltés: 2021.12.10.

⁷⁷ European Commission: Guidance for the Cooperation Between the European Digital Innovation Hubs, Enterprise Europe Network Partners and Cluster Organisations.
https://ec.europa.eu/newsroom/repository/document/2021-23/Guidance_note_EENEDIHclusters_12032021_FINAL_DGeWljw2VJd1pWb3UagT3oy8g_76992.pdf;
letöltés: 2021.10.21.

együttműködési lehetőségeivel foglalkozik. Az ebben adott ajánlások könnyedén megvalósíthatók lehetnek Romániában, ahol – a legtöbb más román régióhoz hasonlóan – Temesváron egy szervezet keretében valósul meg jelenleg a regionális DIH-funkció, az Europe Enterprise Network térségi képviselője és a régió meghatározó jelentőségű iparági klasztereinek koordinációja is – az autóipar és az informatikai területén. Ehhez kapcsolódóan jó gyakorlatnak tekinthető az, hogy a regionális innovációt koordináló szervezet a városfejlesztési stratégia megalkotásában is érdemi részt vállal, mert így az érintettek bevonása is megvalósul. A területi tervezésben így szinergia lehetséges a regionális szint és a városi szint között, amihez a regionális intézményrendszer (a regionális fejlesztési tanács és ügynökség) tudja nyújtani az érintettek valóban érdemi részvételének lehetőségét.

Az ajánlás követésére Magyarországon is van lehetőség, de ez csak több szervezet hatékony együttműködésével valósítható meg. Szombathelyen például a helyi DIH határon átnyúló együttműködésben dolgozik osztrák partnerekkel, aktív koordináló szerepet tölt be a város gazdaságfejlesztési programjának kidolgozásában és megvalósításában, illetve nemzetközi együttműködési projektek révén gyakorlati támogatást nyújt iparági klasztereknek is (faipar és körforgásos gazdaság területén).

A DIH-funkció megvalósításának eredményességét mutatja az is, hogy négyéves működés után Európa legjobb DIH-ének választották meg a szombathelyi DIH-et 2021-ben.⁷⁸ Ez a megtisztelő díj azt igazolja, hogy vidékről, Kelet-Közép-Európából is el lehet érni európai szinten is elismert eredményt. Az európai szintű sikerhez szükség volt arra, hogy a járvány ellenére közel 60 hazai és nemzetközi, digitalizációs eszközök használatát bemutató képzést sikerült megvalósítani több ezer szakember és érdeklődő számára, valamint számos új K+F-projekt is elindításra került 2020-ban, együttműködve így közel 500 nemzetközi partnerrel, egyetemmel, kutatóintézetrel.

A digitalizáció kihívásaira adott válaszként minden EU-tagországban létre fog jönni a digitális innovációs központok európai hálózata (EDIH) az Európai Unió és a tagországok közös finanszírozásával. Ezt elősegítő, előkészítő jellegű lépésnek értékelhető az, hogy a digitális innovációs központok létrehozásához és működtetéséhez helyi és regionális szinten a Horizon 2020 számos programja adott támogatást az elmúlt évek során. Ennek eredményeként Romániában mindegyik régióban létrejött olyan DIH, amely eséllyel pályázik arra is, hogy az európai DIH-hálózat tagjaként nyújtson szolgáltatást regionális szinten. Magyarországon – ezzel szemben – nemzeti szinten lesz kialakítva ez a funkció is új intézményi háttérrel, ezért egy már működő magyarországi DIH (például Szombathelyen) elsősorban a közvetlen EU-finanszírozással megvalósuló programokban és a határmenti együttműködésekben játszhat szerepet.

⁷⁸ Európa legjobb digitális innovációs központjának választották a szombathelyi központot. Portfolio, 2021.01.27.
<https://www.portfolio.hu/gazdasag/20210127/europa-legjobb-digitalis-innovacios-kozpontjanak-valasztottak-a-szombathelyi-kozpontu-am-lab-ot-467086>; letöltés: 2021.12.12.

Az MI-fókuszú DIH-hálózat (AI DIH) konkrét lehetőséget ad az okosvárosokban a digitálisiker-koncepció gyakorlati alkalmazására, amelynek egyik magyarországi példája Szombathelyen tud majd megvalósulni (várhatóan 2023 második felében). Ennek előmozdítása érdekében – Magyarországról elsőként – a PBN Nonprofit Kft. csatlakozik a nemzetközi Digital Twin Consortium szervezethez, és így tevékenyen tud majd részt venni a jelen tanulmányban is bemutatott szakmai munkában az ajánlások és az előírások kimunkálása keretében.

Ez a megoldás nemcsak infrastrukturális háttérrel ad a digitális iker megvalósításához a platformhoz csatlakozó városokban, hanem az MI-alapú alkalmazások megosztásával az optimalizációs folyamat eredményei is megoszthatók, illetve közösen fejleszthetők lesznek (*federated digital twin* koncepció keretében).

IRODALOMJEGYZÉK

About Intelligent Cities Challenge.

<https://www.intelligentcitieschallenge.eu/about-intelligent-cities-challenge>; letöltés: 2021.12.30.

ATKINSON, Robert D. – MURO, Mark – WHITON, Jacob: The Case for Growth Centers:

How to spread tech innovation across America. ITIF and Brookings, December 2019.

<https://www2.itif.org/2019-growth-centers.pdf>; letöltés: 2021.12.14.

ATKINSON, Robert D.: The Senate Proposal for a New NSF Directorate Is Superior to the House Alternative. ITIF, 2022.01.28.

<https://itif.org/publications/2022/01/28/senate-proposal-new-nsf-directorate-superior-house-alternative/>; letöltés: 2021.12.16.

BARRICELLI, Barbara Rita – CASIRAGHI, Elena – FOGLI, Daniela: A Survey on Digital Twin: Definitions, Characteristics, Applications, and Design Implications. IEEE Access, Volume 7, November 2019.

<https://air.unimi.it/retrieve/handle/2434/693398/1357515/IEEEAccess.pdf>; letöltés: 2021.12.20.

BARTA Balázs – GYULAI Tamás: Szombathely 2030 – Okos városfejlesztés digitális innovációval. A Magyar Regionális Tudományi Társaság XIX. vándorgyűlés.

Budapest, 2021. november 4.

http://www.mrtt.hu/vandorgyulesek/2021/03/Gyulai_Tamas.pdf; letöltés: 2022.02.10.

CALDWELL, Wayne J. (szerk.): Rediscovering Thomas Adams: Rural Planning and Development in Canada. UBC Press, Vancouver, BC, Canada, 2011.

Charter of Fundamental Rights of the European Union (2012/C, 326/02).

Official Journal of the European Union, 2012.10.26. pp. 391–407.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:C2012/326/02>;
letöltés: 2021.12.30.

COM(2018) 795 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Coordinated Plan on Artificial Intelligence.

European Commission, Brussels, 7.12.2018.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0795&rid=3>;
letöltés: 2021.12.28.

COM(2021) 645 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Commission work programme 2022. European Commission, Strasbourg, 19.10.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0645>; letöltés: 2021.12.28.

Commission and industry invest €22 billion in new European Partnerships to deliver solutions to major societal challenges. European Commission, 2021.06.14. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_2943; letöltés: 2021.12.14.

Communication on Fostering a European approach to Artificial Intelligence. European Commission, 2021.04.21. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/communication-fostering-european-approach-artificial-intelligence>; letöltés: 2022.02.10.

D'AURIA, Anna – TREQUA, Marco – VALLEJO-MARTOS, Manuel Carlos: Modern Conceptions of Cities as Smart and Sustainable and Their Commonalities. Sustainability, Volume 10, Issue 8, 2018. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2642>; letöltés: 2022.01.06.

Digital Twin Consortium. <https://www.digitaltwinconsortium.org/>; letöltés: 2021.12.16.

Document Suport – Por Vest 2021-2027 Orașul Inteligent. ADRVEST, versiunea 1, aprilie 2021. <https://adrvest.ro/wp-content/uploads/2021/05/Orasul-Inteligent.pdf>; letöltés: 2021.12.10.

Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe: AI, Data and Robotics. Version 18.06.2020. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2020-06/ec_rtd_he-partnerships-artificial-intelligence-data-robotics.pdf; letöltés: 2021.12.20.

Enhancing the Contribution of Digitalisation to the Smart Cities of the Future. OECD, Paris, 2019. <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Smart-Cities-FINAL.pdf>; letöltés: 2022.01.10.

EURADA – European Association of Development Agencies. <https://www.eurada.org/about>; letöltés: 2021.12.28.

Európa legjobb digitális innovációs központjának választották a szombathelyi központot. Portfolio, 2021.01.27. <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20210127/europa-legjobb-digitalis-innovacios-kozpontjanak-valasztottak-a-szombathelyi-kozpontu-am-lab-ot-467086>; letöltés: 2021.12.12.

European Commission: Cities of the Mission for 100 Climate Neutral and Smart Cities by 2030 Announcement (2022).

European Commission: Digital Europe Programme. https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/digital-europe-programme_en; letöltés: 2021.12.02.

European Commission: Funding programmes and open calls. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls_en; letöltés: 2021.12.04.; letöltés: 2021.12.18.

European Commission: Guidance for the Cooperation Between the European Digital Innovation Hubs, Enterprise Europe Network Partners and Cluster Organisations.
https://ec.europa.eu/newsroom/repository/document/2021-23/Guidance_note_EENEDIHclusters_12032021_FINAL_DGeWljbwe2VJd1pWb3UagT3oy8g_76992.pdf;
letöltés: 2021.10.21.

European Commission: Innovation Radar.
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/innovation-radar>; letöltés: 2021.11.14.

European Commission: Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on contestable and fair markets in the digital sector (Digital Markets Act).
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020PC0842;1>
etöltés: 2021.12.10.

European Commission: Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on a Single Market For Digital Services (Digital Services Act) and amending Directive.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=COM:2020:825:FIN>; letöltés: 2021.11.30.

European Commission: Smart Cities and Communities, Shaping Europe's digital future (2022).

European Commission: White Paper on Artificial Intelligence –A European approach to excellence and trust. COM(2020) 65 final, Brussels, 19.2.2020.
https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf; letöltés: 2021.11.18.

FLORIDA, Richard: Bohemia and Economic Geography. *Journal of Economic Geography*, Volume 2, Issue 1, January 2002. pp. 55–71.
https://www.researchgate.net/publication/5213223_Bohemia_and_Economic_Geography;
letöltés: 2022.01.04.

FORAY, Dominique – DAVID, Paul A. – HALL, Bronwyn H.: Smart specialisation – From academic idea to political instrument, the surprising career of a concept and the difficulties involved in its implementation. MTEI Working Paper, November 2011.
<https://infoscience.epfl.ch/record/170252>; letöltés: 2021.11.18.

GLAESSGEN, Edward H. – STARGEL, David S.: The Digital Twin Paradigm for Future NASA and U.S. Air Force Vehicles. 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Struct. Struct. Dyn. Mater. Conf., 2012.06.14.
<https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/6.2012-1818>; letöltés: 2021.12.14.

GRIEVES, Michael – VICKERS, John: Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. In: KAHLEN, Franz-Josef – FLUMERFELT, Shannon – ALVES, Anabela: *Trans-Disciplinary Perspectives on System Complexity. New Findings and Approaches*. Springer, Switzerland, 2016. pp. 85–113.
https://www.researchgate.net/publication/306223791_Digital_Twin_Mitigating_Unpredictable_Undesirable_Emergent_Behavior_in_Complex_Systems; letöltés: 2021.12.28.

GRIEVES, Michael: Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. Whitepaper, March 2015.
https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication; letöltés: 2021.12.16.

Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisations (RIS 3). European Commission, May 2012.

[https://www.redpoliticasidi.es/system/files/repositorio-archivos/Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisations RIS3_2012.pdf](https://www.redpoliticasidi.es/system/files/repositorio-archivos/Guide%20to%20Research%20and%20Innovation%20Strategies%20for%20Smart%20Specialisations%20RIS3_2012.pdf); letöltés: 2022.01.12.

GYIMESI Áron – SOMLYÓDYNÉ PFEIL Edit: Az adat és a kormányzás jelentősége az okos város stratégiai alapú értékteremtési folyamatában – Magyar nagyvárosok összehasonlítása egy szintetizáló ökoszisztéma modell keretében. *Tér és Társadalom*, 35. évfolyam 3. szám, 2021. <https://tet.rkk.hu/index.php/TeT/article/view/3339/5386>; letöltés: 2022.01.16.

HARRISON, Colin – DONNELLY, Ian Abbott: A Theory of Smart Cities. Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS, Hull, UK, 17–22 July 2011.

<https://journals.iss.org/index.php/proceedings55th/article/view/1703/572>; letöltés: 2021.11.26.

https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/presenta/smart_specialisation/smart_ris3_2012.pdf; letöltés: 2021.11.10.

IEDC – International Economic Development Council.

<https://www.iedconline.org/pages/about-iedc/>; letöltés: 2021.12.28.

JÓZING Antal: Kezd összeállni, hogyan képzeli el a város jövőjét a szombathelyi városvezetés. *nyugat.hu*, 2021.09.06.

https://www.nyugat.hu/cikk/fontos_ember_az_asztal_korul_kezd_osszeallni_el; letöltés: 2021.12.12.

KALPAKA, Anna – SÖRVIK, Jens – TASIGIORGOU, Alexandra: Digital Innovation Hubs as policy instruments to boost digitalisation of SMEs. European Commission, 2020.

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121604>; letöltés: 2022.01.10.

LAI, Chun Sing – JIA, Youwei – DONG, Zhekang – WANG, Dongxiao – TAO, Yingshan – LAI, Qi Hong – WONG, Richard T. K. – ZOBAA, Ahmed F. – WU, Ruiheng – LAI, Loi Lei: A Review of Technical Standards for Smart Cities. *Clean Technologies*, Volume 2, Issue 3, August 2020. pp. 290–310.

https://www.researchgate.net/publication/343716519_A_Review_of_Technical_Standards_for_Smart_Cities; letöltés: 2021.12.30.

LAI, Chun Sing – STRASSER, Thomas I. – LAI, Loi Lei: Editorial to the Special Issue on Smart Cities Based on the Efforts of the Systems, Man, and Cybernetics Society. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems*, Volume 52, Issue 1, Jan 2022. pp. 2–6.

https://www.researchgate.net/publication/357152920_Editorial_to_the_Special_Issue_on_Smart_Cities_Based_on_the_Efforts_of_the_Systems_Man_and_Cybernetics_Society; letöltés: 2022.02.20.

LAI, Shih-Kung: *Planning within complex urban systems*. Routledge, New York, 2021.

MORISSON, Arnault – PATTINSON, Marc: *Smart Specialisation Strategy (S3)*. Interreg Europe Policy Learning Platform, Lille, July 2020.

https://www.researchgate.net/publication/342661627_Smart_Specialisation_Strategy_S3_-_Interreg_Europe_Policy_Brief; letöltés: 2021.12.02.

MURO, Mark – LIU, Sifan: *The geography of AI: Which Cities Will Drive the Artificial Intelligence Revolution?* Brookings, August 2021.

https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2021/08/AI-report_Full.pdf; letöltés: 2022.01.18.

NAGY Donát: Szombathely 2030: A város mesterkulcsa, ami megnyithatja a fejlődés útjának kapuját. Ugytudjuk, 2021.04.08.

https://ugytudjuk.hu/cikk/2021-04-08_szombathely-2030-a-varos-mesterkulcsa-ami-megnyithatja-a-fejlodes-utjanak-kapujat; letöltés: 2021.12.10.

NAM, Taewoo – PARDO, Theresa A.: Conceptualizing Smart City with dimensions of technology, people and institutions. The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research, College Park, MD, USA, 12–15 June 2011. pp. 282–291.

https://www.researchgate.net/publication/221585167_Conceptualizing_smart_city_with_dimensions_of_technology_people_and_institutions; letöltés: 2021.12.16.

NAUWELAERS, Claire – LINDQVIST, Göran – LUBICKA, Beata – PECK, Frank – HARPER, Jennifer – KETELS, Christian H. M.: European Commission: The role of clusters in smart specialisation strategies. Publications Office of the European Union, Luxembourg, July 2013. https://www.researchgate.net/publication/313728324_The_role_of_clusters_in_smart_specialisation_strategies; letöltés: 2021.12.14.

NEIROTTI, Paolo – De Marco, Alberto – CAGLIANO, Anna Corinna – MANGANO, Giulio – SCORRANO, Francesco: Current trends in Smart City initiatives: Some stylized facts. Cities, Volume 38, June 2014. pp. 25–36.

https://www.researchgate.net/publication/260015335_Current_trends_in_Smart_City_initiatives_Some_stylised_facts; letöltés: 2021.12.10

Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia (S3) 2021–2027. Budapest, 2021. július.

<https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/strategia-alkotas/intelligens-szakosodasi-strategia-s3-2021-2027>; letöltés: 2021.11.20.

OMEAR, Hodan – CASTRO, Daniel: Comments to OSTP and NSF on a National AI Research Resource (NAIRR). Center for Data Innovation, September 29, 2021.

<https://datainnovation.org/2021/09/comments-to-the-ostp-and-nsf-on-a-national-ai-research-resource-nairr/>; letöltés: 2021.11.12.

PÁLNÉ KOVÁCS Ilona: Régiók és fejlesztési koalíciók.

Politikatudományi Szemle, XVIII. évfolyam, 4. szám, 2009. pp. 37–60.

https://epa.oszk.hu/02500/02565/00060/pdf/EPA02565_poltud_szemle_2009_4_037-060.pdf; letöltés: 2021.12.20.

PAS 180:2014 Smart cities. Vocabulary. British Standards Institution, 28 February 2014.

<https://knowledge.bsigroup.com/products/smart-cities-vocabulary/standard>; letöltés: 2021.11.28.

President Biden’s Fiscal Year 2023 Budget Calls for Critical Investments in Key Commerce Priorities. U.S. Department of Commerce, 2022.03.28.

<https://www.commerce.gov/news/press-releases/2022/03/president-bidens-fiscal-year-2023-budget-calls-critical-investments-key>; letöltés: 2022.03.30.

Prezentare POR Vest 2021-2027_Conferinta_Viitorul Regiunii Vest.

https://adrvest.ro/wp-content/uploads/2021/11/PPT-pt-consultare-POR-Vest-2021-2027_04.11.pdf; letöltés: 2021.12.10.

Prospective study on the development Timisoara – Arad axis, polarizing centers of development in the West Region.

https://www.adrvest.ro/attach_files/StudiuTM-AR-FINAL.pdf; letöltés: 2021.12.10.

- Regiunea Vest – Strategia Regională de Specializare Inteligentă 2021-2027.
<https://adrvest.ro/wp-content/uploads/2021/01/Strategia-Regionala-de-Specializare-Inteligenta-a-Regiunii-Vest-2021-2027-RIS3-.pdf>; letöltés: 2021.12.10.
- Report of the Public Consultation on the Smart Cities and Communities Initiative, European Union, Brussels, 14.06.2011.
- Roundtable on Digitising European Industry. Working Group 1. Digital Innovation Hubs: Mainstreaming Digital Innovation Across All Sectors. Final version, June 2017.
https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/dei_working_group1_report_june2017_0.pdf;
letöltés: 2021.10.21.
- SADDIK, Abdulmotaleb El: Digital Twins: the Convergence of Multimedia Technologies. IEEE MultiMedia, Volume 25, Issue 2, April 2018. pp. 87–92.
<https://pdfs.semanticscholar.org/7a10/8b3b58d3da2ab2ea635883c756744bde189d.pdf>;
letöltés: 2021.12.28.
- SCHLEICH, Benjamin – ANWER, Nabil – MATHIEU, Luc – WARTZACK, Sandro: Shaping the digital twin for design and production engineering. CIRP Annals – Manufacturing Technology, Volume 66, Issue 1, April 2017. pp. 141–144.
https://www.researchgate.net/publication/316356881_Shaping_the_digital_twin_for_design_and_production_engineering; letöltés: 2021.12.28.
- SHAPIRO, Jesse M.: Smart Cities: Quality of Life, Productivity, and the Growth Effects of Human Capital. The Review of Economics and Statistics, Volume 88, Issue 2, May 2006. pp. 324–335.
<https://direct.mit.edu/rest/article-abstract/88/2/324/57572/Smart-Cities-Quality-of-Life-Productivity-and-the>; letöltés: 2021.11.24.
- Smart City Terminology. Terminology Coordination Unit, European Parliament, 07/08/2019.
<https://termcoord.eu/2019/08/smart-city-terminology/?nowprocket=1>; letöltés: 2021.12.28.
- Specialisation Strategy (S3) – A Policy Brief from the Policy Learning Platform on Research and innovation. Interreg Europe, July 2020.
https://www.interregeurope.eu/sites/default/files/inline/Smart_Specialisation_Strategy__S3_-_Policy_Brief.pdf; letöltés: 2021.10.21.
- STORPER, Michael – VENABLES, Anthony J.: Buzz: face-to-face contact and the urban economy. Journal of Economic Geography, Volume 4, Issue 4, August 2004. pp. 351–370.
https://www.researchgate.net/publication/5213298_Buzz_Face-To-Face_Contact_and_the_Urban_Economy; letöltés: 2022.01.04.
- Sumar al primei consultări Smart City și Transformare Digitală Timișoara.
<https://www.primariatm.ro/2021/10/05/sumar-al-primei-consultari-smart-city-si-transformare-digitala-timisoara/>; letöltés: 2022.01.10.
- SZAREK-IWANIUK, Patrycja – SENETRA, Adam: Access to ICT in Poland and the Co-Creation of Urban Space in the Process of Modern Social Participation in a Smart City—A Case Study. Sustainability, Volume 12, Issue 5, March-1 2020.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/5/2136>; letöltés: 2021.12.20.
- TAYLOR, Mark Zachary: The Politics of Innovation: Why Some Countries Are Better Than Others at Science and Technology. Oxford University Press, New York, 2011.

Tehimpuls: InnoMatch Regional Innovation Fair – The story.

http://www.tehimpuls.ro/wp-content/uploads/2016/06/InnoMatch-Regional-Innovation-Fair_3-4.04.2013-Arad_v2.pdf; letöltés: 2021.12.10.

Területi Innovációs Platformok. NKFIH, 2021.06.22.

<https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/hivatal-hirei/teruleti-innovacios-platformok>; letöltés: 2021.11.20.

The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan. Executive Office of the President of the United States, October 2016.

https://www.nitrd.gov/PUBS/national_ai_rd_strategic_plan.pdf; letöltés: 2022.02.20.

The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan: 2019 Update. Executive Office of the President of the United States, June 2019.

<https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf>; letöltés: 2022.02.15.

The Networking & Information Technology Research & Development Program: Supplement to The President's FY2021 Budget. Executive Office of the President of the United States, August 14, 2020.

<https://www.nitrd.gov/pubs/FY2021-NITRD-Supplement.pdf>; letöltés: 2021.12.10.

The policy implications of digital innovation and megatrends in (smart) cities of the future: A project proposal. OECD, Paris, 2018.

The Smart Cities Council Story.

<https://www.smartcitiescouncil.com/about-us>; letöltés: 2021.12.17.

UNECE: Smart Sustainable Cities (2022).

<https://unece.org/housing/smart-sustainable-cities>; letöltés: 2021.12.20.

VASILE, Marian Constantin – MOCAN, Marian: Joint Development of Timisoara and Arad Cities, Odyssey with Problematic Happy Ending. Conference: 32nd International Business Information Management Association Conference (IBIMA): Vision 2020 – Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional expansion to Global Growth. Seville, SPAIN, November 2018.

VIITANEN, Jenni – KINGSTON, R. Smart Cities and Green Growth: Outsourcing Democratic and Environmental Resilience to the Global Technology Sector. Environment and Planning A, Volume 46, Issue 4, 2015. pp. 803–819.

https://www.researchgate.net/publication/270500884_Smart_Cities_and_Green_Growth_Outsourcing_Democratic_and_Environmental_Resilience_to_the_Global_Technology_Sector; letöltés: 2021.12.17.

ZORKÓCZY MIKLÓS
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA
AZ EGÉSZSÉGÜGYBEN – JOGI, ETIKAI, GAZDASÁGI
SZEMPONTOK

*„Célom: a dolgokon én legyek az úr,
s nem rajtam a dolgok.”*

Horatius, Levelek, I,1,19.

BEVEZETÉS

Készen áll-e a jogi, etikai, orvosi társadalmi, gazdasági rendszerünk arra, hogy a technológia lehetőségeit felismerje és az ellátórendszerbe integrálja? Ismerjük-e az új technológia kockázatait? Vannak-e válaszaink a kockázatok kezelésére? Vannak-e módszereink a kontroll gyakorlására? Egészségesebbek leszünk-e, tovább élünk-e majd a technológia segítségével? Olcsóbb lesz-e az egészségügy? Megannyi kérdés az egészségügy, a jog, az etika és gazdaság vetületében. Tanulmányunkban három – jogi, etikai-társadalmi és gazdasági – irányból ezekre keresünk válaszokat.

A mesterséges intelligencia (MI) önmagában is egy multidiszciplináris jelenség, egységes fogalma nem tisztázott. A terjedelmi korlátok miatt ezért az egyes nem egészségügyi tudományterületek eredményeit a tanulmány csak utalásként használja, azt nem fejt ki bővebben, csak amennyiben annak egészségügyi vonatkozása van. A kutatómunka módszere a nemzetközi és a hazai szakirodalom forrásainak felkutatása, feldolgozása, rendszerezése és elemzése volt. Személyes interjúk során a válaszolók kérték teljes körű anonimitásukat megtartani, szakterületüket sem említve.

JOGI HELYZET

A fejezet az MI egészségügyi ellátórendszerben történő használatát mint orvostechnikai eszközt vizsgálja. A technológia jelenlegi fejlettségi fokának megértését követően számba vesszük a fejlesztési és az üzemeltetési folyamatban szereplők közrehatásának felelősségét. A tanulmány lezárásakor még folyamatban levő európai uniós MI-szabályozási csomag tervezetről terjedelmi okok miatt csak szűken tudunk értekezni, hatályba lépésük előtt a jelenlegi jogi felelősségi szabályozást ez tagállami szinten nem is befolyásolja.

Orvosi technológiai háttér és kockázatok

Nagy mennyiségű adat algoritmusok segítségével történő – és ember által meghatározott tulajdonságok szerinti – feldolgozása matematikai, statisztikai módszerekkel az, amit a jelenlegi gépi tanulási (MI-) technológia képes elvégezni.

Egészségügyi példát hozva, ha az adat alapja egy képalkotó diagnosztikai berendezéssel rögzített kép, abban a nagy mennyiségű adat a pixel (képpont). Az adatok feldolgozásával meg kell találni a szövetről készült felvételen az inhomogén sejteket, mert az valamilyen kóros elváltozásra utal. Ezt a feladatot múltbeli adatok mintázatain keresztül tanult szűrő, osztályozó módszerekkel látják el.

Gépi tanulás

A gépi tanulás úgy kezdődik, hogy elsőként megvizsgálunk több ezer múltbeli betegadatot, a példánál maradva képfelvételt, és a hozzájuk tartozó egészségügyi dokumentációt. A vizsgálat technikailag úgy zajlik, hogy az előbb említett képpontokból számsort képeznek, ami már matematikailag és statisztikailag elemezhető. Ezt az adatsort különböző tulajdonságok (*feature*) szerint elkezdik osztályozni, majd ennek eredményeként kapnak egy valószínűségi értéket. Milyen tulajdonságot adhatnak meg egy képpont esetében? Például meghatározhatják a színárnyalatát, eloszlását, vagy paraméterezhetik a vizsgált szövetet abból a szempontból, hogy az milyen típusú, mennyire sűrű vagy mennyire telt folyadékkal. Minél gyorsabb és hatékonyabb az adatfeldolgozás, az annál pontatlanabb. Ennek ellentéje az, ha minél több szűrőn megy át az adatsor, akkor az annál pontosabb lesz, viszont hosszabb időbe telik. Ha az adatfeldolgozás jövőbeli, prediktív előrejelzéseket tartalmaz, az időtáv függvényében az a pontosság rovására megy.

A kapott valószínűséget aztán a tanító adatbázist összeállító programozók és orvosok közösen felülvizsgálják. Ha az értékelés az emberi tudás és képesség alapján validálható, akkor visszajeleznek a rendszernek az így megerősített eredményről. Így a következő értékelés során az már egy mintázat (hasonlóság) alapja lesz, amelyet újból és újból kiértékelnek, elérve az egyre nagyobb pontosságot.

Torzulás (bias)

A folyamatban számos helyen torzulás (*bias*) következhet be, kezdve ott, hogy az adatokat valaki, valahol, valamilyen szakértelem alapján rögzíti. Mivel az adat az MI alapja, és az az adat nem pontos, nem naprakész, az hiba. Az adathiba következménye az, hogy a tanuló adatbázis is hibás lesz, ez okozza a torzulást. Az adatok gépi úton történő összegyűjtése is az emberek által adott utasítások, beállítások mentén történik, nem lehet azt állítani, hogy a gép a hibás a torzulásért. A probléma az ilyen torzító hibában az, hogy bizonyos betegársadalmi csoportok kiszorulnak például a klinikai tesztelesekből, az adatbázisban való alulreprezentáltságuk miatt, ezért rájuk vonatkozóan nem lesz igazolható az eredmény.

A fejlesztő csapat felelőssége, hogy a gépi tanulás alapjául szolgáló adatbázis „*fair*” módon kerüljön összeállításra. Egy 99% bizonyosságú predikció nagyon magas arányú pontosság, mégis a maradék 1% egy ember életében fals negatív diagnózis esetén már a gyógyulási esély csökkenését vagy elvesztését jelentheti. Fals pozitív esetben pedig a páciens vissza kell rendelni, aminek költsége és időigénye van, arról nem is beszélve, hogy lelkileg is meg tudja viselni az érintettet egy ilyen visszarendelés. Az MI-technológia ezt a torzulást a nagy betegtömeg miatt felnagyítja, ezért veszélyes a rendszerben rejlő kis hibalehetőség is.

Orvostechnikai eszköz

A diszkriminációmentesen összeállított adatbázis alapján történő gépi tanítás a fejlesztés következő fázisa. Az adatbázist matematikai, statisztikai módszerekkel, modellekkel, azaz algoritmusokkal vizsgálják. Vannak olyan algoritmusok, amelyek működése egyszerű, átlátható, magyarázható. Illetve vannak olyan algoritmusok, amelyeknek a pontossága alacsony, vagy működésük nem átlátható, azaz nem tudjuk pontosan megmagyarázni a működésüket vagy az eredményt, amire jutottak.

Az MI tehát egy kódsorozat, egy szoftver, ami önmagában vagy más eszköz tartozékaként egyes emberi képességeket tud hatékonyan utánozni. Az egészségügyben adatelemzéssel, képi felismeréssel, nyelvtechnológiai megoldásokkal segítik az ellátórendszert. Az orvostechnikai eszközök fogalmát EU-szintű jogszabály határozza meg (MDR),¹ illetve az MI előfordulhat gyógyászati segédeszközként is.² Fontos megjegyezni, hogy a fejlesztés megkezdése előtt már hatósági engedély³ szükséges a klinikai kutatás elindulásához is.

Az adatkezelő felelőssége

Az irányadó szakirodalom az érintetti jogokat az átláthatóság és a pontosság, az információs önrendelkezési jog alapelveinek az érvényesíthetősége mentén csoportosítja.⁴ Az átláthatóság elvének érvényesítését szolgálja az előzetes tájékoztatáshoz való jog, hozzáféréshez való jog, adathordozhatósághoz való jog. A pontosság elvének érvényre juttatását elősegítő érintetti jogok pedig a helyesbítéshez való jog, a törléshez (elfeledtetéshez) való jog, az adatkezelés korlátozásához való jog. A harmadik csoportot alkotják az egyéb, a GDPR-ben⁵ nevesített jogok, így a tiltakozáshoz való jog, az automatizált döntéshozattal szembeni tilalom.

Az MI-alkalmazás gyártójának már a fejlesztés szakaszában gondolnia kell arra, hogy majdan a rendszert felhasználó intézmény, egészségügyi szolgáltató hogyan tud megfelelni az adatvédelmi követelményeknek. A GDPR 25. cikk alapján a beépített és alapértelmezett adatvédelem követelménye az adatkezelő felelőssége, aki nem fog tudni olyan rendszert beüzemelni, amely ne venné figyelembe a GDPR követelményeit.

¹ Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2017/745 rendelete (2017. április 5.) az orvostechnikai eszközökről, a 2001/83/EK irányelv, a 178/2002/EK rendelet és az 1223/2009/EK rendelet módosításáról, valamint a 90/385/EGK és a 93/42/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről. MDR 2. cikk. 1. pont.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0745>; letöltés: 2022.12.04.

² 2006. évi XCVIII. törvény a biztonságos és gazdaságos gyógyszer- és gyógyászatisegédeszköz-ellátás, valamint a gyógyszerforgalmazás általános szabályairól. 3. § 6. pont.

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600098.tv>; letöltés: 2022.12.10.

³ MDR 2. cikk 44–59. pont.

⁴ PÉTERFALVI Attila – RÉVÉSZ Balázs – BUZÁS Péter: Magyarázat a GDPR-ról. Wolters Kluwer Hungary, Budapest, 2018.

⁵ Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 rendelete a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről (általános adatvédelmi rendelet).

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600679.eup>; letöltés: 2022.12.14.

A GDPR 9. cikk (1) bekezdése alapján tilos a különleges, köztük az egészségügyi adatok kezelése, ami alól a jogalkotó tíz kivételszabályt fogalmaz meg. A különleges adatok kezelése esetén az adatkezelésnek a GDPR 6. cikk (1) bekezdésében szereplő jogalapoknak, valamint a GDPR 9. cikk (2) bekezdésében szereplő valamely különleges adatkezelés feltételeinek is meg kell felelnie. Ilyen jogalap az érintett előzetes és kifejezett hozzájárulása. Másik jogalap a létfontosságú érdek lehet, amikor az érintett nem képes valamilyen oknál fogva hozzájárulni az adatkezeléshez. Például, ha sürgős szükség esetén nincs lehetőség az érintett vagy hozzátartozójának beleegyezését megszerezni.

Az „egészségügyi ok” mint jogalap akkor jöhet számításba adatkezelésként, ha a preventív szűrővizsgálatok elvégzéséhez, diagnózis felállításához, ellátás nyújtásához, egészségügyi rendszerirányításhoz szükséges, amennyiben az adatokat jogszabály alapján titoktartásra kötelezett szakember kezeli. A népegészségügyi jogalap a GDPR 9. cikk (2) bekezdésének i) pontja szerint a népegészségügyet érintő adatkezelés közérdekből történő kezelését engedélyezi, például határokon átnyúló súlyos egészségügyi veszélyhelyzet elhárítása során, ahol az adatok feldolgozásában az MI-rendszerek nagy hatékonysággal tudnak működni.

Az MI természetéből fakadóan az orvostechikai eszköz klinikai kutatási fázisához is már a lehető legnagyobb adatbázisra van szükség. Egészségügyi adatot előzetes tájékoztatáson alapuló beleegyezés nélkül nem lehet megosztani másokkal. Probléma, hogy sokszor nem lehet előre látni a felvétel időpontjában, hogy mi mindent kell még a kezelés folyamatában vizsgálni, a betegség felismerésétől kezdve a gyógyulásig, ezért nem oszthatók meg sokszor az adatok.⁶ Az egységes adatterek, adattavak létrehozásával, a tanuló algoritmusok adatbázis-hozzáféréseinek lehetővé tételével, a fejlesztők számára informatikai homokozóudvar (*sandbox*) lehetőségének megteremtésével segíthető elő az adathoz jutás.

A fejlesztő polgári jogi felelőssége

Az értékesített és forgalomba helyezett termék esetén szerződésen alapuló jogviszonyt és ehhez kapcsolódó kontraktuális felelősségi rendszert kell alkalmazni. Az intézmény (kórház) a fejlesztés megrendelője, a termék vevője. Gyakorlatban az intézmény gyakran nem az MI-rendszer fejlesztését rendeli meg, hanem egy orvostechikai eszközt vásárol, aminek a része például egy kiértékelő MI-rendszer.

A fejlesztő a hibás teljesítésért a Ptk. 6:157. § szerint a szerződésszegés szabályai szerint felel, ha az átadott rendszer a teljesítés időpontjában nem felel meg a szerződésben vagy jogszabályban meghatározott minőségi követelményeknek. A kellékszavatossági jogai alapján a megrendelő kérheti választása szerint a kijavítást, a kicserélést, az árleszállítást, illetve a fejlesztő költségére mással kijavíthatná a terméket. A problémát az okozhatja a felelősség megállapításánál, ha a hardver és a szoftver szállítása külön szerződés alapján történik, és hibás teljesítés esetén minden fél a másikra próbálja hárítani a felelősségét. Arról nem is beszélve, ha az algoritmus egy harmadik fél adatszolgáltatásaiból került betanításra. Ez kockázat, ami azzal csökkenthető, hogy minden fél a lehető legrészletesebben meghatározza a specifikáció

⁶ WATSON, Clare: Many researcher say, they will share data – but don't. Nature, Volume 606, June 2022.

alapján teljesítendő feltételeket. Kizárja felelősségét ott, amire nincs ráhatása, illetve megfelelő biztosítási fedezettel rendelkezik arra az esetre, amire nincs kontrollja, mégis érintett lehet a felelősségre vonhatóság kapcsán.

Az intézmény kártérítési felelőssége

Az intézmény (ellátó, kórház, szolgáltató) és a beteg jogviszonyában továbbra is azt vegyük alapnak, hogy az orvos – az ellátórendszer részeként – dönt a diagnózisról, kezelésről, mivel az MI-rendszer jelenleg csak kiegészíti az orvosi intelligenciát és megkönnyíti az adat feldolgozását.

Az egészségügyi szolgáltató és a beteg között megbízási jellegű, vagy más atipikus „kezelési” szerződés jön létre. Az Eütv. 244. § világos iránymutatást ad a kárfelelősség megállapítására, mert a (2) bekezdés szerint a Ptk. szerződésen kívül okozott kárért való felelősségre vonás, valamint a személyiségi jogok megsértésének szankcióira vonatkozó szabályait kell alkalmazni. Hogy ki a felelős az ellátói oldalon? Az Eütv. 244. § (1) bekezdésből következik, hogy az intézményi ellátás keretében okozott kárért és a személyiségi jogsértésért az egészségügyi szolgáltató tartozik felelősséggel. Összegezve tehát az intézmény és a beteg jogviszonyára a kontraktuális szabályok vonatkoznak, kivéve a károkozás esetét, amikor a deliktuális felelősség szabályait kell alkalmazni.

A Ptk. 6:519. § alapján aki másnak jogellenesen kárt okoz, köteles azt megtéríteni. Aki kártérítési igénnyel lép fel, annak bizonyítania kell a jogellenes károkozó magatartást, a kár bekövetkezését, a magatartás és a kár közötti ok-okozati összefüggést. A másik oldalnak pedig a mentesülés érdekében kell bizonyítania, hogy magatartása nem volt felróható.

Miként lehet bizonyítania a károsultnak a jogellenes károkozó magatartás, valamint a kár közötti ok-okozati összefüggést az MI használata esetén? Az orvos–beteg viszonyában adott egy információs aszimmetria, amelyet a jogalkotó a peres eljárásban a károsult beteg oldalán ellensúlyoz. Ilyen rendelkezés a Pp. 170. § (5) bekezdés a) pontja szerinti állítási szükséghelyzet, amely esetén információ szolgáltatására kötelezi az alperes ellátót, illetve a b) pont szerint a bizonyítási szükséghelyzetben a bizonyítási eszköz kötelező becsatolásával. Az MI-rendszer használata esetén ez az információs aszimmetria továbbtorlódhat az ellátó oldalán. Az EU tervezi⁷ egy egységes MI-felelősségi szabályrendszer életre hívását, amelyben az érintett oldalon vezet be bizonyításiteher-könnyítéseket a felperes oldalán. A jövő tehát az, hogy az ellátónak még inkább figyelembe kell vennie, hogy egy perben ilyen irányú kötelezettségeit képes legyen teljesíteni. Tehát az MI-rendszer fejlesztőjét, gyártóját, harmadik személy üzemeltetőjét szerződéses alapon kell tudni kötelezni az információ vagy a bizonyíték átadására.

⁷ Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on adapting non-contractual civil liability rules to artificial intelligence (AI Liability Directive).
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022PC0496>; letöltés. 2022.12.16.

Jogi következtetések

Jogi szempontból a gépi tanulási módszerrel működő orvostechnikai eszközök kapcsán beláttuk, hogy a jelenlegi felelősségi szabályok alapján megállapítható az ellátó (intézmény, kórház), az orvos, a beszállító, illetve azt megelőzően a fejlesztő, de még az adatbázis összeállítását diszkriminatív módon torzító emberi közrehatás felelőse is. Az elszámoltathatóságot azonban több tényező is nehezíti. Ilyen a fogalmak (MI-definíció) hiánya, egy eleve olyan természetű többszereplős folyamat során, ahol nincs szabályozva a fejlesztő és az egészségügyi iparág felelőssége.⁸ Fontos megjegyezni, hogy a jogalkalmazás során nem beszélhetünk kialakult gyakorlatról, és a technológia oldaláról is sokszor kérdéses, mit miként lehet bizonyítani, rekonstruálni.

ETIKAI ÉS BETEGTÁRSADALMI SZEMPONTOK

A tanulmány egyik legbonyolultabb részéhez érkeztünk. Emberi értelemről és érzelemről beszélünk, és ezt kódra lefordítani jelenleg szinte lehetetlen. A jog oldaláról is nehéz egy exponenciálisan fejlődő technológiát naprakészen szabályozni. Az etika segítségével ezt a nehezen szabályozható és jogilag késleltetve kontrollálható területet lehet emberibbé és igazságosabbá tenni. Már amennyiben a nem etikus magatartás következményt is von maga után.

Orvosi etikai szabályok, szakmai irányelvek

Az orvosi tevékenység során sokszor tagadott az emberi intuíció, a megérzés, a gyanú, az emberismeret fontossága. Ennek oka a szakmai prokollok, irányelvek betartásának kötelezettsége. A beteg sokszor nem mond igazat – pszichológiai szempontból teljesen igazolható okok miatt, ezt az orvosnak ki kell tudni szűrnie. Például, ha a beteg maga sem vesz állapotáról tudomást, vagy akár nem is akar szándékosan tudomást venni arról, mert betegségtagadó magatartása van, vagy mert hipochonder, ezért eltúllozza tüneteit. A betegség eleve beszűkült tudatállapot, és az is előfordul, hogy fizikailag sem tudja beazonosítani a páciens, hogy hol is fáj pontosan. Gépet beprogramozni a megérzésekre jelenleg nem lehet, marad tehát az orvosi tapasztalat.

Az orvosi kapcsolat hat alapköve Eric Topol⁹ szerint: empátia, közelség, meghallgatás, beszélgetés, érintés, fizikai vizsgálat. A terápiahűség, egy műtéti beavatkozásnak alávetés, egy végzetes hír közlése – mind olyan emberi kapcsolatteremtési képességet feltételez az orvos részéről, amit szintén nem tud algoritmus helyettesíteni, pedig az az orvosi hivatásnak fundamentális része.

⁸ Artificial intelligence in healthcare: Applications, risks, and ethical and societal impacts. European Parliament, Panel for the Future of Science and Technology (STOA), Brussels, June 2022. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU\(2022\)729512_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU(2022)729512_EN.pdf); letöltés: 2022.12.10.

⁹ TOPOL, Eric: Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. Basic Books, New York, 2019. p. 302.

Az orvosok gyakran panaszkodnak, hogy nekik percekben belül kell legjobb tudásuk szerint helyesen döntést hozniuk. A felelősségre vonásokról vagy mentesülésükről jogászok, igazságügyi szakértői csapatok pedig évekig vitatkoznak. Az MI segítségével ezek a szakmai szabályok, irányelvek, protokollok, tudományos eredmények leprogramozható döntési utakká alakíthatók. Így egy naprakész, közös tudásbázisból az MI-rendszer segítségével gyorsan és egyszerűen lekérdezhetővé válhatnak. Ez még mindig nem jelenti az orvos felelőssége alóli mentesülését, ha egy gép mondaná meg adott helyzetben, hogy milyen szakmai szabályok vonatkoznak az adott időpillanatban az adott esetre. A végső döntés, a döntésért való felelősség mindenképp az orvost illeti, így az MI-rendszer nem helyettesítheti az orvosi intelligenciát, inkább egy kiterjesztett intelligenciát jelenthet.

A szakmai kamarák (MOK, MGYK, MESZK) etikai szabályzataiban az MI-rendszert nem nevesítve, de azt érintő szabály a titoktartás,¹⁰ az egyénre szabott tájékoztatási kötelezettség,¹¹ az etikátlan hirdetés, a tisztességtelen gazdasági tevékenység, a fogyasztói döntés befolyásolása, a reklám, valamint az üzletszerzési és forgalomnövelő célú adatgyűjtés.¹²

Az egyéniesített tájékoztatási szabály egyelőre gátja egy információs MI által vezérelt telemedicina-szolgáltatás kialakulásának az orvosi kérdések körében. Az orvos–beteg viszonylatában fennálló információs aszimmetria sokat enyhülne egy nem orvosi információt nyújtó gépi asszisztencia üzemelésével, „ügyfélbarát tájékoztatási”¹³ módozatként. A veszély az ellenőrizetlen forrásokon keresztül megszerzett orvosi információban rejlik, mert hamis képzetet ad a betegnek, hogy foglalkozott a betegségével. Ameddig az MI-rendszernek nincs meg a képessége, hogy nagy biztonsággal érzelmeket ismerjen fel és arra személyre szabottan reagáljon, addig nincs is gépi kommunikációs lehetőség az egyéniesítésre, a beteg érdekében történő fokozatos tájékoztatásra. Ezért szükséges és helyes, hogy a tájékoztatás a kezelőorvos feladata és felelőssége maradjon.

A transzparencia jegyében az etikai szabályoknak való megfelelés azt is jelenti, hogy a beteget az orvosnak előzetesen tájékoztatnia kell – az önkéntes hozzájárulás megadása előtt (*informed consent*) –, amihez a technológia működési logikáját is ismernie szükséges.¹⁴

¹⁰ A Magyar Orvosi Kamara Etikai Kódexe. MOK EK II.1.3. 11. pont.
https://mok.hu/public/media/source/etikaiKodex/EtikaiKodex_2018_11_24.pdf; letöltés: 2022.12.16.
 Magyar Gyógyszerészi Kamara Etikai Kódex. MGYK EK V. pont.
<https://www.mgyk.hu/admin/data/file/20200925/etikaikodex-hatalyos20200906-1.pdf>; letöltés: 2022.12.16.
 A Magyar Egészségügyi Szakdolgozói Kamara Etikai Kódexe. MESZK EK I. 13. pont.
https://szlmlk.hu/wp-content/uploads/2022/02/meszk_etikai_kodex.pdf; letöltés: 2022.12.16.

¹¹ MOK EK II. 5. pont; MGYK EK VII.6. pont; MESZK EK III.1–5. pont.

¹² MOK EK II.26–27. pont; MGYK EK VII. fejezet; MESZK IX.8. pont.

¹³ KOVÁCSY Zsombor: *Elfekvő*. Noran Libro Kiadó, Budapest, 2020.

¹⁴ SCHIFF, Daniel – BORENSTEIN, Jason: How Should Clinicians Communicate With Patients About the Roles of Artificial Intelligent Team Members? *AMA Journal of Ethics*, Volume 21, Issue 2, February 2019. pp. 138–145.
https://www.researchgate.net/publication/330868351_How_Should_Clinicians_Communicate_With_Patients_About_the_Roles_of_Artificially_Intelligent_Team_Members; letöltés: 2022.11.20.

MI etikai szabályok

Az EU számos egészségügyi területet érintő problémával küzd, ilyenek az előregedő társadalom krónikusbeteg-számának növekedése, a szakemberhiány, a hatékonyság hiánya, a fenntarthatóság, az egyenlőtlenség.¹⁵ Tehát nagy szükség van a technológia bevezetésére, hogy az ellátórendszer képes legyen ezekkel a problémákkal megküzdeni. Az EU készülő Mesterséges Intelligencia Kódexe¹⁶ az MI működését kockázat alapon tervezi szabályozni. Milyen kockázatok lehetnek az egészségügyi MI működésében? Például a beteg károsodása hibásan vagy hiányosan tanult adatbázis miatt, vagy helytelen MI-eszköz használata, előfordulhatnak torzulás okozta diszkriminációk, a transzparencia hiánya, egy adatvédelmi és adatbiztonsági káresemény, az elszámoltathatóság hiánya, illetve implementációs és interoperabilitási problémák.¹⁷ Itt nemcsak műszaki értelemben vett, hanem a jogi, vagy az adatvédelmi összhang, a közös adattavak (*data lakes*) létrehozásának problémáiról is gondoskodni kell.¹⁸

Átláthatóság és bizalom

A legnagyobb bizalmatlanság abból a félelemből táplálkozik, hogy a gépek olyan eredményekre fognak jutni, amiket emberi ésszel és tudással nem fogunk átlátni, összefüggéseit megérteni, és nem vesszük észre, ha hibázik. Egyébként érdekelné a beteget, hogyan jött rá a gép a megoldásra, ha az 100%-os biztonsággal és pontossággal tudná megmondani, mi a betegsége?¹⁹ Ilyen rendszer még nincs, és az egészségügyben várhatóan még évtizedes távlatban az orvos lesz a döntéshozó. Miként hagyatkozna egy olyan rendszerre az egészségügy, amiben nem bízunk, és miként a beteg, ha az orvosa sem bízunk a gépekben?

Láthatjuk, hogy a transzparencia az elszámoltathatóság előszobája, ami pedig elszámoltatható, abban az emberek jobban bíznak. Az átláthatóság a műszaki tartalom szempontjából azt jelenti, hogy egy adott szakértő képes lefordítani (interpretálni) a kód bemeneti (input) és kimeneti (output) adataiból azt, hogy a két végpont közti számítási folyamatban a gépi modell milyen műveletek végez, és miért erre az eredményre jut.²⁰

¹⁵ Artificial intelligence in healthcare: Applications, risks, and ethical and societal impacts.

¹⁶ Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Laying Down Harmonised Rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and Amending Certain Union Legislative Acts.

<https://artificialintelligenceact.eu/the-act/>; letöltés: 2022.12.14.

¹⁷ Artificial intelligence in healthcare: Applications, risks, and ethical and societal impacts.

¹⁸ European Commission: New European Interoperability Framework. Promoting seamless services and data flows for European public administrations. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017.

https://ec.europa.eu/isa2/sites/default/files/eif_brochure_final.pdf; letöltés: 2022.11.30.

¹⁹ ANDERSON, Michael – ANDERSON, Susan Leigh: How Should AI be Developed, Validated, and Implemented in Patient Care? *AMA Journal of Ethics*, Volume 21, Issue 2, February 2019. pp. 125–130.

https://www.researchgate.net/publication/330831701_How_Should_AI_Be_Developed_Validated_and_Implemented_in_Patient_Care; letöltés: 2022.12.16.

²⁰ MAGYAR Gábor – NEMESLAKI András – Syi (szerk.): *A digitális szisztemizáció technológiai kérdései*. Gondolat Kiadó, Budapest, 2021.

Az egészségügyben kulcsfontosságú a műszaki értelemben vett magyarázhatóság a magas kockázat, az orvosi felelősség, a bizalom kialakulása és megtartása miatt. A transzparencia ezért már a tervezés során fontos szempont, aminek mértékét, átláthatóságának jellemzőit szakmaspecifikusan kell meghatározni.

Etikus tervezés

Egy képalkotó diagnosztikai berendezés tervezése a szakértői gárda összehangolt cselekménysorozata. Egy nemrég megjelent tanulmány szerint a „humán központú tervezés”²¹ első lépéseként meg kell határozni a klinikai feladatot, amelyet a géppel támogatni kívánnak, és meg kell vizsgálni az egészségügyi szabályozásban előírt személyi és tárgyi feltételek meglétét. Meg kell határozni a felhasználni kívánt algoritmusok jellemzőit, tulajdonságait, pontosságát, magyarázhatóságát, értelmezhetőségét. Ugyanilyen fontos megérteni a jövőbeli eszköz felhasználóinak a képességeit, felelősségét. A tanulmány szerint a második lépésben a leendő felhasználóra (orvosra) vonatkozóan kell kialakítani az elfogadható bizonyosság szintjét és a transzparencssé tévő eszközöket. Ha ez nincs, olyan eszközt fognak tervezni, amit nem fognak használni, vagy használatra nem fognak engedélyezni. A következő lépésekben biztosítani kell, hogy amit az elején lefektettek szabályok, azt a modell mindvégig követni is fogja. A felhasználó felé ezt be kell mutatni, megfelelő mértékeket (*metrics*) kell hozzákapcsolni a teljesítmény-értékeléshez, és végül ki kell értékelni (*validation*), hogy a beépített transzparenciaeszköz hatásos-e.

Az AI-HLEG²² tanácsadó testület etikai iránymutatásain alapuló másik tanulmány²³ szintén az együtt tervezés fontosságát hangsúlyozza egy bőrelváltozást vizsgáló rendszer megbízhatósága szempontjából. Ebben javasolják nemcsak az orvos, hanem a páciens bevonását is, és a tervezett alkalmazást össze is kell hasonlítani más megoldásokkal. Az adatbáziselemek sokféleségének (*diversity*) biztosításával ajánlott elvégezni a tanulóadatokat torzításmentesítést. Az eredményeket standardizált követelmények szerint kell aztán a tudományos szakmának bemutatni a dokumentáció átláthatósága érdekében (pl. TRIPOD, CONSORT-AI, MINIMAR²⁴).

²¹ CHEN, Haomin – GOMEZ, Catalina – HUANG, Chien-Ming – UNBERATH, Mathias: Explainable medical imaging AI needs human – centered design: guidelines and evidence from a systematic review. *Digital Medicine*, Volume 5, Issue 1, October 2022.

https://www.researchgate.net/publication/364431553_Explainable_medical_imaging_AI_needs_human-centered_design_guidelines_and_evidence_from_a_systematic_review; letöltés: 2022.12.04.

²² European Commission: A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019.

<https://www.aepd.es/sites/default/files/2019-12/ai-definition.pdf>; letöltés: 2022.11.26.

²³ ZICARI, Roberto V. et al: Co-Design of a Trustworthy AI System in Healthcare: Deep Learning Based Skin Lesion Classifier. *Frontiers in Human Dynamics*, Volume 3, July 2021.

<https://www.readcube.com/articles/10.3389/fhumd.2021.688152>; letöltés: 2022.12.28.

²⁴ TRIPOD-AI: Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis Or Diagnosis.

CONSORT-AI: Consolidated Standards of Reporting Trials.

MINIMAR: MINimum Information for Medical AI Reporting.

Az adattudós (*data scientist*) tervezők maguk is választhatnak adatelemzési standard folyamatokat (CRISP-DM), amely az üzleti (egészségipari) célok meghatározásánál kezdődik, majd az adatok megértésével, előkészítésével, modellezéssel, kiértékeléssel és beüzemelésével fejeződik be.²⁵

Etikus adat

Az adatizmus (*datafication, datafying*)²⁶ korában 7,2 milliárd telefon használata és 112 millió viselhető (*wearable*) eszköz szállítja 100 ezer egészségügyi alkalmazáson (*application*) keresztül az egészségügyi adatokat. Mitől lesz etikus az adat? Etikus és jogszerű az adatkezelés, ha annak kezeléséhez a beteg előzetes tájékoztatás alapján szabadon hozzájárult, és az adat arra került felhasználásra, amihez hozzájárult. Kérdés, hogy az egészségügyi adat mint a magánszféra része védendő, és ezért nem megengedhető, hogy azzal előnyöket lehessen szerezni? Vagy az egyén egészségügyi adata az emberi közösség értéke, aminek révén sok más ember gyógyulhat, ezért a közösség érdekében azt használni, hasznosítani kell? Vagy a kérdés eldöntését bízzuk az egyénre szabadon, és az adattal lehessen mindenkinek a belátása szerint kereskedni, és aki pedig áruba bocsátja, az viselje a kockázatának következményeit, illetve élvezze előnyeit?

A WHO Iránymutatása²⁷ felhívja a figyelmet az egészségügyi adatokkal való kereskedelem veszélyeire, például hogy a szegényebb emberek kénytelenek lennének áruba bocsátani adataikat, így kevésbé tudják védeni adataikat a náluk gazdagabb társaiknál. Ugyanakkor ki nem adná oda mindenét, beleértve adatait is azért, hogy meggyógyuljon, vagy hozzátartozójánál megtalálják a helyes gyógymódot? A köz érdekében az EU-ban már létezik a „*data solidarity*” fogalma,²⁸ nonprofit jelleggel, cégek gyűjthetnek személyes adatokat az érintett beleegyezése nélkül is. Ez a WHO figyelmeztetése szerint szürke zónához vezet, mert az adatkezelők köre könnyen változhat, és az adatkezelés során a kapcsolódó termékek már várhatóan az üzleti szférát gazdagítják majd. A WHO²⁹ jó példaként hozza azt a következő generációs egészségügyi infrastruktúráról szóló japán jogszabályt, amely lehetővé teszi a kórházak számára, hogy – a beteg hozzájárulása esetén – egészségügyi adatokat továbbítsanak akkreditált cégeknek, amelyek anonimizálják és kereshetővé teszik azokat. Ilyen adatközpontokat (*hub*) szeretne az EU is létrehozni.³⁰ A betegtársadalom önszervező kezdeményezése, hogy az azonos betegségtől, betegségcsoporttól szenvedők megoszthassák adataikat a tudomány, a kutatás érdekében.³¹

²⁵ MAGYAR Gábor – NEMESLAKI András – Syi (szerk.): A digitális transzformáció technológiai kérdései.

²⁶ PANESAR, Arjun: Machine Learning and AI for Healthcare. Springer Apress, California, 2019.

²⁷ Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance. World Health Organization, Geneva, 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>; letöltés: 2022.11.18.

²⁸ Regulation (EU) 2022/868 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2022 on European data governance and amending Regulation (EU) 2018/1724 (Data Governance Act).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0868>; letöltés: 2022.12.16.

²⁹ Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance.

³⁰ Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the European Health Data Space.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022PC0197>; letöltés: 2022.12.28.

³¹ Data Saves Lives. <https://datasaveslives.eu/>; letöltés: 2022.11.20.

DataFair. <https://www.datafair.org/>; letöltés: 2022.11.20.

Registratie aan de bron. <https://www.registratieaandebron.nl/>; letöltés: 2022.11.20.

A stratégia tehát az adatmegosztás terén még nem dönt el. Hangsúlyozzuk, hogy nem általában véve adatokról van szó, hanem azokról az egészségügyi adatokról, amelyek ismerete segíthet a beteg, a hozzátartozóin, az embertársain. Lehet, hogy erre is majd a technológia ad választ, például a *blockchain* révén mindhárom irányzat egyszerre érvényesülhetne. Anonim módon használható lenne, mégis akár azonos időben, kereskedést (hasznosítást) lehetővé téve, a közösség érdekében működne. A *blockchain* technológiával megoldódhat az az adatvédelmi probléma, hogy az adatkezelőnek meg kelljen osztani más adatkezelőkkel az egészségügyi adatot. Mégis az adatokon végzett tanulás révén ki lehet használni a technológiát, és a tesztelés eredményét osztják csak meg egymás közt a hálózatban szereplő intézmények.³²

Veszélyes kockázatok

Veszélyes, ha az algoritmusok felerősítik az emberi rendszerek és kultúrák egyenlőtlenségeit, torzításait (*bias*), és intézményesítik azt, mert nagyon nagy számban okoznak igazságtalanságot, diszkriminációt. A torzulás nem jelent abszolút kizáró okot, ugyanakkor nagyon alaposan kell megvizsgálni a használhatóság korlátait (paradox).³³ Egyes MI-rendszerek például röntgenképek alapján meg tudják mondani, hogy milyen a páciens bőrszíne, és a kutatóknak fogalmuk sincs, hogyan csinálja, ráadásul 80% feletti pontossággal.³⁴ Anélkül, hogy egészségügyi adatainkat megadtuk volna, pusztán kereskedelmi érdeklődésünk, kereséseink, mozgásunk alapján a Google az adatainkból próbált az influenza terjedésére prognózist adni, sikertelenül.³⁵ A Target.com egy áruházi reklámokat küldő algoritmus, de hamarabb tudta egy 12 éves kislányról, hogy várandós, mint a saját édesapja, aki miután reklámolt a gyerek nevében, rá egy hétre szerzett tudomást arról, hogy nagypapa lesz.³⁶ „Csanda Gergely úgy vélte, a felhasználók a kényelemért cserébe adják át az adataikat a cégeknek, amik ezek után – valamilyen taktika mentén – monetizálni kezdik őket. Ezt azonban sokszor csak utólag sikerül kitalálni. Itt kezdődik az, hogy e vállalatok tulajdonképpen „digitálisan drogoznak minket” ezzel a kényelemmel, hogy termeljük nekik az adatokat.”³⁷ Nem is beszélve arról, hogy az egészségügyi

³² WARNAT-HERRESTHAL, Stefanie et al: Swarm Learning for decentralized and confidential clinical machine learning. Nature, Volume 594, June 2021. pp. 265–270.
<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03583-3>; letöltés: 2022.11.14.

³³ ZICARI, Roberto V. et al: Co-Design of a Trustworthy AI System in Healthcare: Deep Learning Based Skin Lesion Classifier.

³⁴ Egyes mesterséges intelligenciák röntgenképek alapján képesek megmondani, melyik rasszhoz tartozik az ember. HVG, 2021.08.31.
https://hvg.hu/tudomany/20210831_mesterseges_intelligencia_rasszok_rasszizmus_rontgenkep;
letöltés: 2022.12.28.

³⁵ LAZER, David – KENNEDY, Ryan: What We Can Learn From the Epic Failure of Google Flu Trends. Wired, 2015.10.01.
<https://www.wired.com/2015/10/can-learn-epic-failure-google-flu-trends/>; letöltés: 2022.12.28.

³⁶ Hogyan tudott az áruház hamarabb egy lány terhességéről, mint a saját apja? Smart Tech blog, 2014.06.11.
https://smart.blog.hu/2014/06/11/honnan_tudta_egy_aruhaz_hamarabb_hogy_egy_lany_terhes_mint_a_sajat_apja; letöltés: 2022.12.23.

³⁷ Egy iPhone már azt is látja, milyen érzelmi állapotban van a felhasználó – mit tudnak az algoritmusok, alkalmazások? HVG, 2022.11.03.
https://hvg.hu/tudomany/20221103_apple_iphone_alkalmazas_algoritmus_mesterseges_intelligencia_podcast_adatgyujtes_adatmegosztas_kozoségi_media; letöltés: 2022.12.28.

adatlopás nagyon jövedelmező bűncselekmény, általában hekkertámadás során szerzett bankkártyaadatért átlagosan 5,4 dollárt, az egészségügyi adatért pedig 250 dollárt is kérnek a fekete piacon.³⁸

Kontroll

Hogyan gyakoroljunk kontrollt az algoritmusok (Algo Society) világában? A kockázatok minimalizálása érdekében széles körű, multicentrikus vizsgálatoknak kell alávetni a rendszert, kiegészítő jelleggel kell a diagnosztikai, terápiás folyamatba beágyazni a kapott eredményeket, nyomon követhető és folyamatosan visszacsatoló megoldásokkal kell a fejlődést biztosítani.³⁹

További adattudományi (*data science*) eszközök is rendelkezésre állnak. Például az algoritmusok pontosságát ellenőrző algoritmus a SHAP-modellben (Shapley values)⁴⁰ vagy a relevancia szempontjából lehet súlyozni az adatot, hogy az mekkora részben járul hozzá az eredményhez (Layer-wise Relevance Propagation). Különböző vizualizációs eszközzel is meg lehet jeleníteni az összefüggéseket az adatbázis és a kapott eredmény közt (What-if Tool Tensorflow, Activation Atlases Google & OpenAI), vagy ott van a DeepLift eszköz, amely pontszámossa a rendszer prediktív elemeinek a pozitív vagy negatív hozzájárulását.⁴¹ Az MIT modellje azt tudja megmondani, mit nem tudnak a gépek, például autonóm rendszerek kapcsán az eltéréseket, nem várt eseményeket értékel, amivel az ilyen rendszerek biztonságát lehet fokozni és ellenőrizni.⁴²

Ugyanakkor egyértelműen látszik a felelősség az iránt is, hogy a rendelkezésre álló technológiát alkalmazni kell és szükséges. Az IBM számításai alapján egy beteg életútja során egymillió gigabyte információ keletkezik.⁴³ Eric Topol szerint⁴⁴ évi kétmillió szócikk jelenik meg, és hivatkozik az IBM Watson- reklámjára, amely úgy hirdette magát 2017-ben, hogy segítségével az orvos napi 5000 cikk feldolgozásához jut hozzá, így emellett nyugodtan praktizálhat. Vétek lenne elpazarolni az adatokból kinyerhető információt. Akár lehetne érte perelni, ha az intézmény nem használná a technológiát, és ezért valakinek egészségkárosodása, gyógyulási esélye szenved kárt. Kötelezhető erre a kórház?⁴⁵

³⁸ KONCSEK Rita: Új biznisz született: lopják az egészségügyi adatainkat. Napi.hu, 2022.10.26.

<https://www.napi.hu/tech/egeszsegugyi-adatlopas-uzlet-valsagdig-zsarolas-kibertamadas-ba.762186.html>; letöltés: 2022.12.28.

GULÁCSI László (szerk.): Egészség-gazdaságtan és technológiaelemzés. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, 2012.

³⁹ Artificial intelligence in healthcare: Applications, risks, and ethical and societal impacts.

⁴⁰ shap.models.Model.

<https://shap.readthedocs.io/en/latest/generated/shap.models.Model.html>; letöltés: 2022.12.27.

⁴¹ MAHAJAN, Parag: Artificial Intelligence in Healthcare. MedMantra, New Mexico, 2021.

⁴² MATHESON, Rob: Identifying artificial intelligence “blind spots”. MIT, 2019.01.24.

<https://news.mit.edu/2019/artificial-intelligence-blind-spots-0124>; letöltés: 2022.12.28.

⁴³ LUXTON, David D.: Should Watson Be Consulted for a Second Opinion? AMA, Journal of Ethics, Volume 21, Number 2, 2019. pp. 131–137.

https://www.researchgate.net/publication/331075498_Should_Watson_Be_Consulted_for_a_Second_Opinion; letöltés: 2022.12.04.

⁴⁴ TOPOL, Eric: Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. p. 138.

⁴⁵ ANDERSON, Michael – ANDERSON, Susan Leigh: How Should AI be Developed, Validated, and Implemented in Patient Care?

Etikai szabályzatok

A WHO etikai szabályai között⁴⁶ a bizalom alapköveiként találjuk a felelősség, az elszámoltathatóság, a kártérítés szabályainak előzetes meghatározását. A WHO Iránymutatása szerint, amíg a technológia nem kerül beintegrálásra a standard ellátási formák közé, addig az orvosok sem fognak törekedni annak használatára.

Akár garanciaként is lehetne kezelni a vállalati legjobb gyakorlat (*best practice*), a vállalati etikai kódexek és önkéntes alávetésű magatartási szabályok előírásait. Ezzel kapcsolatban a WHO több veszélyre is felhívja a figyelmet „*ethics waching*” jelenség néven. Például a nagy techcégek etikai szabályaikba burkolóznak, miközben hiányzik a szabályok valódi kikényszeríthetősége. Ezek az etikai kódexek nem kezelik az országonkénti, kultúránkénti eltéréseket, illetve a pusztán generálklauzulaként megjelenő alapelveknek a konkrét gyakorlatban történő alkalmazásai sokszor nehezek.

Etikus fejlesztés

Az etikus fejlesztés során figyelni kell a sok közreműködő problémájára (*problem of many hands*),⁴⁷ ezért a programozónak dokumentálnia kell minden lépést, a tanuló, a teszt-, a validáló adatbázistól kezdődően a verziókat, a különböző funkciómódosításokat. Az eszköz gyártójának elő kell írnia és lehetőséget kell teremtenie a diagnózis minőségbiztosítására. Figyelmeztetnie is kell az orvosokat az előforduló hibákra, a rendszer pontosságáról jól értelmezhetően folyamatosan visszajelzést kell adnia. Az orvosnak értenie kell a rendszert, annak korlátait. Az intézménynek megfelelően kell implementálnia a rendszert, azt folyamatosan monitoroznia kell. Nem attól lesz tehát transzparens a rendszerfejlesztés, hogy közzéteszünk több millió sorból álló programkódot, hanem hogy annak működését el is tudjuk magyarázni, kétség esetén dokumentáltan vissza tudjuk fejteni az okozati láncolatot, megtalálva a probléma gyökerét (*root cause*).⁴⁸

Az FDA és a Health Canada iránymutatása szerint az adatbázis összeállítását protokolljának kell biztosítania, hogy abban a betegpopuláció egészét tekintve megfelelően reprezentált adatok szerepeljenek, az adatok tesztelésére pedig a tanuló adatbázistól teljesen eltérő adatbázist kell használni.⁴⁹

⁴⁶ Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance.

⁴⁷ SCHIFF, Daniel – BORENSTEIN, Jason: How Should Clinicians Communicate With Patients About the Roles of Artificial Intelligent Team Members?

⁴⁸ BARTNECK, Christoph – LÜTGE, Christoph – WAGNER, Alan – WELSH, Sean: An Introduction to Ethics in Robotics and AI. Springer, Cham, 2021.

<https://www.bartneck.de/publications/2020/An-Introduction-To-Ethics-In-Robotics-And-AI/An-Introduction-To-Ethics-In-Robotics-And-AI.pdf>; letöltés: 2022.12.14.

⁴⁹ Good Machine Learning Practice for Medical Device Development: Guiding Principles. U.S. Food and Drug Administration (FDA), Health Canada, October 2021.

<https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/good-machine-learning-practice-medical-device-development-guiding-principles>; letöltés: 2022.11.24.

Fontos a fejlesztő csapatok jó összeállítása, a tagok együttműködése, mint ahogy azt a SOTE munkatársa is nyilatkozta: „*A hangsúly itt azon van, hogy fizikus, matematikus, informatikus, orvos, virológus, közgazdász, jogász, szociológus, komplex rendszereket kutató szakemberek közös eredményei, sikeres innovatív megoldásai az önállóan elérhető teljesítmények pusztá összegét meghaladják.*”⁵⁰

Egy tanulmány⁵¹ szerint a megbízható MI-megoldás tervezőcsapatának első körben tisztázni kell a rendszer korlátait. Ahhoz képest meg kell határozni a reálisan elérhető szükséges funkciókat, egyeztetni a felhasználási célokkal, szakirodalommal alátámasztott bizonyosságot kell szerezni, összehasonlító elemzést kell készíteni a megvalósíthatóságról, kockázatelemzést kell végezni, valamint be kell építeni a jogi és az etikai megfelelést. A megvalósítás során követni kell a tervezés során meghatározott részleteket. A validáció során alkalmazni kell a megbízható tervezés során alkalmazott módszereket, a prototípust tesztelni kell, végül folyamatos utánkövetéssel kell üzembe helyezni és működtetni a rendszert.

Betegtársadalom és orvosi szociológia

A hippokratészi eskü szövegének megváltoztatását a digitális transzformáció fogja indokolni.⁵² Az egyenlő figyelemmel és gondossággal gyógyítás elve szerint egyformán kell az orvosnak a beteget ellátnia, kezelnie, függetlenül a beteg társadalmi helyzetétől.⁵³ Mi lesz így a digitális nomádokkal, akik nem hajlandók internettel, okoseszközökkel együtt élni? Fel van készülve a jogalkotó, jogalkalmazó az MI érkezésére, mikor az MI-nek még jogszabályi fogalma sincs? Mit jelent a digitális egészségügyben az Alaptörvény rendelkezése, miszerint „*Mindenkinek joga van a testi és lelki egészséghez*”? Ezeket a kérdéseket a közeljövőben meg kell tudni válaszolni, először a stratégia szintjén.

Új kihívások

Megváltozott a világ az utóbbi 50 évben, ha csak az egészségügy néhány mérőszámát tekintjük. Az Amerikai Egyesült Államokban az egészségügyben a dolgozók létszáma 4 milliőről 16 millióra növekedett, évi 550-ról 11 ezer dollárra növekedett az egy főre eső egészségügyi kiadás, új beteg vizsgálata 60-ról 12 percre, kontrollra érkező pácienssé pedig 30-ról 7 percre csökkent. Egyes becslések szerint Amerikában évi 12 millió esetben jelentősen téves diagnózist állapítanak meg, egyes műtéti beavatkozások harmada szükségtelen.⁵⁴

⁵⁰ DAVIDOVICS Krisztina – JOÓ Tamás: Adatvezérelt egészségügyi megoldások a másodlagos adathasználat magyarországi intézményesülési folyamatában. Közigazgatástudomány, I. évfolyam, 2. szám, 2021. pp. 124–133.
http://real.mtak.hu/145500/1/KT_2_11.pdf; letöltés: 2022.12.30.

⁵¹ ZICARI, Roberto V. et al: Co-Design of a Trustworthy AI System in Healthcare: Deep Learning Based Skin Lesion Classifier.

⁵² MESKÓ Bertalan – SPIEGEL, Brennan: A Revised Hippocratic Oath for the Era of Digital Health. Journal of Medical Internet Research, Volume 24, Issue 9, September 2022.
<https://www.jmir.org/2022/9/e39177/>; letöltés: 2022.11.26.

⁵³ GYÖRFFY Zsuzsa – Szántó Zsuzsa (szerk.): Orvosi szociológia – eTankönyv. Semmelweis Kiadó, Budapest, 2019.

⁵⁴ TOPOL, Eric: Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. p. 17.

Diagnosztikai fejlődés

Eric Topol kardiológus a könyvében két diagnosztikai gondolkodástípust különböztet meg: az egyik gyors, automatizmusokon alapul, intuíciókra épül, heurisztikus. A másik gondolkodásmód lassú, analitikus, reflektív. Állítása szerint az orvosok többsége a gyors diagnosztikus módszert követi, és nem kap működése során rendszerszintű visszajelzést arról, hogy mikor milyen arányban volt téves a diagnózisa. Ezt értékelve Philip Tetlock⁵⁵ szerzőt idézi, aki szerint: „*Aki nem kap visszajelzést, idővel önbizalma sokkal nagyobb lesz, mint amilyen pontosan dolgozni fog.*” Ennek ellensúlyozására a technológia kitűnő lehetőséget teremt, növelve az analitikai képességeket, közösségi forrás bevonással (*crowdsourcing*) kiegészítve a tudásbázist és a tapasztalatot. Nincs visszacsatolás az eredményes gyógyulás és a finanszírozás között, ezt már az MNB egyik tanulmánya⁵⁶ is felismerte, tehát nemcsak a diagnózis, hanem a finanszírozás oldaláról is kívánatos lenne egy ilyen rendszer.

Arról nem is beszélve, hogy a jelenlegi laborleletezés normális értékeket átlagok alapján számolják. Eric Topol azt állítja, hogy nagyon jó átlagok alapján mérni az egyes értékeket, csak ilyen átlagbeteg nem létezik.⁵⁷ Adattudós oldalról is megerősítést nyer Cathy O’Neil a Big Data okozta torzulásokat feltáró könyvében,⁵⁸ hogy az átlagos értékek egy populációra igazak, de egyénre szabottan gyakran nem alkalmazhatók.

Megoldás egy kibővített perszonalizált technológia (*augmented individualized medical support* – AIMS) jelentene, hogy személyre szabott leletezés valósulhasson meg. Az adott beteg, adott életkorában, adott egészségi állapotában, és ami a legfontosabb, saját korábbi leleteihez képest mit mutatnak az értékek.⁵⁹ Ehhez hozzá lehetne rendelni egy személyre szabott diétát, hálózatba kapcsolt medicina (*connected medicine*) segítségével akár karóránk (*digital coach*) figyelmeztetne nemcsak a rendszeres mozgásra, hanem a mit evésre, a hányszor ivásra, a jó minőségű alvásra. A napi mozgási adatainkat összekapcsolva élettani adatainkkal komplett népbetegségek tűnhetnének el, például 2. típusú diabétesz kezelése mozgás és evés megfelelő kombinációjával, akár gyógyszer nélkül is lehetséges.⁶⁰

A második orvosi vélemény most is adott lehetőség, de ezt a betegek nem használják ki. Egyszerűen kényelmetlen újból időpontot kérni, előlről kezdeni a magyarázkodást, specialistát találni, extra költségekbe bocsátkozni, mindenki inkább

⁵⁵ TETLOCK, Philip E. – GARDNER, Dan: Superforecasting. The Art and Science of Prediction. Penguin Random House, New York, 2015.

⁵⁶ Versenyképességi Program 330 pontban. Magyar Nemzeti Bank, Budapest. 2019. <https://www.mnb.hu/letoltes/versenykepességi-program.pdf>; letöltés: 2022.11.30.

⁵⁷ GYÖRFFY Zsuzsa – Szántó Zsuzsa (szerk.): Orvosi szociológia – eTankönyv. p. 38., 41., 108., 252.

⁵⁸ O’NEIL, Cathy: Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy. Crown Publishing, New York, 2016.

⁵⁹ KERRIGAN, Charles (szerk.): Artificial Intelligence. Law and Regulation. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK – Northampton, MA, USA, 2022. https://download.bibis.ir/Books/Law/2022/Artificial-Intelligence-Law-and-Regulation-Charles-Kerrigan_bibis.ir.pdf; letöltés: 2022.12.02.

⁶⁰ TOPOL, Eric: Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. p. 17., 20., 26., 43., 52., 144.

beletörődik a kapott diagnózisba. Pedig telemedicina-megoldásokkal – mint például a Cleveland Klinika *myconsult*⁶¹ szolgáltatása – egy online felületen keresztül megadható valamennyi adat és lelet, egészségügyi dokumentáció, kérve második véleményt.

A nagyszámú adat feldolgozásának képességével új lehetőségek nyíltak meg. Ilyen, mikor az áttétes tumor esetén képes előrejelezni a rendszer a primer tumort.⁶² Másik példa, mikor sejtkárosító vizsgálat nélkül emberi szemnek nem látható elváltozásokat azonosíthatunk.⁶³

Új módszerek

Visszatérő téma az oktatás, a képzés. Online akár egyszerre a világ több részén is taníthatók a hallgatók, bonyolult sebészeti beavatkozások számtalanszor ismételtetők szimulációban, kockázat nélkül. Az orvosi továbbképzésben is új dimenziókat nyit a technológia, belső szakmai telemedicina-rendszerrel lehetne szakmai naprakészségüket biztosítani. Egy tanulmány szerint például 341 szakújság havi 7287 szakkikkét egy orvosnak 627,5 órájába telne elolvasni, ami napi praxis mellett nem lehetséges.⁶⁴

A Mercy Hospital's Virtual Care Center, St. Louis virtuális kórházában minden megtalálható, ami egy normális kórházban, kivéve a betegágyat.⁶⁵ A beteget – akár a saját otthonukban – valós időben (*real time*) monitorozzák, mérik a vitális funkcióikat, és az MI figyelmeztetése alapján egy orvosi csapat értékeli az aggasztó eredményeket, majd rendelik be a beteget fizikailag a kórházba, ha szükséges. Virtuális dokornál kevésbé szégyenlős és ezért őszintébb a beteg, például mentális problémák esetén, nemi betegségek vagy más, titkolni kívánt betegség esetén.⁶⁶

Kína 2018-ban elhatározta, hogy világszerte lesz az MI-megoldásokban. Ennek egyik látható jele a kínai Guangzhou Hospital fejlesztése, ahol 300 millió betegkartontól tanították az MI-rendszert, amely chatboton keresztül tesz javaslatot a diagnózisra, arcfelismerő rendszeren történő azonosítással.⁶⁷ Költői kérdés: hol van még olyan adottságunk a világon, ahol 300 millió érintett adataiból egy ilyen komplex rendszert lehetne betanítani?

⁶¹ Cleveland Clinic – MyConsult.

https://www.clevelandclinic.org/lp/myconsult_international/index.html; letöltés: 2022.12.28.

⁶² LU, Ming Y. – CHEN, Tiffany Y. – WILLIAMSON, Drew F. K. – ZHAO, Melissa – SHADY, Maha – LIPKOVA, Jana – MAHMOOD, Faisal: AI-based pathology predicts origins for cancers of unknown primary. *Nature*, Volume 594, June 2021. pp. 106–110.

⁶³ DANCE, Amber: AI spots cell structures that humans can't. *Nature*, Volume 592, March 2021. pp 154–155.

⁶⁴ ALPER, Brian S. – HAND, Jason A. – ELLIOTT, Susan – KINKADE, Scott – HAUAN, Michael – ONION, Daniel K. – SKLAR, Bernard M.: How much effort is needed to keep up with the literature relevant for primary care? *Journal of the Medical Library Association*, Volume 92, Issue 4, October 2004. pp. 429–437.

https://www.researchgate.net/publication/8221846_How_much_effort_is_needed_to_keep_up_with_the_literature_relevant_for_primary_care; letöltés: 2022.12.10.

⁶⁵ TOPOL, Eric: *Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. p. 198.

⁶⁶ Uo. p. 164.

⁶⁷ Uo. p. 204.

Gyógyszerkutatás

A gyógyszerkutatásban az MI-vel modellező megoldások terjedése akár ki is válthatja az állatkísérleteket. Gépi tanulással a vegyületek egymással történő reakciói pontosabban előrejelezhetők, mintha azt az ember végezné.⁶⁸ A vegyületek kutatásában emberi ésszel fel nem fogható számú variációk lehetségesek, az MI ezen a területen akár humán torzítás (*human bias*) nélkül végezheti tevékenységét. Az MI segítségével tervezett kutatások a közeli jövőben várhatók, a laborrobotok, a kutató gépi megoldások már a jelenhez tartoznak, amelyek képesek folyamatosan elvégezni a klinikai kutatások automatizálható részeit, lerövidítve az ehhez szükséges időt.⁶⁹ A Google tulajdonában álló DeepMind gépi tanulással dolgozó AlphaFold programja segítségével az Európai Molekuláris Biológiai Laboratóriumnak (EMBL) a kutatói közzétették az emberi fehérjeszerkezet-adatbázist (Protein Data Bank), amely a legfontosabb felfedezés az emberi genom feltérképezése óta. Ennek eredményeként felgyorsulhatnak a gyógyszerkutatások,⁷⁰ mert az MI segítségével hosszú hónapok helyett percek alatt tudnak teljesen új vegyületeket tervezni.⁷¹

Agykutatás

Egy értekezés⁷² szerint az agyi működés nagyon összetett, javarészt nem ismerjük annak hatásmechanizmusait. Felmerül „*biohybrid*” chipek megvalósíthatósága is, ugyanis az agyi neuronhálózat sokkal kevesebb energiát fogyaszt, gyorsabb, és már kész architektúrába rendezett. Egy állatkísérletben az agyba chipet ültettek, közvetlen kapcsolatot teremtve a számítógéppel. A cikkben megszólalt Elon Musk szerint ezzel a céljuk az volt, hogy a jövőben segítséget nyújtsanak a neurológiai rendellenességben szenvedőknek. Etikusok azonban az emberi intelligencia és a gépi intelligencia egyesítését látják veszélyesnek.

Agyi implantátumokkal és neuromorf chipekkel az agyat már sikerült gyógyításra használni, például az epilepszia kezeléséhez.⁷³ Bénult embereket képessé tettek arra, hogy agyuk motorikus (*cortex*) részébe implantáltak egy eszközt, amelynek segítségével tudtak írni és számítógépes műveleteket végezni.⁷⁴

⁶⁸ HEIN, Jason E.: Machine learning made easy for optimizing chemical reactions. *Nature*, Volume 590, February 2021. pp. 40–41.

⁶⁹ TOPOL, Eric: Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. p. 215., 230.

⁷⁰ TUNYASUVUNAKOOL, Kathryn et al: Highly accurate protein structure prediction for the human proteome. *Nature*, Volume 596, August 2021. pp. 590–596.
https://www.researchgate.net/publication/353412304_Highly_accurate_protein_structure_prediction_for_the_human_proteome; letöltés: 2022.12.04.

⁷¹ CALLAWAY, Ewen: Scientists are using AI to dream up revolutionary new proteins. *Nature*, Volume 609, September 2022. pp. 661–662.

⁷² CAO, Sissi: Neuralink’s Monkey Experiment Raises Questions From Scientists and Tech Ethicist. *Observer*, 2021.04.13.
<https://observer.com/2021/04/elon-musk-neuralink-monkey-demo-draw-skepticism-scientist/>; letöltés: 2022.12.28.

⁷³ TOPOL, Eric: Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. p. 227.

⁷⁴ OXLEY, Thomas J. et al: Motor neuroprosthesis implanted with neurointerventional surgery improves capacity for activities of daily living tasks in severe paralysis: first in-human experience. *Journal of NeuroInvestigational Surgery*, Volume 13, Issue 2, 2021. pp. 102–108.
<https://jn.is.bmj.com/content/neurintsurg/13/2/102.full.pdf>; letöltés: 2022.12.28.

Ugyanakkor korlátok mutatkoznak a bionika területén, Lévay György szerint az „Elkövetkező 20 évben nem látszik olyan áttörés a tudományban, ami az oda-vissza értékelést lehetővé tenné egy mozgás során, nem helyettesíthető a végtag protézissel.”⁷⁵

Robotok

A virtuális orvosi asszisztensek jelenleg telemedicina-eszközökben öltenek testet, de várhatóan interaktív avatárokba költözhetnek, ahogy Új-Zélandon már kísérleteznek az alapellátásban való használhatóságuk tesztelésével.⁷⁶ Az autonóm mobil robotok (AMR) gyógyszerek, takarók, élelmiszerek vagy hulladék szállítására, illetve fertőtlenítésre is alkalmasak, növelve a személyzet betegre fordítható idejét.⁷⁷ Középtávon azonban az MI nem helyettesíteni, hanem kiegészíteni, kibővíteni fogja az orvosi tevékenységet. A sebészeti robotokat az orvosok irányítják, tehát az operáció tekintetében nem nevezhetők MI-alkalmazásnak.⁷⁸

Az egyes orvosra szabott, ismétlésmentes, releváns információ gyors elérése, könnyen feldolgozható átadása, hangfelismerő rendszerekkel a betegdokumentáció kitöltése egy írónk robottal nagy segítség lesz. Ezzel az orvos–beteg kapcsolatban több idő és energia fordítható a kezelésre.⁷⁹ Ugyanakkor sokan felhívják a figyelmet a 7/24 elérhetőségű telemedicina veszélyeire, többek közt arra, hogy személyes találkozó nélkül nem biztos, hogy a kezelőorvos mindent észrevesz, amit személyesen észre vehetne. Ez egy olyan új körülmény, amire a betegnek is saját érdekében figyelemmel kell lennie.⁸⁰

A tapasztalatok szerint az idősgondozásban az infokommunikációs eszközök használata csökkenti a program résztvevőinek magányát, növeli biztonságérzetüket, monitorozásuk lassítja az egészségromlást.⁸¹ Ha antropomorfizáljuk ezeket az eszközöket,⁸² akkor fennáll a veszélye, hogy érzelmeink egyoldalúak lesznek a „robotjaink” irányába, barátnak tekintjük, akár meg is szeretethetjük őket, elcsábíthatnak, de ezekért könnyen csalódhatunk is bennük. Meghibásodásuk esetén szomorúak, hiányuk esetén depressziósak lehetünk, ami új pszichológiai veszélyeket hordoz magában. Főleg azok számára, akinek nincs más közvetlen kapcsolatuk,

⁷⁵ LÉVAY György: A bionikus robotkaromat folyamatosan tanítani kell. Qubit, 2021.04.13. <https://qubit.hu/2021/04/13/levay-gyorgy-a-bionikus-robotkaromat-folyamatosan-tanitani-kell>; letöltés: 2022.12.28.

⁷⁶ TOPOL, Eric: Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. p. 276.

⁷⁷ Egy robot, végtelen lehetőségek. Medicalonline, 2020.11.17. http://medicalonline.hu/eu_gazdasag/cikk/egy_robot__vegtelen_lehetosegek; letöltés: 2022.12.28.

⁷⁸ KERRIGAN, Charles (szerk.): Artificial Intelligence. Law and Regulation.

⁷⁹ ROBEZNIKS, Andis: 3 ways medical AI can improve workflow physicians. AMA, 2018.11.20. <https://www.ama-assn.org/practice-management/digital/3-ways-medical-ai-can-improve-workflow-physicians>; letöltés: 2022.12.14.

⁸⁰ SIWICKI, Bill: An academic's perspective on DTC telehealth services: Buyer beware. Healthcare IT News, 2022.09.20. <https://www.healthcareitnews.com/news/academics-perspective-dtc-telehealth-services-buyer-beware>; letöltés: 2022.12.28.

⁸¹ DJP 2.0. – A Digitális Jólét Program 2.0. Budapest, 2017. július. <https://digitalisjoletprogram.hu/files/58/f4/58f45e44c4ebd9e53f82f56d5f44c824.pdf>; letöltés: 2022.12.30.

⁸² BARTNECK, Christoph – LÜTGE, Christoph – WAGNER, Alan – WELSH, Sean: An Introduction to Ethics in Robotics and AI. pp. 55–59.

könnyen befolyásolhatók, zsarolhatók lesznek egy ilyen eszközzel, amely ugyanúgy hekkkelhető lesz, mint most a legbiztonságosabbnak tartott banki rendszerek.

Az öngyógyító, szaporodni képes, biológiailag programozott, sejtekből, sejtcsoportokból álló robotok (*xenobot*) képességeit, az öngyógyítás és a szaporodás területét is mesterséges intelligencia segítségével kell vizsgálni, mert tudósok még nem értik pontosan a folyamatot.⁸³

Orvos–beteg kommunikáció és kapcsolat változásai

Terápiahűség a beteg együttműködése orvosával, az egészségértés, amikor a kellően informált páciens megérti az egészségével kapcsolatos kérdéseket. Ennek számottevő gyógyító hatása van.⁸⁴ A panasznyelv az orvos megértése a beteg mondandójával kapcsolatban. Látjuk, hogy az információáramlásnak, a megértésnek köze van az egészségi állapothoz, gyógyuláshoz, gyógyításhoz. Az biztos, hogy a technológia segítségével az orvos többet tud majd a betegével foglalkozni. *„Ezeket az új eredményeket már a cukorbetegéken végzett korábbi vizsgálatok is megerősítik: a nagyobb empátiával rendelkező orvosok betegei nemcsak szubjektíven érzik magukat jobban, hanem az objektív mutatóik is jobbak.”*

Ezzel párhuzamosan az orvosok a gép kiszolgálásával elszoknak bizonyos tevékenységektől, naprakész ismeretektől. Például recept felírásnál az adagolás, a készítmények kiszemelése, ára mind benne van a rendszerben, onnan csak ki kell választani. Az egészségértés, a personalizált tájékoztatás, az okoseszközökkel mérhető tudatos egészségügyi magatartás el fog terjedni. A laikus betegek előretörnek, például elégedetlenségük esetén automatikus inzulinpumpát fejlesztenek önerőből, így elkerülve a kiszámíthatatlan időpontokban szükséges injekció beadását.⁸⁵ A beteg kerül tehát a központba, a „betegélmény” már most is meghatározó szempont a magánegészségügyben.

Érdekes, hogy egy tanulmány szerint az Amerikai Egyesült Államokban az emberek többsége nem kíván 80 éves kornál tovább élni, vagy nem tudja elképzelni azt.⁸⁶ Dr. Bajer-Molnár Orsolya szerint az átlagéletkor biztosan emelkedik majd, de ennél is valószínűbb, hogy inkább egy kiegyenlítődes lesz megfigyelhető: a világ különböző pontjain élő emberek idővel nagyjából azonos kort fognak megélni, és nem lesz akkora eltérés az egyes nemzetek közt.⁸⁷

⁸³ Eddig csak gyógyítani tudtak, de most már szaporodnak is első élő robotok. HVG, 2021.11.30. https://hvg.hu/tudomany/20211130_xenobot_robot_szaporodas_gyogyitas; letöltés: 2022.12.28.

⁸⁴ GYÖRFFY Zsuzsa – Szántó Zsuzsa (szerk.): Orvosi szociológia – eTankönyv. p. 38., 41., 108., 252.

⁸⁵ Uo. p. 72., 92., 102.

⁸⁶ Living to 120 and Beyond: Americans' Views on Aging, Medical Advances and Radical Life Extension. PewResearchCenter, 2013.08.06.

<https://www.pewresearch.org/religion/wp-content/uploads/sites/7/2013/08/Radical-life-extension-full.pdf>; letöltés: 2022.11.28.

⁸⁷ Élhetünk-e majd 200 évig? Egyáltalán: akarjunk addig élni? – podcast az MI-ről, algoritmusokról és vérben úszó nanobotokról. HVG, 2022.08.01.

https://hvg.hu/tudomany/20220801_mi_mesterseges_intelligencia_podcast_orok_elet_vakcina_kutatas_technologia_levay_gyorgy_bajer_molnar_orsolya; letöltés: 2022.12.28.

Etikára vonatkozó következtetések

Az egészségügyi MI kapcsán két oldalról is megközelíthető az etikai felelősség. Adott egy orvosi etika, aminek be nem tartása súlyos szakmai hiba, és jogszabályban rögzített jogkövetkezményekkel jár. Másik oldalról az MI fejlesztésének, használatának az etikai szabályai, amelyek sokszor iparági szervezetek ajánlásain vagy belső szabályzatokon keresztül jelennek meg. Az etikus módon tervezett és használt MI-technológia megeremti az emberekben a bizalmat, és segítségével a „betegközpontú” egészségügyet átvezeti a „betegközpontú” egészségügyi gondolkodásba.

KÖZGAZDASÁGI HATÁSOK

A VUCA⁸⁸ világgép jellemzői a gyors változás, a bizonytalanság, az összetettség és a kétértelműség. A Big Data jellemzői további bizonytalanságot jelentenek egy fejlesztés számára, mert az adatok keletkezésének a nagy sebessége (*velocity*), az értelmezési bizonytalanságok (*vagueness*), az adatok forrásának különbözőségei (*variability*) és az adatbázis nagy mérete (*volume*) ezt növelik.⁸⁹ Ehhez jön egy jogszabályokban még nem definiált technológia. A II. és a III. fejezetben az adatbázisok összeállításának nehézségeit, a fejlesztés sok közreműködője miatt a felelősség megállapításának bonyolultságát láttuk. Ebben a fejezetben arra keresünk választ, hogyan lehet egy magas kockázatokkal járó egészségügyi iparágban ilyen körülmények közt piacra lépni, a piacon működni, a piacot kontrollálni (finanszírozás) és a piacot irányítani.

Innováció és befektetések

Izraelben az 1990-es évek elején kezdték használni az információs technológiát az egészségügyben. A 10 milliárd dolláros orvoseszköz-piacon 2020-ban az ország orvoseszköz-exportja meghaladta a 2,1 milliárd dollárt.⁹⁰ Az egészségügyi MI-fejlesztések akadályai az adat hiánya. A techóriások képesek érdekérvényesítő erejükkel innovatív fejlesztések megalapozására. A piaci kudarc, a monopolhelyzet elkerülésére kormányzati vagy EU-szintű beavatkozás a válasz. A fejlesztőket tőke- vagy hitelfinanszírozásra létrehozott állami/EU-alapokkal, támogatói programokkal lehet segíteni.

Szabályozással lehetővé tehető az adatahoz való hozzájutás laborokon keresztül, ellenőrzött környezetben, szabályozói homokudvarban (*regulatory sandbox*). Fejlesztői mentorhálózatot lehet létrehozni, ahol a mérnökök egészségügyi szakemberekkel, orvosokkal, jogászokkal, közgazdászokkal, marketinges és szervezetépítő humán szakemberekkel segítik a prototípus létrehozását vagy a piacra lépést. Olcsó szerveridővel, támogatott konferenciákkal, fejlesztői és befektetői csomópontokba történő teljesen elszámolható utazástámogatással, megelőlegezett akcelerator-programokkal fokozható a *start up* cégek lehetőségei.

⁸⁸ Wikipedia: Volatility, uncertainty, complexity and ambiguity. https://en.wikipedia.org/wiki/Volatility,_uncertainty,_complexity_and_ambiguity; letöltés: 2022.12.28.

⁸⁹ PANESAR, Arjun: Machine Learning and AI for Healthcare. p. 28.

⁹⁰ Fejesugrás a testbe. HVG, 2022.10.20. <https://hvg.hu/360/hetilap360/2022/42/20224215gazdasag3>; letöltés: 2022.12.28.

A már piacra lépett társaságokat speciális adókedvezményekkel növekedési pályán lehet tartani. Az iparkamarákon keresztül ösztönözni kell szakmai közösségek, szövetségek létrejöttét, és találkozási helyszínt, irodákat, médiafelületet kell biztosítani számukra.

Ha ezek nem EU-szinten biztosítottak, akkor a tiltott állami támogatás EU-szabálya ellenére csoportmentességgel vagy *pari passu* elven történő befektetéssel lehet tagállami szinten beavatkozni a piaci kudarc elkerülése érdekében.

Egészségügyi szolgáltatások piaca

Az egészségügyi piacon nem az egészség, hanem az egészségügyi szolgáltatás a csereképes áru, célja az egészségi állapot javítása, romlásának akadályozása.⁹¹ Az emberek pedig gyógyulni akarnak, így kénytelenek azt a szolgáltatást igénybe venni, amit a szolgáltató javasol nekik. A beteg és az orvos közti információs aszimmetria miatt a páciens nem tudja értékelni az orvos által ajánlott szolgáltatást. A megbízó (beteg) és az ügynök (orvos) kapcsolatában a kínálat indukálta kereslet különleges piaci helyzetet eredményez. Hogyan tud majd a technológia ezen segíteni? A tájékoztatás gyakoriságát és mélységét az MI-technológia nagymértékben képes ellensúlyozni. „Az egészségügyi ellátás azonban olyan speciális termék, amely esetében a piac kudarcot vall a hatékonyság terén.”⁹²

Ellátórendszer

A mai egészségügy betegségközpontú, gyógyítjuk a beteget, ha megbetegszik. Az MI-alkalmazásokkal a szűrésre, a korai megelőzésre központosíthatjuk erőforrásainkat.⁹³ Egyes okosleletező szolgáltatások több mint százmillió beteg adatait hasonlítják össze a páciens laborleletével, amivel 14 betegség típus kockázatát tudják kimutatni.⁹⁴ A kórházi és az otthoni kezelés hibrid modelljével átcsoportosítható az erőforrás, a technológiával jobban koordinálható, hogy kinék mikor milyen kezelésre van szüksége, és azt hol lehet megtenni. Egy McKinsey-elemzés⁹⁵ szerint a sürgősségibeteg-találkozások 20%-a, a járóbetegnél a 24%-a, az otthoni ápolásban részesülőknél a 35%-a lenne csökkenthető virtuális technológiai módszerekkel.⁹⁶

⁹¹ GULÁCSI László (szerk.): Egészség-gazdaságtan és technológiaelemzés. pp. 33–34.

⁹² GYÖRFFY Zsuzsa – Szántó Zsuzsa (szerk.): Orvosi szociológia – eTankönyv. p. 139.

⁹³ SIWICKI, Bill: AI in healthcare: From full-body scanning to fall prevention. Healthcare IT News, 2022.10.13.
<https://www.healthcareitnews.com/news/ai-healthcare-full-body-scanning-fall-prevention>;
letöltés: 2022.12.28.

⁹⁴ ERNÖFY Nóra: Tízennégy betegség kockázatát mutatja ki az okoslelet. Index, 2022.10.25.
<https://index.hu/belfold/2022/10/25/okoslelet-mestersleges-intelligencia-labor diagnosztika-vervizsgalat-kockazatelemzes-betegsegek/>; letöltés: 2022.12.28.

⁹⁵ BESTSENNYY, Oleg – GILBERT, Greg – HARRIS, Alex – ROST, Jennifer: Telehealth: A quarter-trillion-dollar post-COVID-19 reality? McKinsey, 2021.07.09.
<https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/telehealth-a-quarter-trillion-dollar-post-covid-19-reality>; letöltés: 2022.12.10.

⁹⁶ PIFER, Rebecca: The case for hybrid care models. Healthcare Dive, 2022.03.22.
<https://www.healthcaredive.com/news/hybrid-healthcare-models/620602/>; letöltés: 2022.12.28.

Gyórfy Zsuzsa meghatározásában⁹⁷ az egészséghiedelem a beteg saját állapotának értékelése. Ebben már most is nagy szerepet játszik az internet, ami az orvosok előtt „googlebeteg” jelenséggé ismert. Száz évvel ezelőtt a „biomedicina” kizárólag a biológia eredményeire támaszkodott, ezzel szemben jelenleg is zajlik az egészségügy digitális átalakulása, aminek következtében szorosabb orvos–beteg együttműködés fog kialakulni. A beteg elkezd jobban érteni betegségét, és dönteni szeretne, ahogy egy fogyasztói társadalomban hozzá is van ehhez szoktatva.

Az Orvostovábbképző Szemle⁹⁸ cikke alapján trend az, hogy egyre inkább az alapellátásba kerüljön át minél több tevékenység, mentesítve a szakellátást, és az otthoni gyógykezelés, a távgyógykezelés, a telemedicina is olyan eszközök, amelyek ezt elősegíthetik. A háziorvos az MI kiterjesztett intelligenciájával képes lesz specializált ellátás nyújtására is. Így saját maga végez majd szakirányú diagnosztikai vizsgálatokat, például képalkotó berendezéssel, vagy végez akár bőrgyógyászati vizsgálatot, és járóbeteg szakellátásra csak akkor utalja be betegét, ha további vizsgálatra van szüksége, vagy helyben nem lehet ellátni. A betegnek kevesebb helyen kell kevesebb orvosra várnia. Ehhez az alapellátást nagyon meg kell erősíteni, elsősorban létszámában, eszközeiben és képzettségében.

Munkaerőpiac

Az emlőszűrést végző radiológusnak akár 280 képet is át kell néznie egy óra alatt, miközben a nagyon apró elváltozásokat észre kell vennie. „*A visszahívások számát és a várakozási időt is minél alacsonyabban kell tartani – lelki és anyagi okokból is –, ebben segíthet a Mia™, mondja dr. Kárpáti Edit radiológus, a Mia™ fejlesztő csapatának orvos-szakértője.*”⁹⁹ Magyarországon 2007-ben a nyugdíj mellett dolgozó radiológus orvosok aránya 36% volt.¹⁰⁰ Európai szinten 2013-ban 1,6 millió egészségügyi dolgozó hiányzott az ellátórendszerből, 2030-ra becslések szerint ez a szám elérheti a 4,1 milliót.¹⁰¹ Megoldást adhat a munkaerőhiányra egyes egészségügyi szolgáltatások területén az MI-használat általánossá válása.

Az egészségügy jövőjét tekintve Kai-Fu Lee szerint az MI hamarosan a diagnosztikai feladatok többségét el fogja tudni látni az embereknél gyorsabban, hatékonyabban, pontosabban.¹⁰² Mindezt az emberi összmunka értékének töredéke árán. Héder Mihály szerint is lassan eljön az idő, hogy dönteni kelljen: az egyes társadalmak elfogadják a technológia adta lehetőségeket, annak torzításaival, káros

⁹⁷ GYÓRFFY Zsuzsa – Szántó Zsuzsa (szerk.): Orvosi szociológia – eTankönyv.

⁹⁸ Orvosok nélküli világ helyett szuperhumán orvosok. OTSZonline, 2017.08.08.
http://otszonline.hu/cikk/orvosok_nelkuli_vilag_helyett_szuperhuman_orvosok;
letöltés: 2022.12.28.

⁹⁹ A brit kormány díját nyerte el az emlőszűrést segítő módszer. Medicalonline, 2020.10.22.
http://medicalonline.hu/gyogyitas/cikk/a_brit_kormany_dijat_nyerte_el_az_emloszurest_segito_modszert;
letöltés: 2022.12.28.

¹⁰⁰ KIS Zsuzsanna – LOMBAY Béla: Radiológus orvosok helyzetének elemzése Magyarországon 2007-ben. eLitMed, 2008.03.22.
<https://elitmed.hu/kiadvanyaink/magyar-radiologia/a-radiologus-orvosok-helyzetenek-elemzese-magyarorszagon-2007-ben>; letöltés: 2022.12.28.

¹⁰¹ Artificial intelligence in healthcare: Applications, risks, and ethical and societal impacts.

¹⁰² LEE, Kai-Fu: AI Superpowers: China, Silicon Valley, and the New World Order. Houghton Mifflin Harcourt, Boston, New York, 2018.

mellékhatásaival együtt, vagy inkább kimaradnak, és elszenvedik az esetleges hátrányos gazdasági következményeket.¹⁰³ Az egészségügyben talán azért egyszerűbb a választási lehetőségünk, mivel a gépek és az ember jobbak együtt, mint külön-külön, így attól még sokáig nem kell tartani, hogy a gép helyettesíteni fogja az orvost.¹⁰⁴

Társadalombiztosítás

Az Amerikai Egyesült Államokban a kormányzat ösztönzi a munkáltatókat arra, hogy egészséges életmódhoz kapcsolódó célokat tűzzenek ki alkalmazottaik számára. A Michelin gumigyártó vállalat például a vérnyomástól a vércukorszintig több metrikát is alkalmaz a mérésre, és aki nem teljesít megfelelően, az 1000 dollár extra egészségügyi biztosítást fizet évente.¹⁰⁵ Más példa is akad, ahol a munkáltatók a megtett lépések száma, a pulzus, a vérnyomás, a véroxigénszint, valamint a testhőmérséklet adatait összevetve következtetéseket vonnak le.¹⁰⁶ Az MI és a szenzortechnológia segítségével az egyén így könnyen elemezhető.

A könnyen kiemelt egészséges biztosítottakat a magánbiztosítók lefölözik a piacon. Az ilyen modellben az egyre öregedő társadalomban egyre betegbb embereket egyre kevesebb biztosító hajlandó finanszírozni, ezért a szolidaritási elemek megerősítésére van szükség. Viszont ha a kockázatközösség fizeti az egyéni felelőtlenségekből fakadó megbetegedéseket, akkor a biztosított kevésbé él egészségtudatosan, mintha a felmerülő (többlet-) költségeket neki kellene finanszíroznia, ez „erkölcsi kockázat”.¹⁰⁷ Aki dohányzik, nem mozog, alkoholizál, drogozik, az várhatóan hamarabb vagy súlyosabban megbetegszik, és a társadalom részéről sokszor igény merül fel, hogy többet fizessen a közös alapba.¹⁰⁸ Az MI-technológia elterjedése tehát várhatóan felerősíti a társadalombiztosításban rejlő feszültségeket.

Egészségügyi igazgatás

Olcsóbb lesz-e az egészségügy a technológia hatására? Gulácsi¹⁰⁹ egészségügyi technológiaelemzési tankönyvéből kiindulva az egészségügyi igazgatás részéről a pontosabb elemzéseknek köszönhetően biztosan elérhető hatékonyabb gazdálkodás. Adott számos módszer az egészségérték kiszámítására (pl. DALY, QALY, BIA, HLY), amely mérések és analitikák, az adatbázis és az MI segítségével jobban és gyorsabban elemezhető. A termelékenységeköltség – az indirekt költségek kiszámítása,

¹⁰³ HÉDER Mihály: AI and the resurrection of Technological Determinism. *Információs Társadalom*, XXI. évfolyam 2. szám, 2021. pp. 119–130.
<https://infatars.infonia.hu/pub/infatars.XXI.2021.2.8.pdf>; letöltés: 2022.11.26.

¹⁰⁴ BERG, Sarah: Don't fall these 3 myths about AI, machine learning. *AMA*, 2018.10.17.
<https://www.ama-assn.org/practice-management/digital/don-t-fall-these-3-myths-about-ai-machine-learning>; letöltés: 2022.12.30.

¹⁰⁵ O'NEIL, Cathy: Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy. p. 175.

¹⁰⁶ QAYUM Dániel: Észre sem vesszük, a biztosítók bárholonnan adatot gyűjthetnek. *Index*, 2022.11.03.
<https://index.hu/gazdasag/fintech/2022/11/03/fintech-biztositas-karrendezes-startup-insurtech/>;
letöltés: 2022.12.28.

¹⁰⁷ GULÁCSI László (szerk.): *Egészség-gazdaságtan és technológiaelemzés*. p. 49., 138., 215., pp. 253–255.

¹⁰⁸ GYÖRFFY Zsuzsa – Szántó Zsuzsa (szerk.): *Orvosi szociológia – eTankönyv*. p. 67.

¹⁰⁹ GULÁCSI László (szerk.): *Egészség-gazdaságtan és technológiaelemzés*.

ami többek közt a megbetegedés ideje alatt a fizetett munkából való kiesést is tartalmazza – előkészítő pénzügyi kimutatás a döntéshozó számára.

Ugyanakkor alapelv az orvosi gyakorlat autonómiája a jövőben is. A klinikai irányelvek, szakmai protokollok nem foglalkoznak a költségekkel, mert az egészségnyereségesség maximalizálása a cél. Ugyanakkor egészséggazdaságtani elemzésekben, biztosítási matematikában vizsgálják az anamnézis felvételét követő orvosi döntések és a lehetséges következményeiket döntésifa-rendszerrel, illetve a krónikus betegségek lefolyását szimulálják a Markov-modellben, valamint a váratlan bekövetkezések kockázatainak elemzését a Bayes-féle megbízhatósági becsléssel végzik.

ÖSSZEGRÉS

A tanulmány három témaköre egymásra épülve bemutatja, hogy az elkövetkező másfél évtizedben az egészségügyi területen milyen kihívásokkal fog találkozni egy MI-tervező, -fejlesztő, -befektető, -forgalmazó, -üzemeltető, -felhasználó és a beteg. Az egészségügyi jogi területen beláttuk, hogy az egyes közreműködőknek a „sok kéz” problematikája miatt gondosan dokumentálniuk és naplózniuk kell minden lépést azért, hogy a felelősség érvényesítése során kellően megalapozottan tudjanak védekezni. A fejlesztőkkel átgondolt szerződéses konstrukciót kell kialakítani ennek biztosítására. Ugyanakkor bizonyítottuk, hogy az ellátó és az orvos marad az elkövetkezendő másfél évtized diagnosztikai és terápiás döntéshozója, és ezért jogi szempontból a végső felelősség viselője. Az MI-rendszerek ebben előkészítő, elemző, kiegészítő jellegű intelligenciát fognak támogatásként nyújtani az orvosi társadalom számára.

Az etikát segítségül kérve megnyugtatóan láttuk, hogy az (orvosi) etikai szabályok kikényszeríthető módon vigyázzák az egészségügyi tevékenységet. Ugyanakkor láttuk a technológia oldaláról az MI-fejlesztések önkorlátozó jellegű etikai szabályait, amelyeknek kikényszeríthetővé kell válniuk.

A betegtársadalmi és az orvosi szociológiai vonatkozások bemutatták az egészségügy digitális átállásának megfelelő új gondolkodásmód szükségességét az orvos–beteg viszonyrendszerben. A gazdasági hatások elemzése foglalkozott a gyorsan változó és sok bizonytalanságot jelentő egészségügyi szolgáltatások piacra lépési, finanszírozási és piaci szabályozási kérdéseivel.

A tanulmány elkészítését gyakorlati és folyamatában vizsgált szempontok vezérelték. Útmutatóként a várható kockázatokat azonosítottuk, és az arra adható lehetséges kockázatkezelési módokat vettük górcső alá.

Terjedelmi korlátok miatt nem tértünk ki, és ezért ezek új kutatási témaként merül fel, hogy a koronavírus-járvány mennyire gyorsította fel a technológia terjedését és elfogadottságát. Érdekes téma lenne a *blockchain* biztosította adatgazdálkodás területén az új lehetőségek vizsgálata. Az egészségügyben a torzulásmentesített etikus fejlesztés technológiai háttere szintén terjedelmes témaként kerülhetne kifejtésre. Érdekes lenne az egyes földrészek egészségügyi MI-fejlesztéseinek összehasonlítása is.

A tanulmány végkövetkeztetése az, hogy az orvosi működést az MI-technológia az elkövetkezendő másfél évtizedben nem fogja kiváltani, azt nagyon hatékony eszközökkel, kiegészítő módon fogja támogatni, lehetőséget adva az orvos–beteg viszony újraértelmezésére.

IRODALOMJEGYZÉK

2006. évi XCVIII. törvény a biztonságos és gazdaságos gyógyszer- és gyógyászatisegédeszköz-ellátás, valamint a gyógyszerforgalmazás általános szabályairól. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600098.tv>; letöltés: 2022.12.10.
- A brit kormány díját nyerte el az elölszűrést segítő módszer. Medicalonline, 2020.10.22. http://medicalonline.hu/gyogyitas/cikk/a_brit_kormany_dijat_nyerte_el_az_emloszurest_segito_modszer; letöltés: 2022.12.28.
- A Magyar Egészségügyi Szakdolgozói Kamara Etikai Kódexe. https://szlkm.hu/wp-content/uploads/2022/02/meszk_etikai_kodex.pdf; letöltés: 2022.12.16.
- A Magyar Orvosi Kamara Etikai Kódexe. https://mok.hu/public/media/source/etikaiKodex/EtikaiKodex_2018_11_24.pdf; letöltés: 2022.12.16.
- ALPER, Brian S. – HAND, Jason A. – ELLIOTT, Susan – KINKADE, Scott – HAUAN, Michael – ONION, Daniel K. – SKLAR, Bernard M.: How much effort is needed to keep up with the literature relevant for primary care? *Journal of the Medical Library Association*, Volume 92, Issue 4, October 2004. pp. 429–437. https://www.researchgate.net/publication/8221846_How_much_effort_is_needed_to_keep_up_with_the_literature_relevant_for_primary_care; letöltés: 2022.12.10.
- ANDERSON, Michael – ANDERSON, Susan Leigh: How Should AI be Developed, Validated, and Implemented in Patient Care? *AMA Journal of Ethics*, Volume 21, Issue 2, February 2019. pp. 125–130. https://www.researchgate.net/publication/330831701_How_Should_AI_Be_Developed_Validated_and_Implemented_in_Patient_Care; letöltés: 2022.12.16.
- Artificial intelligence in healthcare: Applications, risks, and ethical and societal impacts. European Parliament, Panel for the Future of Science and Technology (STOA), Brussels, June 2022. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU\(2022\)729512_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU(2022)729512_EN.pdf); letöltés: 2022.12.10.
- Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 rendelete a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről (általános adatvédelmi rendelet). <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600679.eup>; letöltés: 2022.12.14.
- Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2017/745 rendelete (2017. április 5.) az orvostechnikai eszközökről, a 2001/83/EK irányelv, a 178/2002/EK rendelet és az 1223/2009/EK rendelet módosításáról, valamint a 90/385/EGK és a 93/42/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0745>; letöltés: 2022.12.04.

- BARTNECK, Christoph – LÜTGE, Christoph – WAGNER, Alan – WELSH, Sean:
An Introduction to Ethics in Robotics and AI. Springer, Cham, 2021.
<https://www.bartneck.de/publications/2020/An-Introduction-To-Ethics-In-Robotics-And-AI/An-Introduction-To-Ethics-In-Robotics-And-AI.pdf>; letöltés: 2022.12.14.
- BERG, Sarah: Don't fall these 3 myths about AI, machine learning. AMA, 2018.10.17.
<https://www.ama-assn.org/practice-management/digital/don-t-fall-these-3-myths-about-ai-machine-learning>; letöltés: 2022.12.30.
- BESTSENNYY, Oleg – GILBERT, Greg – HARRIS, Alex – ROST, Jennifer:
Telehealth: A quarter-trillion-dollar post-COVID-19 reality? McKinsey, 2021.07.09.
<https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/telehealth-a-quarter-trillion-dollar-post-covid-19-reality>; letöltés: 2022.12.10.
- CALLAWAY, Ewen: Scientists are using AI to dream up revolutionary new proteins.
Nature, Volume 609, September 2022. pp. 661–662.
- CAO, Sissi: Neuralink's Monkey Experiment Raises Questions From Scientists and Tech Ethicist. Observer, 2021.04.13.
<https://observer.com/2021/04/elon-musk-neuralink-monkey-demo-draw-skepticism-scientist/>; letöltés: 2022.12.28.
- CHEN, Haomin – GOMEZ, Catalina – HUANG, Chien-Ming – UNBERATH, Mathias:
Explainable medical imaging AI needs human – centered design: guidelines and evidence from a systematic review. Digital Medicine, Volume 5, Issue 1, October 2022.
https://www.researchgate.net/publication/364431553_Explainable_medical_imaging_AI_needs_human-centered_design_guidelines_and_evidence_from_a_systematic_review; letöltés: 2022.12.04.
- Cleveland Clinic – MyConsult.
https://www.clevelandclinic.org/lp/myconsult_international/index.html; letöltés: 2022.12.28.
- DANCE, Amber: AI spots cell structures that humans can't.
Nature, Volume 592, March 2021. pp. 154–155.
- Data Saves Lives.
<https://datasaveslives.eu/>; letöltés: 2022.11.20.
- DataFair.
<https://www.datafair.org/>; letöltés: 2022.11.20.
- DAVIDOVICS Krisztina – JOÓ Tamás: Adatvezérelt egészségügyi megoldások a másodlagos adathasználat magyarországi intézményesülési folyamatában.
Közigazgatástudomány, I. évfolyam, 2. szám, 2021. pp. 124–133.
http://real.mtak.hu/145500/1/KT_2_11.pdf; letöltés: 2022.12.30.
- DJP 2.0. – A Digitális Jólét Program 2.0. Budapest, 2017. július.
<https://digitalisjoletprogram.hu/files/58/f4/58f45e44c4ebd9e53f82f56d5f44c824.pdf>; letöltés: 2022.12.30.
- Eddig csak gyógyítani tudtak, de most már szaporodnak is első élő robotok.
HVG, 2021.11.30.
https://hvg.hu/tudomany/20211130_xenobot_robot_szaporodas_gyogyitas; letöltés: 2022.12.28.

- Egy iPhone már azt is látja, milyen érzelmi állapotban van a felhasználó – mit tudnak az algoritmusok, alkalmazások? HVG, 2022.11.03.
https://hvg.hu/tudomany/20221103_apple_iphone_alkalmazas_algoritmus_mesterseges_intelligencia_podcast_adatgyujtes_adatmegosztas_kozossegi_media; letöltés: 2022.12.28.
- Egy robot, végtelen lehetőségek. Medicalonline, 2020.11.17.
https://medicalonline.hu/eu_gazdasag/cikk/egy_robot__vegtelen_lehetosegek;
letöltés: 2022.12.28.
- Egyes mesterséges intelligenciák röntgenképek alapján képesek megmondani, melyik rasszhoz tartozik az ember. HVG, 2021.08.31.
https://hvg.hu/tudomany/20210831_mesterseges_intelligencia_rasszok_rasszizmus_rontgenkep;
letöltés: 2022.12.28.
- Élhetünk-e majd 200 évig? Egyáltalán: akarjunk addig élni? – podcast az MI-ről, algoritmusokról és vérben úszó nanobotokról. HVG, 2022.08.01.
https://hvg.hu/tudomany/20220801_mi_mesterseges_intelligencia_podcast_orok_elet_vakcin_a_kutatas_tecnologia_levay_gyorgy_bajer_molnar_orsolya; letöltés: 2022.12.28.
- ERNŐFY Nóra: Tizennégy betegség kockázatát mutatja ki az okoslelet. Index, 2022.10.25.
<https://index.hu/belfold/2022/10/25/okoslelet-mesterseges-intelligencia-labordiagnostika-vertvizsgalat-kockazatelemzes-betegsegek/>; letöltés: 2022.12.28.
- Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance. World Health Organization, Geneve, 2021.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>; letöltés: 2022.11.18.
- European Commission: A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019.
<https://www.aepd.es/sites/default/files/2019-12/ai-definition.pdf>; letöltés: 2022.11.26.
- European Commission: New European Interoperability Framework. Promoting seamless services and data flows for European public administrations. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017.
https://ec.europa.eu/isa2/sites/default/files/eif_brochure_final.pdf; letöltés: 2022.11.30.
- Fejesugrás a testbe. HVG, 2022.10.20.
<https://hvg.hu/360/hetilap360/2022/42/20224215gazdasag3>; letöltés: 2022.12.28.
- Good Machine Learning Practice for Medical Device Development: Guiding Principles. U.S. Food and Drug Administration (FDA), Health Canada, October 2021.
<https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/good-machine-learning-practice-medical-device-development-guiding-principles>; letöltés: 2022.11.24.
- GULÁCSI László (szerk.): Egészség-gazdaságtan és technológiaelemzés. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, 2012.
- GYÓRFFY Zsuzsa – Szántó Zsuzsa (szerk.): Orvosi szociológia – eTankönyv. Semmelweis Kiadó, Budapest, 2019.
- HÉDER Mihály: AI and the resurrection of Technological Determinism. Információs Társadalom, XXI. évfolyam 2. szám, 2021. pp. 119–130.
<https://infvars.infonia.hu/pub/infvars.XXI.2021.2.8.pdf>; letöltés: 2022.11.26.
- HEIN, Jason E.: Machine learning made easy for optimizing chemical reactions. Nature, Volume 590, February 2021. pp. 40–41.

Hogyan tudott az áruház hamarabb egy lány terhességéről, mint a saját apja?

Smart Tech blog, 2014.06.11.

https://smart.blog.hu/2014/06/11/honnan_tudta_egy_aruhaz_hamarabb_hogy_egy_lany_terhes_mint_a_sajat_apja; letöltés: 2022.12.23.

KERRIGAN, Charles (szerk.): Artificial Intelligence. Law and Regulation.

Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK – Northampton, MA, USA, 2022.

https://download.bibis.ir/Books/Law/2022/Artificial-Intelligence-Law-and-Regulation-Charles-Kerrigan_bibis.ir.pdf; letöltés: 2022.12.02.

KIS Zsuzsanna – LOMBAY Béla: Radiológus orvosok helyzetének elemzése Magyarországon 2007-ben. eLitMed, 2008.03.22.

<https://elitmed.hu/kiadvanyaink/magyar-radiologia/a-radiologus-orvosok-helyzetenek-elemzese-magyarorszagon-2007-ben>; letöltés: 2022.12.28.

KONCSEK Rita: Új biznissz született: lopják az egészségügyi adatainkat. Napi.hu, 2022.10.26.

<https://www.napi.hu/tech/egeszsegugyi-adatlopas-uzlet-valsagdijszarolas-kibertamadasba.762186.html>; letöltés: 2022.12.28.

KOVÁCSY Zsombor: Elfekvő. Noran Libro Kiadó, Budapest, 2020.

LAZER, David – KENNEDY, Ryan: What We Can Learn From the Epic Failure of Google Flu Trends. Wired, 2015.10.01.

<https://www.wired.com/2015/10/can-learn-epic-failure-google-flu-trends/>; letöltés: 2022.12.28.

LEE, Kai-Fu: AI Superpowers: China, Silicon Valley, and the New World Order.

Houghton Mifflin Harcourt, Boston, New York, 2018.

LÉVAY György: A bionikus robotkaromat folyamatosan tanítani kell. Qubit, 2021.04.13.

<https://qubit.hu/2021/04/13/levay-gyorgy-a-bionikus-robotkaromat-folyamatosan-tanitani-kell>; letöltés: 2022.12.28.

Living to 120 and Beyond: Americans' Views on Aging, Medical Advances and Radical Life Extension. PewResearchCenter, 2013.08.06.

<https://www.pewresearch.org/religion/wp-content/uploads/sites/7/2013/08/Radical-life-extension-full.pdf>; letöltés: 2022.11.28.

LU, Ming Y. – CHEN, Tiffany Y. – WILLIAMSON, Drew F. K. – ZHAO, Melissa – SHADY, Maha – LIPKOVA, Jana – MAHMOOD, Faisal: AI-based pathology predicts origins for cancers of unknown primary. Nature, Volume 594, June 2021. pp. 106–110.

LUXTON, David D.: Should Watson Be Consulted for a Second Opinion?

AMA, Journal of Ethics, Volume 21, Number 2, 2019. pp. 131–137.

https://www.researchgate.net/publication/331075498_Should_Watson_Be_Consulted_for_a_Second_Opinion; letöltés: 2022.12.04.

MAGYAR Gábor – NEMESLAKI András – Syi (szerk.):

A digitális transzformáció technológiai kérdései.

Gondolat Kiadó, Budapest, 2021.

Magyar Gyógyszerész Kamara Etikai Kódex.

<https://www.mgyk.hu/admin/data/file/20200925/etikaikodex-hatalyos20200906-1.pdf>; letöltés: 2022.12.16.

MAHAJAN, Parag: Artificial Intelligence in Healthcare.

MedMantra, New Mexico, 2021.

- MATHESON, Rob: Identifying artificial intelligence “blind spots”. MIT, 2019.01.24.
<https://news.mit.edu/2019/artificial-intelligence-blind-spots-0124>; letöltés: 2022.12.28.
- MESKÓ Bertalan – SPIEGEL, Brennan: A Revised Hippocratic Oath for the Era of Digital Health. *Journal of Medical Internet Research*, Volume 24, Issue 9, September 2022.
<https://www.jmir.org/2022/9/e39177/>; letöltés: 2022.11.26.
- O’NEIL, Cathy: *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Crown Publishing, New York, 2016.
- Orvosok nélküli világ helyett szuperhumán orvosok. OTSZonline, 2017.08.08.
http://otszonline.hu/cikk/orvosok_nelkuli_vilag_helyett_szuperhuman_orvosok;
letöltés: 2022.12.28.
- OXLEY, Thomas J. et al: Motor neuroprosthesis implanted with neurointerventional surgery improves capacity for activities of daily living tasks in severe paralysis: first in-human experience. *Journal of NeuroInvestational Surgery*, Volume 13, Issue 2, 2021. pp. 102–108.
<https://jniss.bmj.com/content/neurintsurg/13/2/102.full.pdf>; letöltés: 2022.12.28.
- PANESAR, Arjun: *Machine Learning and AI for Healthcare*. Springer Apress, California, 2019.
- PÉTERFALVI Attila – RÉVÉSZ Balázs – BUZÁS Péter: *Magyarázat a GDPR-ról*. Wolters Kluwer Hungary, Budapest, 2018.
- PIFER, Rebecca: The case for hybrid care models. *Healthcare Dive*, 2022.03.22.
<https://www.healthcaredive.com/news/hybrid-healthcare-models/620602/>;
letöltés: 2022.12.28.
- Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on adapting non-contractual civil liability rules to artificial intelligence (AI Liability Directive).
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022PC0496>;
letöltés: 2022.12.16.
- Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Laying Down Harmonised Rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and Amending Certain Union Legislative Acts.
<https://artificialintelligenceact.eu/the-act/>; letöltés: 2022.12.14.
- Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the European Health Data Space.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022PC0197>;
letöltés: 2022.12.28.
- QAYUM Dániel: Észre sem vesszük, a biztosítók bárhonnán adatot gyűjthetnek. *Index*, 2022.11.03.
<https://index.hu/gazdasag/fintech/2022/11/03/fintech-biztositas-karrendezes-startup-insurtech/>; letöltés: 2022.12.28.
- Registratie aan de bron.
<https://www.registratieaandebron.nl/>; letöltés: 2022.11.20.
- Regulation (EU) 2022/868 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2022 on European data governance and amending Regulation (EU) 2018/1724 (Data Governance Act).
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0868>;
letöltés: 2022.12.16.

- ROBEZNIKS, Andis: 3 ways medical AI can improve workflow physicians. AMA, 2018.11.20.
<https://www.ama-assn.org/practice-management/digital/3-ways-medical-ai-can-improve-workflow-physicians>; letöltés: 2022.12.14.
- SCHIFF, Daniel – BORENSTEIN, Jason: How Should Clinicians Communicate With Patients About the Roles of Artificial Intelligent Team Members? AMA Journal of Ethics, Volume 21, Issue 2, February 2019. pp. 138–145.
https://www.researchgate.net/publication/330868351_How_Should_Clinicians_Communicate_With_Patients_About_the_Roles_of_Artificially_Intelligent_Team_Members; letöltés: 2022.11.20.
- shap.models.Model.
<https://shap.readthedocs.io/en/latest/generated/shap.models.Model.html>; letöltés: 2022.12.27.
- SIWICKI, Bill: AI in healthcare: From full-body scanning to fall prevention. Healthcare IT News, 2022.10.13.
<https://www.healthcareitnews.com/news/ai-healthcare-full-body-scanning-fall-prevention>; letöltés: 2022.12.28.
- TETLOCK, Philip E. – GARDNER, Dan: Superforecasting. The Art and Science of Prediction. Penguin Random House, New York, 2015.
- TOPOL, Eric: Deep Medicine. How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. Basic Books, New York, 2019. p. 302.
- TUNYASUVUNAKOOL, Kathryn et al: Highly accurate protein structure prediction for the human proteome. Nature, Volume 596, August 2021. pp. 590–596.
https://www.researchgate.net/publication/353412304_Highly_accurate_protein_structure_prediction_for_the_human_proteome; letöltés: 2022.12.04.
- Versenyképességi Program 330 pontban. Magyar Nemzeti Bank, Budapest. 2019.
<https://www.mnb.hu/letoltes/versenykepességi-program.pdf>; letöltés: 2022.11.30.
- WARNAT-HERRESTHAL, Stefanie et al: Swarm Learning for decentralized and confidential clinical machine learning. Nature, Volume 594, June 2021. pp. 265–270.
<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03583-3>; letöltés: 2022.11.14.
- WATSON, Clare: Many researcher say, they will share data – but don't. Nature, Volume 606, June 2022.
- Wikipedia: Volatility, uncertainty, complexity and ambiguity.
https://en.wikipedia.org/wiki/Volatility,_uncertainty,_complexity_and_ambiguity; letöltés: 2022.12.28.
- ZICARI, Roberto V. et al: Co-Design of a Trustworthy AI System in Healthcare: Deep Learning Based Skin Lesion Classifier. Frontiers in Human Dynamics, Volume 3, July 2021.
<https://www.readcube.com/articles/10.3389/fhumd.2021.688152>; letöltés: 2022.12.28.

BOKOR TAMÁS

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSA AZ OKTATÁSBAN – KIHÍVÁSOK ÉS KÖVETKEZMÉNYEK TECHNOLÓGIAINVARIÁNS SZEMPONTBÓL

BEVEZETÉS: KINEK A MŰVE?

Háromszáz dolláros díjat nyert Jason M. Allan *Théâtre D'opéra Spatial* című alkotása 2022 szeptemberében a Colorado State Fair képzőművészeti megmérettetésén. A kép komoly vitákat, sőt indulatokat váltott ki nemcsak a versenyen induló pályázók körében, hanem sok más képzőművész között is. A reneszánsz képzőművészet szín- és formavilágát idéző mű ugyanis a Midjourney szoftver mesterségesintelligencia-algoritmusának segítségével készült, s ezt Allan maga sem titkolta: a pályamunka „Jason M. Allan via Midjourney” címkével szerepelt a tárlaton.

A művészeket megosztó vita fontos dilemmára hívja fel a figyelmet. E szoftver mellett a Dall-E 2, a Stable Diffusion és más MI-alapú alkalmazások egyaránt képesek leírások, címek, tagek megadásával vizuális produktumok létrehozására, a számukra hozzáférhető képadatbázisok és az őket működtető tanuló algoritmusok segítségével. De kinek a műve az így keletkező alkotás? A díjnyertes művész érvelése szerint az inkriminált kép együttműködés eredményeként jött létre, amennyiben a címet ő maga adta, a számítógép pedig ennek alapján kezdett alkotni. Az ezzel vitatkozó érvelésben szintén akad logika: mivel a képet magát egy szoftver hozta létre, és nem maga a művész, az ember itt voltaképpen csak ötletadó, ihlető, de nem alkotó.

A mesterséges intelligencia (MI) fokozatosan és egyre erőteljesebben szivárog be nemcsak a technológiáiparba és az ahhoz szorosan kapcsolódó területekre, hanem a társadalmi kommunikációba is.¹ Ember és gép az MI-technológia előretörésével egyre többször és egyre inkább komplex struktúrákban működik együtt.² Ez a kooperáció számos kérdést vet fel. Beszélhetünk-e közös alkotásról? Ha nem, akkor miféle viszony áll fenn ember és gép között az alkotás folyamatában? Ha igen, milyen ennek a közös alkotásnak a természete? Kéi a szerzői jog? Kit illet az alkotásból befolyó haszon? Kinek „köszönhető” végső soron a produktum? S végül: ha negatív következményekkel kell számolnunk az együttműködés során, akkor az kinek a felelőssége?

¹ BOKOR Tamás: Humán online társadalmi kommunikáció. Doktori értekezés. Pécsi Tudományegyetem, Pécs, 2012.

http://www.communicatio.hu/doktoriprogramok/kommunikacio/belso/abszolutoriumelottutan/2012/bokor_tamas/bokor_tamas_disszertacio.pdf; letöltés: 2022.12.23.

² BOKOR Tamás – KOLLÁNYI Bence – PÁLVÖLGYI Eszter – SÁGVÁRI Bence: Mi és az MI. Értékek, attitűdök, bizalmi kérdések a mesterséges intelligenciáról a magyar társadalomban. Kutatási jelentés. Társadalomtudományi Kutatóközpont, Budapest, 2021.

https://milab.tk.hu/uploads/files/MI_survey_report_final_doc.pdf; letöltés: 2022.12.23.

Ezek az ember–gép együttműködés keretében felmerülő dilemmák érintik a jog, a gazdaság és az etika területét, mind közül a legfontosabb azonban az a filozófiai dilemma, amely a tudás és a képességek eredetét firtatja, az ember és az MI együtteséből létrejövő tudás természetére, a tudáslétrehozás módjára kérdezve rá. Ebből a megfontolásból kiindulva az ember és az MI együttműködésének lehetőségeit és korlátait vizsgáljuk a tanítás és a tanulás szemszögéből. Még konkrétabban: az MI alkalmazhatóságát az intézményes oktatás területén technológiai variáns-szempontból, azaz függetlenül attól, hogy konkrétan milyen technológiákról, milyen applikációkról, milyen hardverképekről van szó.

SZAKIRODALMI IRÁNYOK

Mióta a mesterséges intelligencián (MI) alapuló különféle technológiák terjedni kezdtek, azóta a jelenségek hatásai és jövője nemcsak az informatikában, hanem a társadalomtudományban is hangsúlyossá váltak. A mesterséges intelligencia lehetőségeinek vizsgálata átalakította többek között a számítástechnikával, a gazdasággal, a közlekedéssel, a munkaerőpiaccal és az oktatással kapcsolatos gondolkodást. Az utóbb említett terület egyik legfontosabb problémája a tanárok és a diákok attitűdje az oktatási célú MI alkalmazásának jövőjével kapcsolatban, hiszen nemcsak a diszruptív technológiák fejlesztése befolyásolja azok sikerét, hanem az is, ahogyan a döntéshozók és a felhasználók fogadják, illetve birtokba veszik ezeket az újításokat.

Ha közelebbről vizsgáljuk meg a vonatkozó akadémiai tanulmányok fókuszát, akkor a kutatók körében szemlátomást nem találunk stabil és megbízható keretet arra vonatkozóan, hogy pontosan hogyan és mit kell megfigyelniük.

Először is, a mesterséges intelligencia *eo ipso* ködös fogalom: jelentéstartománya magában foglalja az automatizálást (automatizáció számítástechnikai eszközökkel), a robotikát (a fizikai és szoftveralapú gépek tekintetében is) és az öntanuló képességekkel rendelkező szoftvereket.

Másodszor, az MI oktatási potenciálja és lehetőségei a képességeinek erősségétől függenek. A Kurzweil³ által leírt „erős” vagy „vastag” mesterséges intelligencia még nem érkezett meg a technológiai környezetünkbe, míg a „gyenge” vagy „vékony” MI-ágensek (mint például a mélytanuló algoritmusok és az okostelefonok mesterségesintelligencia-alkalmazásai) jelen vannak a mindennapi életben és számos területen segítik azt.

Harmadszor, a kutatások két irányba indulhatnak, amikor MI-vel kapcsolatos feltáró munkára vállalkoznak: a jelen és a jövő lehetőségeit is tanulmányozhatják, s a két irány különböző fókuszpontokkal jár. A jelenbeli lehetőségek elemzése az MI gyakorlati alkalmazásában rejlő tényleges lehetőségeket tárja fel, míg a mesterséges intelligencia jövőjéről szóló írások a közeljövőre vonatkozó ígéreteket veszik sorra – többnyire a jelenkori tendenciákat extrapolálva.

³ KURZWEIL, Raymond: *The Singularity is Near*. Viking Books, New York, 2005.

Negyedszer, az oktatás és a mesterséges intelligencia kapcsolatának megfigyelése többrétű. Kiterjedhet: 1) az oktatásfejlesztés intézményes kérdéseire (ti., hogy milyen szabályozások vagy intézményi felkészültségek szükségesek ahhoz, hogy az MI-t implementálni lehessen az oktatási tevékenységekbe); 2) a tanítás és a tanulás hatékonyságának növelésére (a meglévő tanulmányok ezt – megfelelő szisztematikusan létrehozott adattömeg hiányában – főként egyéni és csoport szinten vizsgálják); valamint 3) a változóban lévő ember–számítógép kommunikáció pszichológiai következményeire stb. A mesterséges intelligencia és az oktatás kapcsolatának kutatása során e formálódóban lévő szakterület lehetséges aspektusainak feltárása elképesztően sokszínű, s ez megnehezíti a kutatási tevékenységek fókuszának pontos meghatározását.

A mesterséges intelligencia és az oktatás kapcsolatával foglalkozó tanulmányok, ahogy fentebb látható, két fő csoportra oszthatók: az egyik a jelenorientált tanulmányok köre, amelynek célja, hogy lépésről lépésre adjanak útmutatást az oktatóknak, hogy gamifikált alkalmazásokat, vagy (gyenge) MI-alapon működő egyéb alkalmazásokat fejleszthessenek a tanulók sikerességének előrejelzésére, illetve különböző készségeik fejlesztésére.⁴ A cikkek másik csoportja jövőorientált: egyes kutatások a korábbi szakirodalom elméleti áttekintésén alapuló megközelítést kínálnak az MI jövőbeli lehetőségeivel kapcsolatos kérdések megválaszolására. Ezek eredményei között konkrét alkalmazásokra vagy alkalmazáscsoportokra vonatkozó hatékonyságvizsgálatok és fejlesztési meglátások, illetve a mesterséges intelligencia alkalmazási területeire általánosságban vonatkozó előrejelzések szerepelnek.⁵

⁴ AKMAN, Emrah – ÇAKIR, Recep: Pupils' Opinions on an Educational Virtual Reality Game in Terms of Flow Experience. *iJET*, Vol. 14, No. 15, 2019, pp. 121–137.

<https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/10576>; letöltés: 2022.12.23.

ALYAHYAN, Eyman – DÜŞTEGÖR, Dilek: Predicting Academic Success in Higher Education Literature Review and Best Practices. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, Volume 17, Issue 3, 2020.

<https://d-nb.info/1209754274/34>; letöltés: 2022.12.23.

CHIU, Thomas K. F. – CHAI, Ching-Sing: Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, Volume 12, Issue 14, 2020.

https://www.researchgate.net/publication/342863751_Sustainable_Curriculum_Planning_for_Artificial_Intelligence_Education_A_Self-Determination_Theory_Perspective; letöltés: 2022.12.23.

DAI, Yung – CHAI, Ching-Sing – LIN, Pei-Yi – JONG, Morris Siu-Yung – GUO, Yanmei – QIN, Jianjun: Promoting Students' Well-Being by Developing Their Readiness for the Artificial Intelligence Age. *Sustainability*, Volume 12, Issue 16, 2020.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/16/6597>; letöltés: 2022.12.23.

FARR, William – YUILL, Nicola – HINSKE, Steve: An augmented toy and social interaction in children with autism. *International Journal of Arts and Technology*, Volume 5, Issue 2-3-4, 2012, pp. 104–125.

<https://vs.inf.ethz.ch/publ/papers/hinske2012.pdf>; letöltés: 2022.12.23.

⁵ AL-ZYOUN, Hashem Mahmoud Muslim: The Role of Artificial Intelligence in Teacher Professional Development. *Universal Journal of Educational Research*, Vol. 8, No. 11B, 2020, pp. 6263–6272.

<https://pdfs.semanticscholar.org/ad43/237f34b16f959f463a93f6ef3f67684386b4.pdf>; letöltés: 2022.12.23.

BONAMI, Beatrice – PIAZENTINI, Luis – DALA-POSSA, André: Education, Big Data and Artificial Intelligence: Mixed methods in digital platforms. *Comunicar*, Volume 28, Issue 65, 2020, pp. 43–52.

<http://eprints.rclis.org/40892/1/c6504en.pdf>; letöltés: 2022.12.23.

BOZKURT, Aras – KARADENİZ, Abdulkadir – BANERES, David – GUERRERO-ROLDÁN, Ana Elena – RODRÍGUEZ, M. Elena: Artificial intelligence and reflections from educational landscape: A review of AI studies in half a century. *Sustainability (Switzerland)*, Volume 13, Issue 2, 2021, pp. 1–16.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/800>; letöltés: 2022.12.23.

AZ MI TERÜLETFOGLALÁSA AZ OKTATÁSBAN

Lu és Harris⁶ szerint négy olyan fő terület van, ahol az MI különösen hatékonyan alkalmazható edukációs célokra.

1) Oktatás intelligens tutoráló rendszerekkel (Intelligent Tutoring System, ITS).

2) A tanulási folyamat személyre szabása a tananyag tartalmának, tempójának, az anyagrészek sorrendjének és nehézségi szintjének finomhangolásával.

3) Számonkérés, vizsgáztatás számítógépes adaptív értékelésekkel, amelyek például az egymást követő kérdések nehézségi fokát a hallgató előző válaszainak pontossága alapján állítják be.

4) Olyan oktatásadminisztrációs feladatok automatizálása, mint például a jelenléti ívek vezetése, a feladatlapok osztályozása és a tesztsorok generálása.

Világos, hogy a fenti négy terület nem jövőbeni ígéret, hanem már meglévő technológiák csoportja. A témában közölt cikkek többsége közvetlenül ezekhez a területekhez kapcsolható. A következőkben kategóriánkénti bontásban néhány példát mutatunk be a legjelentősebb kutatásokra vonatkozóan.

Intelligens tutoráló rendszerek

Krechetov és Romanenko⁷ azt vizsgálta, hogy milyen módon lehet kiaknázni az adaptív tanulási technológiákat ITS segítségével. Soualah-Alila, Mendes és Nicolle⁸ egy, a tanulási tartalom és a tanulási kontextus szemantikai modellezésén alapuló adaptív rendszert vizsgáltak. De Ghosh és Ghosh tanulmánya⁹ a zárláncú kamerarendszerrel (CCTV) felszerelt osztálytermekből származó adatok intelligens elemzését mutatja be, és arra a következtetésre jut, hogy bár a modell egy általános iskolai oktatási rendszerre készült, mégis könnyen kiterjeszthető a felsőoktatásra is.

COPE, Bill – KALANTZIS, Mary – SEARSMITH, Duane: Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*, Volume 53, Issue 1, 2020. pp. 1229–1245.

https://www.researchgate.net/publication/339344386_Artificial_intelligence_for_education_Knowledge_and_its_assessment_in_AI-enabled_learning_ecologies; letöltés: 2022.12.23.

⁶ LU, Joyce J. – HARRIS, Laurie A.: Artificial Intelligence (AI) and Education. Congressional Research Service, Washington, 2018.

https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc1228526/m2/1/high_res_d/IF10937_2018Aug01.pdf; letöltés: 2022.12.23.

⁷ KRECHETOV, Ivan – ROMANENKO, Vladimir: Implementing the adaptive learning techniques. *Voprosy Obrazovaniya*, Volume 2, 2020. pp. 252–277.

https://www.researchgate.net/publication/342326268_Implementing_the_Adaptive_Learning_Techniques; letöltés: 2022.12.23.

⁸ SOUALAH-ALILA, Fayrouz – MENDES, Florence – NICOLLE, Christophe: A Context-Based Adaptation in Mobile Learning. *IEEE Computer Society Technical Committee on Learning Technology*, Volume 15, Issue 4, October, 2013.

https://www.academia.edu/14964571/A_Context_Based_Adaptation_In_Mobile_Learning; letöltés: 2022.12.23.

⁹ DE GHOSH, Ishita – GHOSH, Satrajit: Blending of Traditional System and Digital Pedagogy: An Indian Perspective. *Intelligent Systems Reference Library*, Volume 197, 2021. pp. 203–217.

Wangék¹⁰ az oktatók ITS-használati hajlandóságának meghatározó tényezőit vizsgálták, hangsúlyozva, hogy az egyéni tanulási utak, amelyeket egy ilyen rendszer kínál, képesek növelni a tanulói motivációt.

Adaptív tanulás

Kimék¹¹ azt vizsgálták, hogy a diákok hogyan vélekednek a felsőoktatásban alkalmazott mesterségesintelligencia-asszisztensekről. Lawson és munkatársai¹² szerint a tanulók eredményesebben sajátítják el a megcélzott ismereteket a pozitív érzelmekkel rendelkező virtuális oktatóktól (animált pedagógiai ágensektől), mint a negatív érzelmekkel rendelkezőktől. Lipperték¹³ olyan alkalmazásokat elemeztek, amelyek párbeszédalapú ágenseket használnak az ITS keretein belül, és szintén arra a következtetésre jutottak, hogy az ember-gép kommunikáció során a virtuális ágensek kommunikációs módja hatást gyakorol a humán felhasználó viselkedésére és attitűdjére.

Differenciált tanítás és számonkérés

Xu¹⁴ és társai azt vizsgálták, hogy egy automatizált beszélgetőpartner miként tud történeteket olvasni a gyerekeknek egy intelligens hangszórón keresztül, miközben kérdéseket tesz fel és visszajelzéseket is ad. A mesterséges intelligencia oktatásban való gyakorlati alkalmazása mellett több tanulmány tárja fel a robotok elfogadottságát az oktatásban.¹⁵ A felhasználók bevonása és mérése is benne van a kutatási fókuszban: Henrie, Halverson és Graham¹⁶ azonosították a meglévő gyakorlatok erősségeit és

¹⁰ WANG, Shanyong – YU, Haotian – HU, Xianfeng – LI, Jun: Participant or spectator? Comprehending the willingness of faculty to use intelligent tutoring systems in the artificial intelligence era. *British Journal of Educational Technology*, Volume 51, Issue 5, September 2020. pp. 1657–1673. <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjot.12535>; letöltés: 2022.12.23.

¹¹ KIM, Jihyun – MERRILL, Kelly Jr. – XU, Kun – SELNOW, Deanna D.: My Teacher Is a Machine: Understanding Students' Perceptions of AI Teaching Assistants in Online Education. *International Journal of Human-Computer Interaction*, Volume 36, Issue 20, 2020. pp. 1902–1911. <https://xkunnet.github.io/publications/Kim%20et%20al.%202020.pdf>; letöltés: 2022.12.23.

¹² LAWSON, Alyssa – MAYER, Richard – ADAMO-VILLANI, Nicoletta – BENES, Bedrich – LEI, Xingyu – CHENG, Justin: Do Learners Recognize and Relate to the Emotions Displayed By Virtual Instructors? *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Volume 31, Issue 1, 2021. pp. 134–153. https://www.cs.purdue.edu/cgvlab/www/resources/papers/Alyssa-International_Journal_of_Artificial_Intelligence_in_Education-2021-Do_Learners_Recognize_and_Relate_to_the_Emotions_Displayed_By_Vi.pdf; letöltés: 2022.12.23.

¹³ LIPPERT, Anne – SHUBECK, Keith – MORGAN, Brent – HAMPTON, Andrew – GRAESSER, Arthur: Multiple Agent Designs in Conversational Intelligent Tutoring Systems. *Technology, Knowledge and Learning*, Volume 25, 2019. pp. 443–463. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED616902.pdf>; letöltés: 2022.12.23.

¹⁴ XU, Ying – WANG, Dakuo – COLLINS, Penelope – LEE, Hyelim – & WARSCHAUER, Mark: Same benefits, different communication patterns: Comparing Children's reading with a conversational agent vs. a human partner. *Computers and Education*, Volume 161, February 2020. <https://escholarship.org/content/qt7544r8x5/qt7544r8x5.pdf?t=qq40m3>; letöltés: 2022.12.23.

¹⁵ REICH-STIEBERT, Natalia – EYSSEL, Friederike – HOHNEMANN, Charlotte: Involve the user! Changing attitudes toward robots by user participation in a robot prototyping process. *Computers in Human Behavior*, Volume 91, February 2019. pp. 290–296. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563218304825>; letöltés: 2022.12.23.

¹⁶ HENRIE, Curtis R. – HALVERSON, Lisa R. – GRAHAM, Charles R.: Measuring student engagement in technology-mediated learning: A review. *Computers & Education*, Volume 90, 2015. pp. 36–53. https://www.researchgate.net/publication/282135287_Measuring_Student_Engagement_in_Technology-Mediated_Learning_A_Review; letöltés: 2022.12.23.

korlátait, és felvázolja a lehetséges módszereket a hallgatói elkötelezettség mérésének javítására.

Luttrell és társai¹⁷ vizsgálták a szélesebb társadalom és a digitális médiát kutató szakemberek vélekedését az MI oktatásban történő alkalmazhatóságáról, Hohenstein és Jung¹⁸ pedig a mesterséges intelligencia ilyen alkalmazásának etikai aggályait gondolta végig, bizonyítva, hogy az intelligens rendszerekkel folytatott emberi interakciók során a téves oktatás sajnálatosan gyakori, és a bizalom másképpen alakul ki és eltérően is kezelhető, mint az emberek közötti interakciókban.

Értékelés

Egy korai tanulmányban He, Hui és Quan¹⁹ számítógéppel asszisztált iskolai teljesítményelemzési rendszert dolgozott ki, amely segíti a tanárokat az osztályzás hatékonyabb elvégzésében. Nem sokkal később Noorbehahani és Kardan²⁰ a BLEU algoritmust úgy módosította, hogy az alkalmas legyen a tanulók szabadszöveges válaszainak értékelésére. Ezzel sikert értek el a számonkérés és az értékelés MI-alapú fejlesztésében. Novak, Joy és Kermek²¹ a plágiumkeresésre összpontosított, és részletes szisztematikus áttekintést adott a tudományos körökben alkalmazott plágiumfelismerő alkalmazásokról. Másféle módon segíti az értékelést a Jayashankar és Sridaran²² által megfigyelt szófelhőtechnika, amelyet elsősorban a tanárok terheinek csökkentésére terveztek a gyors és igazságos értékelés érdekében.

Akadályok és lassító tényezők

Habár mindegyik nagy oktatási alkalmazási területre számos példa akad, a technológia egyelőre a gyenge MI szintjén mozog, további potenciált tartogatva a fejlesztők számára. Az Európai Unióban az MI-alkalmazások fejlődési folyamatát nem utolsósorban olyan jogi eszközök lassítják, mint például a GDPR, amely az oktatás területén ellensúlyt képez mind a tanulók valós idejű megfigyelésével (pl. osztálytermek felszerelése *eye tracking*re alkalmas kamerákkal), mind pedig a tölték gyűjtött részletes (akár pl. biometrikus) adatsorok felhasználásával szemben. Technológiai értelemben lehetőség volna ugyanolyan részletes, big data alapú oktatástervezésre, mint amelyet a jelentősebb közösségimédia-felületek a médiahasználó

¹⁷ LUTTRELL, Regina – WALLACE, Adrienne – MCCOLLOUGH, Christopher – LEE, Jiyoung: The Digital Divide: Addressing Artificial Intelligence in Communication Education. *Journalism and Mass Communication Educator*, Volume 75, Issue 4, 2020. pp. 470–482.

¹⁸ HOHENSTEIN, Jess – JUNG, Malte: AI as a moral crumple zone: The effects of AI-mediated communication on attribution and trust. *Computers in Human Behavior*, Volume 106, 2020. https://www.researchgate.net/publication/337134121_AI_as_a_moral_crumple_zone_The_Effects_of_AI-mediated_communication_on_attribution_and_trust; letöltés: 2022.12.23.

¹⁹ HE, Yulan – HUI, Siu C., – QUAN, Tho T.: Automatic summary assessment for intelligent tutoring systems. *Computers & Education*, Volume 53, Issue 3, 2009. pp. 890–899.

²⁰ NOORBEHBAHANI, Fakhroddin – KARDAN, Ahmad A.: The automatic assessment of free text answers using a modified BLEU algorithm. *Computers & Education*, Volume 56, Issue 2, 2011. pp. 337–345.

²¹ NOVAK, Matija – JOY, Mark – KERMEK, Dragutin: Source-code Similarity Detection and Detection Tools Used in Academia. *ACM Transactions on Computing Education*, Volume 19, Issue 3, 2019. pp. 1–37.

²² JAYASHANKAR, Shailaja – SRIDARANN, R.: Superlative model using word cloud for short answers evaluation in eLearning. *Education and Information Technologies*, Volume 22, Issue 5, 2017. pp. 2383–2402.

szokásai alapján (általában marketingcéllal) végeznek, ugyanakkor – a jogi megfontolásokon túl – ezek implementációjának finanszírozása is megoldatlan még.

Az oktatás jövőjének egyik legfontosabb kérdése az, hogy a tanárok és a diákok milyen narratívákat tesznek magukévá az MI jövőbeni szerepéről az oktatásban. Ez befolyásolja azokat a lehetőségeket és azt a módot, ahogyan és aminek érdekében az ember és a gép együtt tud működni a tudáslétrehozásban és a tudásmegosztásban.

Mit gondolnak a tanárok, oktatók, diákok és hallgatók csoportjai a mesterséges intelligencia oktatásban rejlő lehetőségeiről? Milyen képet ábrázolnak az ember és a gép együttműködéséről az iskolában? Hogyan viszonyulnak ehhez a jelenséghöz, milyen narratívákat alkotnak róla? A kutatás ezekre a kérdésekre keresi a választ.

MÓDSZERTAN

Az oktatás területén alkalmazható MI-technológiákkal kapcsolatban készült kutatás 2021 második negyedévében történt meg a magyar középiskolások és középiskolai tanárok körében, kombinált módszertannal. A diákokat (604 főt) online továbbított, a Microsoft Office Forms felületen készült *survey* segítségével kérdeztük le, ezt egészítette ki 10 félig strukturált pedagógusinterjú. A kvantitatív adatokat SAS JMP Pro 16 szoftverrel, a kvalitatív adatokat NVivo 12 szoftverrel elemeztük, az utóbbi korpuszt Riessmann²³ narratívaelemzési metódusa szerint. Az Oktatási Hivatal tanintézmény-adatbázisából véletlenszerűen kiválasztott tíz középiskolát céloztunk meg a kérdőívvel, a további kitöltőket hólabdamódszerrel szereztük, kérve a tanárokat a kérdőív továbbítására más tanintézményekben tanító kollégáknak. Az interjúba beválogatott pedagógusok szintén hólabdamódszerrel kerültek kiválasztásra. A *survey* mintából kiszűrtük a 7. és a 8. évfolyamos, valamint a nyelvi előkészítő évfolyamos középiskolásokat, valamint minden szakgimnáziumi és technikai diákot. A 9–13. évfolyamos diákok – közülük is a gimnáziumi és szakközépiskolai diákok – mintájában így 463 fő maradt.

A kérdőív és az interjúk tematikája hasonló témaköröket érintett. A kérdőívben a válaszadók iskolatípusának, korának, illetve humán és reál érdeklődésének felmérése után vizsgáltuk érdeklődésüket a számítástechnika kérdései iránt, majd definíciókat kértünk az MI, az algoritmus és a robot fogalmáról, illetve konkrét példák felsorolására kértük őket, ahol szerintük az MI jelen van a hétköznapi életünkben. A kérdőív második nagy blokkja hétfokozatú Likert-skála alapján azt vizsgálta, mennyire tartják valószínűnek a válaszadók, hogy az MI ötéves időtávon belül konkrét oktatási feladatokban működik majd közre. A harmadik nagyobb egység ugyanilyen skálán azt mérte, hogy az MI-vel kapcsolatos bizonyos állításokkal milyen fokon ért egyet a válaszadó (pl. szívesebben beszélgetne-e MI-alkalmazással idegennyelv gyakorlása céljából, mint humán tanárral, az MI korrektebb értékelést ad-e, mint egy humán tanár, jobban meg tudna-e bízni benne, mint egy tanárban stb.). A következő blokkban olyan állításokat fogalmaztunk meg,

²³ RIESSMANN, Catherine Kohler: Narrative Methods for the Human Sciences. SAGE Publications, Thousand Oaks, California, 2008.

amelyek elképzelhetőségéről kellett nyilatkoznia a válaszadóknak (pl. számítógépes alkalmazás tart matematikaórát, nyelvvizsgahelyzetben egy robot értékeli a vizsgázót, MI intéz tanulmányi adminisztrációs ügyeket stb.). A záró blokkban rákérdeztünk, hogy a válaszadó diák különböző digitális kompetenciákat mennyire tart lényegesnek, illetve milyen időtávon tartja elképzelhetőnek, hogy a hazai iskolákban megjelenik az MI-alapú oktatás. Az interjúk tartalma hasonló volt, azzal az eltéréssel, hogy a félig strukturált interjúforma lehetővé tette a vélekedések, indoklások részletesebb feltárását, és a válaszok pedagógus-szakterületek szerinti differenciáltságának vizsgálatát. E tanulmányban kizárólag a négy fent megnevezett területtel kapcsolatos attitűdökre koncentrálnak az eredmények részletezésekor, számos aspektust (pl. a fogalmi háló feltérképezését, a nemi és a tantárgyak szerinti attitűdkülönbségeket stb.) figyelmen kívül hagyva.

DISZKUSSZIÓ

Felkészültség, meglévő tudás és tanulási hajlandóság

Amikor arról beszélünk, hogy a mesterséges intelligenciát miként lehetne és kellene integrálni a középiskolai oktatásba, akkor elengedhetetlen annak megbecslése, hogy az érintettek milyen mértékben felkészültek az új technológiák mindennapi használatára. Ezért megkérdeztük a résztvevőket, hogy mely digitális kompetenciaterületek a legfontosabbak számukra. A többség a számítógépek és a programok önálló és magabiztos használatát említette, például az online oktatási platformokat (Teams, Google Classroom, Redmenta). A technológiai tudás mellett kiemelt szempont a hozzáállás és a nyitottság az új ismeretek megszerzése iránt.

A pedagógusok oldalán kiemelkedik, hogy a 2020-as világjárvány óriási hatással volt az új technológiák elsajátításához való hozzáállásukra. A pedagógusok kivétel nélkül azt állították, hogy nem volt más választásuk, mint egyik napról a másikra áttérni az online platformokra. Ez a helyzet némileg elmosta az életkori korlátokat is. Sokan arról számoltak be, hogy – bár a személyes jelenlétet részesítik előnyben az órákon – a meglévő technológiai tudásuk hatalmasat fejlődött a karanténidőszak és az online tanulás során. Mind a tíz interjúalany úgy nyilatkozott, hogy a jövőben szívesen részt venne egy tanfolyamon vagy tréningen, hogy fejlesszék készségeiket, valamint alapvető ismereteket szerezzenek az MI oktatásban történő használatáról és adaptálásáról.

Létfontosságú, hogy a jövő munkavállalói, a diákok megfelelően felkészültek és tájékozottak legyen az automatizálással, a piaci lehetőségekkel és a biztonsági fenyegetésekkel kapcsolatban, ezáltal növelve karrierlehetőségeiket és a munkavállalói versenyképességüket.²⁴

²⁴ DIETZ Ferenc: A mesterséges intelligencia az oktatásban: kihívások és lehetőségek. *Scientia et Securitas*, 1. évfolyam 1. szám, 2020. pp. 54–63.
https://epa.oszk.hu/04500/04546/00001/pdf/EPA04546_scientia_et_securitas_2020_01_054-063.pdf;
letöltés: 2022.12.23.

A McKinsey kutatása²⁵ szerint a gépekkel történő hatékony kommunikációhoz felnőttkorban többek között programozásra, adatelemzésre, digitális készségek elsajátítására van szükség, a felnőttoktatásban pedig az elméleti és a gyakorlati képzést is a nagyvállalatokkal közösen kell fejleszteni. Az online felmérés három nyitott kérdést tartalmazott arról, hogy mit értenek a diákok MI, robotok és algoritmusok alatt. A válaszok azt mutatták, hogy a digitális bennszülöttek ismerik ezeket a kifejezéseket, és többnyire saját életükből tudnak rájuk közvetlen és konkrét példákat mondani.

A munkaerőpiac nagy léptékben fejlődik, és kezdi kihasználni a technológiai fejlődés előnyeit. Ennek a társadalmi fejlődésnek azonban az oktatási módszertanban is tükröződnie kell, hiszen a digitális bennszülöttek és az alfa generáció már eredendően beszéli a digitális világ nyelvét, míg a ma is működő oktatási rendszer és az elvárt tanterv sok szempontból egy régi korszak lenyomata a digitális korszak előttről.²⁶ A modernebb, szórakoztatóbb oktatás gyakorlati megoldásait innovatív MI-technológia támogathatja.

Nyitottság az MI-vel való együttműködésre

A nyitottság a mesterséges intelligenciával való együttműködésre és az ehhez kapcsolódó narratívák konkrét és gyakorlati szituációs kérdéseken keresztül tárultak fel. A tanulóknak helyzeteket kellett elképzelniük, és el kellett dönteniük, hogy mennyire tudják elképzelni ezeket a helyzeteket a valóságban:

1. A matematikaórát számítógépes algoritmus tartja.
2. Az idegennyelv-órát számítógépes algoritmus tartja.
3. Egy számítógép vagy „robot” idegen nyelven beszél hozzájuk.
4. A diák felveszi a kapcsolatot az MI-vel segítségért és tanácsért, ha elakad a tanulmányi ügyeiben.
5. Felveszi a kapcsolatot az MI-vel, ha tanulmányi ügyeket kell intéznie.
6. A magyarirodalom-órát számítógépes algoritmus tartja.

A matematikaórák esetében a válaszadók 24,7%-a tudja elképzelni, hogy számítógépes algoritmus tartja az órát, de a résztvevők 25,3%-a jelezte, hogy ezt nehéz elképzelnie.

²⁵ FINE, David – HAVAS András – HIERONIMUS, Solveigh – JÁNOSKUTI Levente – KADOCSA András – PUSKÁS Péter: Átalakuló munkahelyek, az automatizálás hatása Magyarországon. MCKINSEY and Company, Budapest, 2018.

<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Hungary/Our%20Insights/Transforming%20our%20jobs%20automation%20in%20Hungary/Automation-report-on-Hungary-HU-May24.ashx>; letöltés: 2022.12.23.

²⁶ PRENSKY, Marc: Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon, Volume 9, Issue 5, October 2001. pp. 1–6.

<https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>; letöltés: 2022.12.23.

Chen és Lee²⁷ azt találta, hogy a beágyazott emberi érzelemfelismerő rendszerek hasznosak lehetnek idegennyelv-tanulás során a szorongás csökkentésében. Az MI hatékony szorongáscsökkentő tényező lehet a nyelvtanításban, de feltehető a kérdés, hogy mi történik akkor, ha nemcsak a tanárnak adunk segédeszközt, hanem maga a tanár is egy MI-algoritmus, amely folyamatosan a tanulóhoz igazítja a feladatokat, ezáltal csökkenti a diákokban a szorongás érzését. A kutatásban részt vevő magyar diákok szerint ez elképzelhetetlen, és nem annyira szívesen beszélgetnének idegen nyelven egy MI-szoftverrel, mint egy humán ágenssel.

A következő két kérdés a csoportban arra vonatkozott, hogy a hallgatók mennyire tudják elképzelni, hogy kapcsolatba lépjenek egy mesterséges intelligenciával, ha segítségre vagy tanácsra van szükségük. A kitöltők 59,2%-a el tudja képzelni ezt. A válasz nem meglepő, hiszen a különféle hétköznapi szolgáltatásokhoz már beszélni tudunk chatbotokkal, ez akár virtuális asszisztensekkel is elképzelhető az iskolai adminisztrációs tevékenységek esetében. Az elfogadottság a tanulmányi ügyek esetében még magasabb volt: a válaszadók 76%-a el tudta képzelni ezt a lehetőséget.

A magyarirodalom-órával kapcsolatos kérdésre szkeptikus válaszok születtek. A válaszadók 77,8%-a egyáltalán nem, vagy csak nagyon nehezen, vagy alig tudja elképzelni, hogy számítógépes algoritmus vezesse az irodalomórát.

Az előző alfejezetből kiderült, hogy a tanárok akár egy MI-tanfolyamon is szívesen részt vennének, arról azonban megoszlanak a vélemények, hogy az MI milyen területeket tudná helyettesíteni őket a tanítás során. Annak ellenére, hogy a többség (10-ből 8) el tudta képzelni, hogy MI közreműködésével tartson órát, egyikük sem tudta elképzelni, hogyan nézne ki ez a való életben. Csak egyikük tudta elképzelni, hogy az MI önmagában is érdemjegyet adna a diákoknak, mivel szerintük nem lehet olyan igazságos, mint egy ember. Ennek ellenére mindegyikük adminisztratív és „mechanikus” feladatokat bízna az MI-re.

A Lu és Harris²⁸ által említett négy fő oktatási cél közül tehát az automatizálási feladatok, mint a jelenlét, az osztályozási feladatok és a tesztkérdések generálása a legnépszerűbbek a pedagógusok körében. Elterjedt vélemény, hogy a pedagógusok idejének és erőfeszítéseinek nagy részét adminisztratív feladatokra fordítják, amelyeket inkább speciális igényű vagy kiemelkedően tehetséges tanulókra fordítanának.

Az MI jövőbeni potenciálja az oktatásban

A valószínűséggel kapcsolatos véleményeket vizsgáló kérdésblokkban a következő kérdések szerepeltek:

²⁷ CHEN, Chih-Ming – LEE, Tai-Hung: Emotion recognition and communication for reducing second-language speaking anxiety in a web-based one-to-one synchronous learning environment. *British Journal of Educational Technology*, Volume 42, Issue 3, 2011. pp. 417–440.

²⁸ LU, Joyce J. – HARRIS, Laurie A.: *Artificial Intelligence (AI) and Education*. Congressional Research Service, Washington, 2018.
https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc1228526/m2/1/high_res_d/IF10937_2018Aug01.pdf;
letöltés: 2022.12.23.

Mennyire tartod valószínűnek, hogy egy MI-alkalmazás

- 1) tartja a tanórát?
- 2) korrepetál egy tantárgyból?
- 3) osztályozza a feleletedet, dolgozatodat?
- 4) „sűg” a számokérés során?
- 5) vizsgáztat, feleltet?
- 6) felvételiztet?
- 7) konkrét feladatokat old meg helyetted (pl. szöveges feladat értelmezése és megoldása)?

Az első kérdésre a résztvevők 56,5%-a a nagyon vagy a meglehetősen valószínűtlen választ adta. A korrepetálással kapcsolatban a résztvevők 50,3%-a nyilatkozott úgy, hogy ez teljesen vagy meglehetősen valószínűtlen. A harmadik kérdésnél a válaszok már eltolódtak a „valószínű” irányba. A résztvevők bizonyos mértékig (52,5%) valószínűnek tartották, hogy egy mesterséges intelligencia képes lesz osztályozni válaszaikat és téziseiket.

A számonkérés és az értékelés kérdésköre meglehetősen valószínűtlen (20,5%), illetve nagyon valószínűtlen (24,4%) számukra. A válaszok meglepőek lehetnek, de nem feledkezhetünk meg arról a gondolatról, hogy a dolgozat írott műfaj, miközben a vizsgák sikerét erősebben kötjük a vizsgáztatóhoz. A válaszok alapján a diákoknak nehéz elképzelniük, hogy valódi személy helyett MI tartson szóbeli feleltetést. A hatodik kérdésnél ugyanezzel a nehézséggel találkoztunk. A hallgatók 70,1%-a teljesen vagy meglehetősen valószínűtlennek tartja, hogy MI-t fogadjon el felvételiztetőként. A némileg valószínűbbet jelölő válaszadók 70%-a inkább azt szeretné, ha az MI helyettük oldana meg konkrét feladatokat, mintsem felvételiztesse őket és ítélkezzen a teljesítményük felett.

A kérdőívet kitöltő középiskolások több mint fele, 54,2%-a csak 10 év múlva vagy később tudja elképzelni a mesterséges intelligencia megjelenését az oktatásban. Őket követi az a 36,7%, akik 6–9 éven belül tartják ezt elképzelhetőnek. Összességében elmondható, hogy a kitöltők 90,9%-a legalább hatéves, sokan azonban csak tíz év utáni időtávban tudják elképzelni az MI-alapú oktatást a magyar oktatási intézményekben.

A kérdőív azt vizsgálja, hogy a tanulók mennyire félnek a változó munkaerőpiactól, illetve az MI miatti állásvesztéstől. Megosztotta a kitöltőket az az állítás, hogy az MI terjedésének következtében nem lesz munkájuk. A válaszadók 20,3%-a a kissé egyetértő lehetőséget választotta, és 16,2%-uk mondta azt, hogy teljesen egyetért. A válaszadók 14%-a nem tudott véleményt alkotni ebben a kérdésben, de a megkérdezett diákok összesen 46%-a attól tart, hogy aktív korában a mesterséges intelligencia elveheti a munkáját.

A tanárok meglehetősen vegyes válaszokat adtak az ilyen kérdésekre, hogy hogyan fog kinézni az oktatás jövője, mikor lesz a mesterséges intelligencia szerves része a közoktatásnak, félnek-e az MI-től. A résztvevők két fő csoportra oszthatók: míg az egyik felük azt feltételezi, hogy Magyarországon lehetetlen, hogy a mesterséges intelligencia a következő öt-tíz éven belül beépüljön a közoktatásba, addig mások szerint ez a technológiai fellendülés közelebb van, mint azt várják. Hangsúlyozni kell azonban, hogy egyikük sem gondolja – tudományterülettől függetlenül –, hogy egy tanárt teljes mértékben helyettesíthetne az MI. Ennek nem az a fő oka, hogy a mesterséges intelligencia nem lenne képes ugyanazokat a feladatokat ellátni, mint ők maguk, hanem az, hogy a személyes kapcsolatok kulcsfontosságúak mind a diákok, mind a tanárok számára. Ez volt az egyik fő tanulság, amelyet a járványhelyzet mindkét fél számára világosan megmutatott.

ÖSSZEGZÉS

Az eredmények szerint a tanároknak az a domináns narratívája az MI oktatásban betöltött szerepével kapcsolatban, hogy a személyük és a tanításban betöltött szerepük pótolhatatlan és kiválthatatlan. Ez bizonyos mértékig a tanulói narratívákban is megjelenik. A diákok zöme – paradox módon – egyértelműen elfogulatlanabb értékelőnek tartja a gépi intelligenciát, mint a pedagógusokat, ugyanakkor a tanulási, tanítási és általában a magyarázó tevékenységek terén elutasítóbbnak mutatkoznak az MI-vel szemben, azaz kevésbé szívesen vennének részt egy MI által tartott magyarórán vagy idegennyelv-órán, mint ugyanezek egy élő pedagógus vezetésével.

Mindkét csoport nagyobbik része egyértelműen a távoli jövőbe teszi e technológiák tanórai használatát. Eközben arra a nyitott kérdésre, hogy milyen MI-technológiák vesznek körbe minket a mindennapi életben, sokféle releváns választ tudnak adni, ami azt mutatja, hogy tisztában vannak a „való élet” és az iskolai intézményrendszer között feszülő technológiai különbségekkel. Míg a saját okostelefonjukban a gépi fordítótól a *social media* ajánló algoritmusokig sokféle gyenge MI működik, világosan érzékelik, hogy az iskolák módszertanába ezek az eszközök nem épülnek be. A diákok a mesterséges intelligenciát mindennapi életük részének tekintik, miközben arról számolnak be, hogy iskoláik intézményileg nem állnak készen e fejlesztések alkalmazására.

A diákok nyitottabbak a terjedő technológiákra, és tanáraikhoz képest magasabb szinten állnak a mesterséges intelligencia lehetőségeivel kapcsolatos tudatosságban, de ez nem életkori, hanem tapasztalati kérdés. Bár az MI-hez való viszonyulás kérdésében a differenciáló tényezők között – országos reprezentatív mérés alapján – kimutathatóan jelen van az életkor, a lakóhely és az iskolai végzettség,²⁹ a legjelentősebb tényező mégis az MI-vel kapcsolatos előzetes tapasztalat, az ismerősség, a kipróbáltság. Minél nyitottabb valaki az új technológiákra, annál nagyobb valószínűséggel viszonyul pozitívan, de legalábbis nyitottan az MI oktatási alkalmazásához.

²⁹ BOKOR Tamás: Individuumok és álindividuumok az interneten. Reflexiók a digitális nomádok Janus-arcú közegéről. *Információs Társadalom*, XXI. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 73–87. <https://infars.infonia.hu/pub/infars.XXI.2021.1.3.pdf>; letöltés: 2022.12.23.

Egészen más társadalmi problémákkal szembesülnek azok a diákok, akik most középiskolások, vagy utánuk lépnek be a magyar oktatási rendszerbe, mint az előttük álló generáció. Új munkahelyek jönnek létre, egyes szakmák változnak vagy eltűnnek, hiszen a digitalizáció és a robotizáció jelentős mennyiségű emberi munkát vált ki. Ez új kihívások elé állítja oktatási intézményeinket, amelyek már nemcsak az általános műveltség és a tananyag átadásáért felelősek, hanem az új generáció kompetenciáinak a fejlesztéséért is. Ezek a kompetenciák ki kell, hogy terjedjenek az ember-gép interakciók új, a korábbinál sokkal inkább szimmetrikus formáinak tudatosítására: az MI ismeretelméletére, etikájára, az MI-jogra és más, technológiaiinvariáns MI-ismereti szempontokra.

Ki kell emelni, hogy a koronavírus-járvány és az online tanulás hogyan változtatta meg a pedagógusok gondolkodásmódját. Pozitív hatásként kulcsfontosságú a nyitottságuk és a hajlandóságuk az új technológiák felhasználói szintű elsajátítására. Legyen szó azonban bármilyen fejlett technológiáról, a középiskolások és tanáraik közötti generációs szakadék ilyen értelemben kisebb, mint gondoltuk. Nyilvánvalónak látszik, hogy a személyes kapcsolatokat, érzelmeket és közös tapasztalatokat nem helyettesítheti az MI. A diákok számítanak tanáraikra, és a tanároknak is szükségük van a diákjaikra. A mesterséges intelligencia magyarországi közoktatásban történő szisztematikus bevezetésekor a következő szempontokat kell figyelembe venni: megtalálni az utat a személyesség és az „intimitás” beemelésére az online tanulásba, és felkészíteni az iskolákat a megfelelő technológiai eszközök implementációjára.

A közeljövőben elkerülhetetlenül meg kell hozni bizonyos fontos közpolitikai döntéseket a mesterséges intelligenciának a közoktatásban történő etikus, jogszerű és szisztematikus bevezetése kapcsán, áthidalva a szakadékot a tanulók és az iskolák valósága között, és ezt a kérdést minél előbb érdemes bevonni a tanárképzésbe is.

IRODALOMJEGYZÉK

AKMAN, Emrah – ÇAKIR, Recep: Pupils' Opinions on an Educational Virtual Reality Game in Terms of Flow Experience. *iJET*, Vol. 14, No. 15, 2019. pp. 121–137.
<https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/10576>; letöltés: 2022.12.23.

AL-ZYOUN, Hashem Mahmoud Muslim: The Role of Artificial Intelligence in Teacher Professional Development. *Universal Journal of Educational Research*, Vol. 8, No. 11B, 2020. pp. 6263–6272.
<https://pdfs.semanticscholar.org/ad43/237f34b16f959f463a93f6ef3f67684386b4.pdf>;
letöltés: 2022.12.23.

ALYAHYAN, Eyman – DÜŞTEGÖR, Dilek: Predicting Academic Success in Higher Education Literature Review and Best Practices. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, Volume 17, Issue 3, 2020.
<https://d-nb.info/1209754274/34>; letöltés: 2022.12.23.

BOKOR Tamás – KOLLÁNYI Bence – PÁLVÖLGYI Eszter – SÁGVÁRI Bence: Mi és az MI. Értékek, attitűdök, bizalmi kérdések a mesterséges intelligenciáról a magyar társadalomban. Kutatási jelentés. Társadalomtudományi Kutatóközpont, Budapest, 2021.
https://milab.tk.hu/uploads/files/MI_survey_report_final_doc.pdf; letöltés: 2022.12.23.

- BOKOR Tamás: Humán online társadalmi kommunikáció. Doktori értekezés. Pécsi Tudományegyetem, Pécs, 2012.
http://www.communicatio.hu/doktoriprogramok/kommunikacio/belso/abszolutoriumelottutan/2012/bokor_tamas/bokor_tamas_disszertacio.pdf; letöltés: 2022.12.23.
- BOKOR Tamás: Individuumok és állandó individuumok az interneten. Reflexiók a digitális nomádok Janus-arcú közegéről. *Információs Társadalom*, XXI. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 73–87.
<https://infars.infonia.hu/pub/infars.XXI.2021.1.3.pdf>; letöltés: 2022.12.23.
- BONAMI, Beatrice – PIAZENTINI, Luis – DALA-POSSA, André: Education, Big Data and Artificial Intelligence: Mixed methods in digital platforms. *Comunicar*, Volume 28, Issue 65, 2020. pp. 43–52.
<http://eprints.rclis.org/40892/1/c6504en.pdf>; letöltés: 2022.12.23.
- BOZKURT, Aras – KARADENIZ, Abdulkadir – BANERES, David – GUERRERO-ROLDÁN, Ana Elena – RODRÍGUEZ, M. Elena: Artificial intelligence and reflections from educational landscape: A review of AI studies in half a century. *Sustainability (Switzerland)*, Volume 13, Issue 2, 2021. pp. 1–16.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/800>; letöltés: 2022.12.23.
- CHEN, Chih-Ming – LEE, Tai-Hung: Emotion recognition and communication for reducing second-language speaking anxiety in a web-based one-to-one synchronous learning environment. *British Journal of Educational Technology*, Volume 42, Issue 3, 2011. pp. 417–440.
- CHIU, Thomas K. F. – CHAI, Ching-Sing: Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, Volume 12, Issue 14, 2020.
https://www.researchgate.net/publication/342863751_Sustainable_Curriculum_Planning_for_Artificial_Intelligence_Education_A_Self-Determination_Theory_Perspective; letöltés: 2022.12.23.
- COPE, Bill – KALANTZIS, Mary – SEARSMITH, Duane: Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*, Volume 53, Issue 1, 2020. pp. 1229–1245.
https://www.researchgate.net/publication/339344386_Artificial_intelligence_for_education_Knowledge_and_its_assessment_in_AI-enabled_learning_ecologies; letöltés: 2022.12.23.
- DAI, Yung – CHAI, Ching-Sing – LIN, Pei-Yi – JONG, Morris Siu-Yung – GUO, Yanmei – QIN, Jianjun: Promoting Students' Well-Being by Developing Their Readiness for the Artificial Intelligence Age. *Sustainability*, Volume 12, Issue 16, 2020.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/16/6597>; letöltés: 2022.12.23.
- DE GHOSH, Ishita – GHOSH, Satrajit: Blending of Traditional System and Digital Pedagogy: An Indian Perspective. *Intelligent Systems Reference Library*, Volume 197, 2021. pp. 203–217.
- DIETZ Ferenc: A mesterséges intelligencia az oktatásban: kihívások és lehetőségek. *Scientia et Securitas*, 1. évfolyam 1. szám, 2020. pp. 54–63.
https://epa.oszk.hu/04500/04546/00001/pdf/EPA04546_scientia_et_securitas_2020_01_054-063.pdf; letöltés: 2022.12.23.
- FARR, William – YUILL, Nicola – HINSKE, Steve: An augmented toy and social interaction in children with autism. *International Journal of Arts and Technology*, Volume 5, Issue 2-3-4, 2012. pp. 104–125.
<https://vs.inf.ethz.ch/publ/papers/hinske2012.pdf>; letöltés: 2022.12.23.

- FINE, David – HAVAS András – HIERONIMUS, Solveigh – JÁNOSKUTI Levente – KADOCSA András – PUSKÁS Péter: Átalakuló munkahelyek, az automatizálás hatása Magyarországon. MCKINSEY and Company, Budapest, 2018.
<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Hungary/Our%20Insights/Transforming%20our%20jobs%20automation%20in%20Hungary/Automation-report-on-Hungary-HU-May24.ashx>; letöltés: 2022.12.23.
- HE, Yulan – HUI, Siu C., – QUAN, Tho T.: Automatic summary assessment for intelligent tutoring systems. *Computers & Education*, Volume 53, Issue 3, 2009. pp. 890–899.
- HENRIE, Curtis R. – HALVERSON, Lisa R. – GRAHAM, Charles R.: Measuring student engagement in technology-mediated learning: A review. *Computers & Education*, Volume 90, 2015. pp. 36–53.
https://www.researchgate.net/publication/282135287_Measuring_Student_Engagement_in_Technology-Mediated_Learning_A_Review; letöltés: 2022.12.23.
- HOHENSTEIN, Jess – JUNG, Malte: AI as a moral crumple zone: The effects of AI-mediated communication on attribution and trust. *Computers in Human Behavior*, Volume 106, 2020.
https://www.researchgate.net/publication/337134121_AI_as_a_moral_crumple_zone_The_Effects_of_AI-mediated_communication_on_attribution_and_trust; letöltés: 2022.12.23.
- JAYASHANKAR, Shailaja – SRIDARANN, R.: Superlative model using word cloud for short answers evaluation in eLearning. *Education and Information Technologies*, Volume 22, Issue 5, 2017. pp. 2383–2402.
- KIM, Jihyun – MERRILL, Kelly Jr. – XU, Kun – SELLNOW, Deanna D.: My Teacher Is a Machine: Understanding Students' Perceptions of AI Teaching Assistants in Online Education. *International Journal of Human-Computer Interaction*, Volume 36, Issue 20, 2020. pp. 1902–1911.
<https://xkunnet.github.io/publications/Kim%20et%20al.%202020.pdf>; letöltés: 2022.12.23.
- KRECHETOV, Ivan – ROMANENKO, Vladimir: Implementing the adaptive learning techniques. *Voprosy Obrazovaniya*, Volume 2, 2020. pp. 252–277.
https://www.researchgate.net/publication/342326268_Implementing_the_Adaptive_Learning_Techniques; letöltés: 2022.12.23.
- KURZWEIL, Raymond: *The Singularity is Near*. Viking Books, New York, 2005.
- LAWSON, Alyssa – MAYER, Richard – ADAMO-VILLANI, Nicoletta – BENES, Bedrich – LEI, Xingyu – CHENG, Justin: Do Learners Recognize and Relate to the Emotions Displayed By Virtual Instructors? *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Volume 31, Issue 1, 2021. pp. 134–153.
https://www.cs.purdue.edu/cgvlab/www/resources/papers/Alyssa-International_Journal_of_Artificial_Intelligence_in_Education-2021-Do_Learners_Recognize_and_Relate_to_the_Emotions_Displayed_By_Vi.pdf; letöltés: 2022.12.23.
- LIPPERT, Anne – SHUBECK, Keith – MORGAN, Brent – HAMPTON, Andrew – GRAESSER, Arthur: Multiple Agent Designs in Conversational Intelligent Tutoring Systems. *Technology, Knowledge and Learning*, Volume 25, 2019. pp. 443–463.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED616902.pdf>; letöltés: 2022.12.23.

- LU, Joyce J. – HARRIS, Laurie A.: Artificial Intelligence (AI) and Education. Congressional Research Service, Washington, 2018.
https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc1228526/m2/1/high_res_d/IF10937_2018Aug01.pdf; letöltés: 2022.12.23.
- LUTTRELL, Regina – WALLACE, Adrienne – MCCOLLOUGH, Christopher – LEE, Jiyoung: The Digital Divide: Addressing Artificial Intelligence in Communication Education. *Journalism and Mass Communication Educator*, Volume 75, Issue 4, 2020. pp. 470-482.
- NOORBEHBAHANI, Fakhroddin – KARDAN, Ahmad A.: The automatic assessment of free text answers using a modified BLEU algorithm. *Computers & Education*, Volume 56, Issue 2, 2011. pp. 337–345.
- NOVAK, Matija – JOY, Mark – KERMEK, Dragutin: Source-code Similarity Detection and Detection Tools Used in Academia. *ACM Transactions on Computing Education*, Volume 19, Issue 3, 2019. pp. 1–37.
- PRENSKY, Marc: Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, Volume 9, Issue 5, October 2001. pp. 1–6.
<https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>; letöltés: 2022.12.23.
- REICH-STIEBERT, Natalia – EYSSEL, Friederike – HOHNEMANN, Charlotte: Involve the user! Changing attitudes toward robots by user participation in a robot prototyping process. *Computers in Human Behavior*, Volume 91, February 2019. pp. 290–296.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563218304825>;
letöltés: 2022.12.23.
- RIESSMANN, Catherine Kohler: *Narrative Methods for the Human Sciences*. SAGE Publications, Thousand Oaks, California, 2008.
- SOUALAH-ALILA, Fayrouz – MENDES, Florence – NICOLLE, Christophe: A Context-Based Adaptation in Mobile Learning. *IEEE Computer Society Technical Committee on Learning Technology*, Volume 15, Issue 4, October, 2013.
https://www.academia.edu/14964571/A_Context_Based_Adaptation_In_Mobile_Learning;
letöltés: 2022.12.23.
- WANG, Shanyong – YU, Haotian – HU, Xianfeng – LI, Jun: Participant or spectator? Comprehending the willingness of faculty to use intelligent tutoring systems in the artificial intelligence era. *British Journal of Educational Technology*, Volume 51, Issue 5, September 2020. pp. 1657–1673.
<https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/toc/14678535/2020/51/5>; letöltés: 2022.12.23.
- XU, Ying – WANG, Dakuo – COLLINS, Penelope – LEE, Hyelim – & WARSCHAUER, Mark: Same benefits, different communication patterns: Comparing Children's reading with a conversational agent vs. a human partner. *Computers and Education*, Volume 161, February 2020.
<https://escholarship.org/content/qt7544r8x5/qt7544r8x5.pdf?t=q40m3>; letöltés: 2022.12.23.

MÁRTON ANDRÁS

FELFORGATÓ TECHNOLÓGIÁK AZ ENERGIAIPARBAN

BEVEZETÉS

A 20. század végének és a 21. századnak az egyik legnagyobb célkitűzése lett a fenntartható fejlődés, miután az emberiség ráébredt a korábbi globális piaci verseny és az anyagi jólét maximalizálására törekvő fogyasztói magatartás fenntarthatatlanságára. A globális klímaváltozás nem elhanyagolható mértékben antropogén eredetű (ipar, közlekedés, hulladékkeletkezés), aminek fő (civilizációs) mozgatórugói az ipari forradalom és a népességrobbanás. Rájöttünk, hogy ha a rohamosan növekvő népesség olyan ütemben használja fel a Föld erőforrásait és bocsátja ki a szennyező anyagokat és hulladékot, mint az elmúlt 100 évben, akkor belátható időn belül ellehetetlenítjük a jövő generációit attól, hogy saját szükségleteiket kielégítsék. Ennek a magatartásnak a megváltoztatására alkották meg a fenntartható fejlődés koncepcióját.¹

A fenntartható fejlődésnek kiemelt terepe az energiaipar, a biztonságos energiaellátás, a diverzifikált és lehetőség szerint független energiaportfólió. Az ENSZ fenntartható fejlődési céljai (Sustainable Development Goals, röviden SDG), az Európai Unió stratégiái és azokhoz illeszkedve a magyar stratégiák is számos célt és fejlesztési pontot határoznak meg az energetikával kapcsolatban. Ezzel párhuzamosan az operatív programok, a nemzeti és a nemzetközi támogatások (pályázati kiírások) is számos esetben kisebb vagy nagyobb szintű energetikai rendszerek, hálózatok fejlesztésére irányulnak.

Az elektrifikációs és digitalizációs trendek különösen felerősítik az energetika jelentőségét. Ebben a tanulmányban azonban nem a fokozatos fejlesztések és a már meglévő trendek, hanem az ugrásszerű fejlődés lehetőségét magukban foglaló technológiák, innovációk állnak a középpontban.

A kutatás célja a különböző felforgató technológiák – köztük a mesterséges intelligencia (MI) – azonosítása az energiaiparban globálisan, valamint azok magyarországi hasznosítási lehetőségei. A cél teljesítése kvalitatív, feltáró jellegű szakértői előrejelzés készítését követeli meg. A kutatás jellege és a 8–10 éves időhorizont miatt különösen indokolt a jövőorientált gondolkodás és a jövőkutatási megközelítés mind a szemlélet, a fogalomhasználat, mind pedig a módszertan tekintetében.

A fentiek alapján kutatási kérdésem, amelyet ezzel a tanulmánnyal megválaszolni igyekszem, a következőképpen fogalmazható meg: milyen felforgató technológiák elterjedése várható 2030-ig az energiaiparban globálisan, és ezek közül melyek megjelenésére lehet számítani Magyarországon?

¹ Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Oxford University Press, Oxford, 1987.
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>; letöltés: 2022.10.14.

A kutatási kérdés megválaszolása összetett módszertant igényel. Az általános globális trendek feltárását a témakörhöz kapcsolódó szakirodalmak kritikai elemzésével végzem el, a technológiák magyarországi elterjedésének előrejelzéséhez pedig hazai szakértőkkel szervezett workshopok, konferenciák és szakértői nyilatkozatok elemzésével jutok el. A vizsgálataim eredményét, azaz a várhatóan betörő technológiákat trendként, gyenge jelként vagy szabadkártyaként csoportosítom, ami a döntéshozók számára iránymutatást adhat a figyelemre méltó és a hazánk szempontjából kevésbé releváns technológiák figyelésére, támogató politikák és stratégiák kidolgozására.

A tanulmány elméleti megalapozással kezdődik, amelyben rendszerezem az általam használt jövőkutatási, innovációs és technológiai fogalmakat. A következő rész a szakirodalmi áttekintést és elemzést tartalmazza, amelyben részben összefoglaló (ún. review) típusú, részben egy-egy technológiát részletesen bemutató tudományos publikációkat vizsgálok. A publikációk javarészt a globális technológiai trendeket és innovációkat mutatják be, a hazai perspektíva megismeréséhez tehát az ezt követő fejezetben a Magyarországon megrendezett, témába illő workshopok és konferenciák szakértői előadásait, nyilatkozatait összegzem. A tanulmány összefoglaló fejezettel és irodalomjegyzékkel zárul.

ELMÉLETI MEGALAPOZÁS

Mint a bevezetőben is bemutatam, a tanulmány alapját képező kutatásommal az energiaiparban azonosítható és előrejelezhető felforgató technológiákat kívánom feltárni a megfelelő szakirodalmak és szakértői vélekedések összegzésével. Ahhoz, hogy ezeket a megfelelő ismereteket rendszerezni tudjam, szükséges az elméleti keretrendszer előkészítése, valamint a fogalmi tér meghatározása. A szakértői előrejelzés keretrendszerét és fogalmi terét olyan megközelítésben célszerű felállítani, hogy választ adjon arra, hol helyezkednek el a felforgató technológiák az innováció és a jövőkutatás mint két nagyobb érintett tématerület metszetében.

Az innovációról röviden

A gazdaságtudományban az innováció fejezi ki az újítás tényét vagy lehetőségét a vállalatoknál és általában a gazdaságban, de emellett léteznek társadalmi, környezeti és egyéb innovációk is (lásd pl. az evolúciót). Gazdaságtudományi megközelítésben innováció alatt az alábbiakat értjük:²

- új termék;
- új eljárás;
- új piac (értékesítés új helye);
- új beszerzési forrás;
- új szervezet.

² SCHUMPETER, Joseph A.: A gazdasági fejlődés menete. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1980.

Miként jelenhetnek meg az áttörő technológiák ebben az innovációs rendszerben? Jellege miatt a technológiai fejlődés leginkább az „új termék” kategóriában játszhat döntő szerepet, de az imént felsorolt alapvető innovációs formák mindegyikében megjelenhet, sőt a tudományos és a műszaki fejlődés az innováció kiváltója is lehet.³

Moore⁴ szerint a piac (vagy a termék, a szolgáltatás) életciklusának függvényében kell kiválasztani a megfelelő innovációmenedzsment-eszközöket és -eljárásokat, amelyek közül döntően a kezdeti szakaszban (korai piac) merül fel a radikális technológiai újítások, a K+F, illetve a megbontó innovációk szerepe. Természetesen a K+F és az innováció az adott termék, a szolgáltatás, a vállalat vagy a piac életciklusában a későbbiekben is szerepet kaphat, de az esetek döntő többségében ott már inkább új eljárás, piac, beszerzési forrás vagy szervezeti átalakulás képében (a meglévő technológiára építkezve), vagy – technológiai fejlődés esetén – csak fokozatos (inkrementális) innováció formájában.

Az innovációs szakirodalom alapján tehát a felforgató technológiák a korai piac szakaszában jutnak szerephez megbontó innovációkként. A megbontó innovációk áttörő jellege vagy normál változási ütemet, de nagy hatást, vagy pedig gyors ütemet takar. A megbontó innovációk számos formában megjelenhetnek: a piac vagy az üzleti modellek felforgatása, a szabályozás felforgatása, a szereplők és a hálózataik áttörése, az üzleti magatartás, a gyakorlat és a kultúra felforgatása.⁵

Az érintett jövőkutatási fogalmak áttekintése

A jövőkutatás nem igazán széles körben ismert tudomány, viszont a felforgató technológiák jövőbeli kibontakozása szempontjából lényeges a fogalmainak az ismerete, ezért az elméleti megalapozás részeként röviden bemutatom e tudomány alapjait.

A jövőkutatás a jövőbeli folyamatok, események, illetve a jövővel kapcsolatos várakozásaink feltárásával, előrejelzésével foglalkozó multidiszciplináris társadalomtudomány, amelynek tárgyai a még le nem zajlott folyamatok, még létre nem jött kapcsolatok, még ki nem alakult állapotok, valamint ezek kölcsönös összefüggései.⁶ A jövőkutatás legfőbb célja a minőségileg új jövők felvázolása,

³ HOFFER Ilona – IVÁNYI Attila Szilárd: Gondolatok az innováció működési mechanizmusáról. *Vezetéstudomány*, 39. évfolyam 4. szám, 2008. pp. 51–55.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2008.04.05>; letöltés: 2022.10.11.

⁴ MOORE, Geoffrey A.: Darwin and the Demon – Innovating Within Established Enterprises. *Harvard Business Review*, Volume 82, Issue 7-8, July 2004. pp. 86–92.
<https://hbr.org/2004/07/darwin-and-the-demon-innovating-within-established-enterprises>;
letöltés: 2022.12.10.

⁵ KIVIMAA, Paula – LAAKSO, Senja – LONKILA, Annika – KALJONEN, Minna: Moving beyond disruptive innovation: A review of disruption in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Volume 38, March 2021, pp. 110–126.
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.12.001>; letöltés: 2022.11.26.

⁶ HIDEG Éva – KOROMPAI Attila – KOVÁCS Géza – NOVÁKY Erzsébet: *Jövőkutatás*. Aula, Budapest, 1999.

valamint (főleg komplex előrejelzéseknél) azoknak az érintetteknek a bevonása a jövőfeltárásba, akiknek a jövőjéről kutatást végzünk.⁷

A jövőkutatás eszköztárába tartoznak más tudományterületekről átvett előrejelzési módszerek (pl. matematikai-statisztikai módszerek, kérdőíves felmérés, Delphi-kérdőívezés), de jövőkutatók alkottak saját módszereket is (pl. jövőfeltáró műhelyek, jövőkereső konferenciák, jövőfürkészés). A magyar jövőkutató tudósok is kivették részüket a jövőkutatás mint tudomány és módszertana fejlesztésében,⁸ amely – az egész világon zajló folyamatoknak megfelelően – az egzaktabb matematikai-statisztikai módszerek irányából elmozdult a kvalitatívabb jellegű, komplex részvételi módszerek irányába. Utóbbira jó példa a komplex módszertanú jövőfürkészés, amelynek első hazai alkalmazása – társkutatókkal közösen – e tanulmány szerzőjéhez is kötődik.⁹

A jövőkutatásnak a trendek és azok további folytatódása mellett fontos eleme azoknak a tényezőknek, faktoroknak a feltárása is, amelyek alapvetően befolyásolhatják a meglévő trendek alakulását vagy újak kibontakozását. Ezekre a jövőkutatási szakirodalom különböző elnevezéseket használ, attól függően, hogy milyen bekövetkezési valószínűség és milyen hatás rendelhető hozzájuk, és hogy mennyire meglévő vagy mennyire jövőben várható eseményről, változásról van szó.

A trend jövőkutatási fogalma megegyezik a statisztikai fogalommal, a múltban gyökerező, jelenünkben is jól követhető fejlődési pályán mozgó folyamatot értünk alatta. A gyenge jel egy olyan környezeti jel (esemény, folyamat, változás), amely a jelenben még strukturálatlan, nehezen azonosítható, akár jelentéktelennek tűnő, de a jövőben trenddé fejlődhet és jelentős változásokat hozhat.¹⁰ A gyenge jel lényegében a potenciális jövőbeli trendek nagyon korai előjeleiként értelmezhető. A szabadkártya pedig azon kis bekövetkezési valószínűségű jövőbeli eseményeket jelöli, amelyek – ha mégis bekövetkeznek – a jelenlegi struktúrákban drasztikus változásokat hoznak.¹¹ Egy megvalósuló szabadkártyából is fejlődhet ki később trend, de míg a gyenge jelek nagyobb valószínűséggel következnek be, a szabadkártyák előfordulása (definíció szerint) ritkább és meghatározóbb.

⁷ A jövőkutatást a magyar és az angol szakirodalomban is többféle néven használják: jövőkutatás, futurológia, előrejelzés, illetve futures research, futures studies, futures field stb. Ebben a tanulmányban az elnevezések között nem teszünk különbséget.

⁸ NOVÁKY Erzsébet – KRISTÓF Tamás: A comprehensive review of Hungarian futures studies in light of international journal articles. *European Journal of Futures Research*, Volume 10, Issue 14, 2022. <https://doi.org/10.1186/s40309-022-00201-x>; letöltés: 2022.12.30.

⁹ HIDEG Éva – MIHÓK Barbara – GÁSPÁR Judit – SCHMIDT Péter – MÁRTON András – BÁLDI András: Assessment in horizon scanning by various stakeholder groups using Osgood's semantic differential scale – A methodological development. *Futures*, Volume 126, February 2021. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102677>; letöltés: 2022.11.04.

¹⁰ MENDONÇA, Sandro – CARDOSO, Gustavo – CARAÇA, João: The strategic strength of weak signal analysis. *Futures*, Volume 44, Issue 3, April 2012. pp. 218–228. https://www.researchgate.net/publication/251724953_The_strategic_strength_of_weak_signal_analysis; letöltés: 2022.11.18.

¹¹ PETERSEN, John L.: *Out of the Blue: How to Anticipate Big Future Surprises*. Madison, Lanham, 1999.

A gyakorlatban sem a gyenge jel, sem a szabadkártya nem korlátozódik le emberi cselekvésre vagy technológiára: egy természeti katasztrófa is lehet szabadkártya, vagy gyenge jel például a távmunka és a távoktatás elterjedése (bizonyos előnyeik miatt), ami fel is erősödött a koronavírus-járvány alatt. Ebből is látható, hogy a távmunka és a távoktatás elterjedéséhez, valamint a társadalmat és a gazdaságot átalakító, ma már jelentősnek mondható erejéhez kellett a megfelelő technológiai háttér és felhasználói tudás is.

Az új technológiák az innovációhoz hasonlóan a jövőkutatás felfogásában is részei lehetnek a „csendes mederben” folytatódó jövőnek (trendként, inkrementális fejlesztéseként), de a felforgató technológiák az ember által teremtett jövőben (amelyben sok változás figyelhető meg)¹² inkább gyenge jelnek vagy szabadkártyának minősülnek. Példán keresztül könnyebben megragadható ez a csoportosítás: a számítógépek számítási kapacitásának növekedése (lásd Moore törvénye) trend, a kvantumszámítógépek megjelenése a piacon gyenge jel, az emberi tudat digitalizálása (totális transzhumanizmus)¹³ a belátható jövőben pedig inkább szabadkártyának tekinthető.

A felforgató technológiák alatt a kutatásomban alkalmazott elméleti megközelítésben tehát elsősorban olyan megbontó innovációkat értek, amelyek gyenge jelként vagy szabadkártyaként jelentősen befolyásolhatják az energiaipar jövőjét. A továbbiakban – a szakirodalom kritikai elemzésénél és a szakértői vélekedések vizsgálatánál – ebben a fogalmi keretrendszerben értelmezem az előrejelzéseket.

A SZAKIRODALOMBAN FELBUKKANÓ FELFORGATÓ ENERGIaipari Technológiák

Az alábbi fejezetben a széles körben áttekintett szakirodalmak eredményeit mutatom be, amelyeket kritikai elemzésnek vettem alá, és rendszerezem az eredményeket aszerint, hogy trendről, gyenge jelről vagy szabadkártyáról beszélünk.

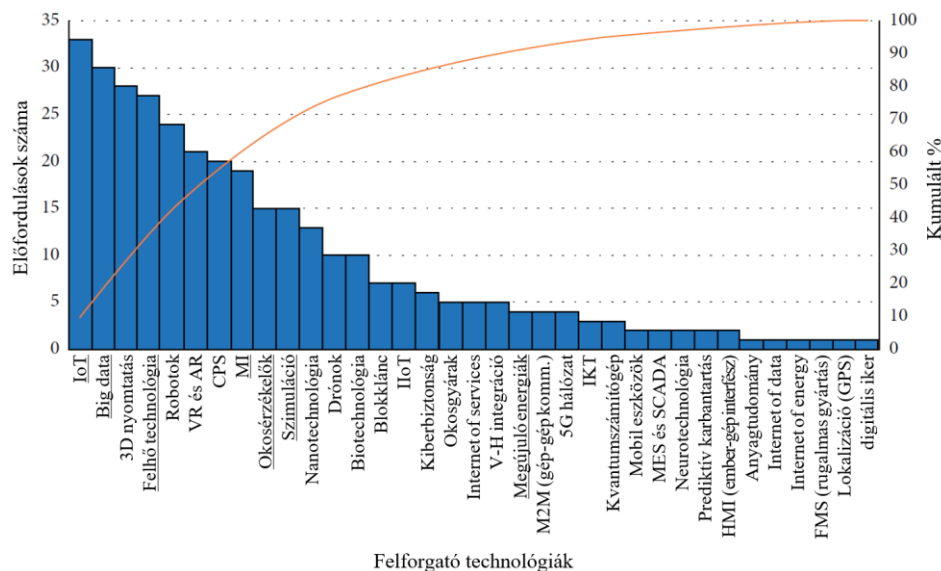
A fejezetet alfejezetekre bontom: önálló alfejezetként írok a kutatás kiemelt fókuszterületének tekintett mesterséges intelligencia megjelenéséről az energiaiparban, valamint a szakirodalmak alapján azonosított nagyobb technológiai kihívásokról, azaz a moduláris erőművekről, a fúziós energiáról és az energiatárolásról. Egy külön alfejezet szól egyéb olyan felforgató technológiákról, amelyek kisebb átfedésben lehetnek az energiaszektorral, de a tanulmányban mindenképpen említést érdemelnek.

¹² NOVÁKY Erzsébet: Jövőkutatás és felelősség. Magyar Tudomány, 167. évfolyam 9. szám, 2006. pp. 1090–1098.
<http://www.matud.iif.hu/2006-09.pdf>; letöltés: 2022.10.08.

¹³ Totális transzhumanizmus alatt itt az emberi tudat digitalizálását, valamint az ember biológiai szervezetének mellőzését értem.

Mesterséges intelligencia az energiaszektorban

Bongomin és kollégái¹⁴ kiterjedt szakirodalmi elemzést végeztek az Ipar 4.0-ban megjelenő felforgató technológiákról, amelyek nagy része köthető e technológiák energiaipari megjelenéséhez is (1. ábra). Az ábrán látható számos felforgató technológia részben átfedésben van egymással, de az energiaipar szempontjából ebben a tanulmányban nem releváns a szigorú megkülönböztetésük, ezért ezeket csoportosítva (lásd az aláhúzott technológiák), valamint saját gyűjtés alapján újabakkal kiegészítve elemzem ebben a fejezet részben.



1. ábra. A felforgató technológiák előfordulása az Ipar 4.0 szakirodalmában

Szerkesztette: Márton András

A mesterséges intelligencia alkalmazásával kapcsolatban (mint sok más új technológia esetében is) meghatározó, hogy mennyire ismerik az emberek, mennyire hajlandók elfogadni, és mennyire nyitottak a használatukra. Felmérések¹⁵ szerint az MI-megoldásokkal leginkább a vállalati döntéshozók és tulajdonosok, az egyetemi végzettségűek és a magasabb jövedelmű rétegek vannak tisztában (70–75% között), egyben közülük kerülnek ki többen (50%) az MI-technológiát használó cégekben megbízó egyének is. Ugyanakkor érdemes megemlíteni, hogy a fejlődő országok körében jellemzőbb az, hogy az MI-t jobban ismerik, bíznak az MI-t használó

¹⁴ BONGOMIN, Ocident – OCEN, Gilbert Gilibrays – NGANYI, Eric Oyondi – MUSINGUZI, Alex – OMARA, Timothy: Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0. Journal of Engineering, Volume 2020.

<https://doi.org/10.1155/2020/4280156>; letöltés: 2022.10.24.

¹⁵ Global opinions and expectations about Artificial Intelligence: A Global Advisory survey. Ipsos, January 2022.

<https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2022-01/Global-opinions-and-expectations-about-AI-2022.pdf>; letöltés: 2022.08.25.

vállalatokban, illetve bíznak abban is, hogy az MI-n alapuló termékek és szolgáltatások jobbra fogják tenni az életüket (főleg az oktatás, a szórakozás, az utazás, az otthoni szolgáltatások és a vásárlások terén). Ez a Nyugaton (és Magyarországon) ma még kissé bizalmatlan hozzáállás, illetve a jövőre vonatkozó derülítő laikus várakozások az MI-vel kapcsolatban azt erősítik, hogy ez a technológia általánosságban gyenge jelként azonosítható még akkor is, ha tudatosítjuk magunkban, hogy már ma is sok napi használatú digitális eszközünkbe és alkalmazásunkba beépül a mesterséges intelligencia. (Vagyis közel áll ahhoz, hogy még több alkalmazási területen trenddé fejlődjön.)

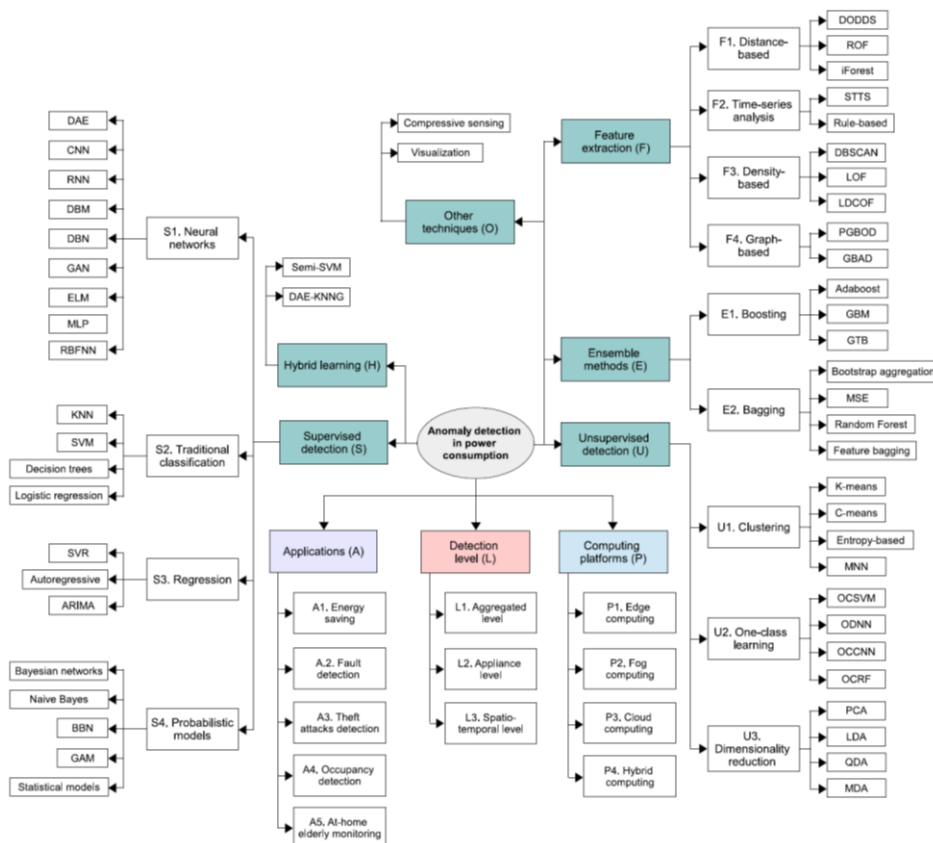
Ha az emberi tényezőtől függetlenül magát a technológiát vizsgáljuk, akkor elmondható, hogy az MI-t az energiaszektor három területén lehet hasznosítani: a rendszerkonfiguráció optimalizálásában, az okos energiamenedzsmentben (rendszerirányítás), valamint a paraméterbecsléseknél – a rendszer állapotának minél pontosabb és adaptív monitorozása és előrejelzése érdekében.¹⁶ Más megfogalmazásban az MI szerepe a hatékonyságra, az ellenőrzésre és az előrejelzésre összpontosul,¹⁷ ami széles körű és magas felelősségi szintű alkalmazást jelent. Több szócikk és tanulmány tételesen felsorolja azokat az MI-szoftvereket, amelyek egyik vagy másik területen használhatók. Ezek felsorolását a tanulmányban mellőzöm, a technológia sokrétűsége a szoftverek számában és a felhasználásban azonban nagyon jól kirajzolódik a 2. ábrán, amely az energiafelhasználási anomáliák előrejelzésére alkalmazható MI-szoftvereket rendszerezi.

Az energetikai vállalatoknál nagy mennyiségű adat képződik (Big Data), ami egyben a hatékony MI-alapú megoldások, így az okoshálózati infrastruktúra alapja és egyik legfontosabb kiindulási feltétele.¹⁸ Ahhoz azonban, hogy az energetikai cégek az MI-ben rejlő legtöbb potenciált hatékonyan ki tudják használni, más feltételeknek is eleget kell tenniük. Ezek a megfelelő, MI-t támogató vezetői képességek, naprakész hálózati infrastruktúra, decentralizált és diverzifikált energiaportfólió, résztvevői mechanizmus. Ez utóbbi feltétel tovább bontható – és a tanulmány későbbi részeiben is megerősítést nyer –, mivel az energiaszektorban nemcsak a szolgáltatók, hanem a fogyasztók oldalán is fel kell építeni az MI-infrastruktúrát, ezáltal fontos a kisfogyasztók aktív részvétele, megfelelő számítási kapacitások, robotizált, automatizált rendszerek, szenzorok, széles körű IoT-alkalmazás stb.

¹⁶ ABDALLA, Ahmed N. – NAZIR, Muhammad Shahzad – TAO, Hai – CAO, Suqun – Ji, Rendong – JIANG, Mingxin – YAO, Liu: Integration of energy storage system and renewable energy sources based on artificial intelligence: An overview. *Journal of Energy Storage*, Volume 40, August 2021. <https://sci-hub.se/uptodate/S2352152X21005387.pdf>; letöltés: 2023.02.04.

¹⁷ KOW, Ken Weng – WONG, Yee Wan – RAJKUMAR, Rajparthiban Kumar – RAJKUMAR, Rajprasad Kumar: A review on performance of artificial intelligence and conventional method in mitigating PV grid-tied related power quality events. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 56, April 2016. pp. 334–346. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.064>; letöltés: 2022.12.14.

¹⁸ AHMAD, Tanveer – ZHANG, Dongdong – HUANG, Chao – ZHANG, Hongcai – DAI, Ningyi – SONG, Yonghua – CHEN, Huanxin: Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status Quo, challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, Volume 289, 20 March 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125834>; letöltés: 2022.12.02.



2. ábra. Az energiafelhasználás anomáliáinak észlelésére használható MI-alkalmazások rendszere¹⁹

Az MI minél hatékonyabb bevezetéséhez és vállalati működtetéséhez az energetikai cégeknél támogató szervezetet kell tudni kialakítani, amelynek egyik kulcsfontja a vezetők meggyőzése az MI sokoldalú vállalati bevethetőségéről, hogy maguk is elkötelezett támogatói legyenek a negyedik ipari forradalom legmeghatározóbb technológiájának. Ezek közé olyan előnyök tartoznak, mint például az, hogy az MI növeli a vállalati produktivitást; a vállalati MI-érettség mérhető, fejleszthető; az érintettek miatt fontos a transzparens MI-stratégia kialakítása; fontos az MI etikai és biztonsági aspektusait kezelni; az MI nagyban hozzájárulhat a vállalat fenntartható fejlődéséhez (karbonlábnyom csökkentése, hulladékcsökkentés, logisztikai optimalizálás, a beszállítókra és a fogyasztókra is kiterjeszhető megoldások).²⁰ A megfelelő MI-vel kapcsolatos

¹⁹ HIMEUR, Yassine – GHANEM, Khalida – ALSALEMI, Abdullah – BENSAAALI, Faycal – AMIRA, Abbas: Artificial intelligence based anomaly detection of energy consumption in buildings: A review, current trends and new perspectives. Applied Energy, Volume 287, April 2021. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116601>; letöltés: 2022.10.16.

²⁰ Empowering AI Leadership: AI C-Suite Toolkit. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2022. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Empowering_AI_Leadership_2022.pdf; letöltés: 2022.12.28.

képességek a munkavállalók oldalán is nagyon fontosak: 2010–2019 között a számítástechnikai és a mérnöki szakmákra irányuló munkapiaci kereslet a modern technológiák közül az MI-vel kapcsolatos állásoknál számottevően nőtt (míg a menedzsment és a pénzügyi területen valamivel csökkent), de például a robotikai és a felhőalapú technológiák körében mindegyik vizsgált szakmai területen (tehát a menedzsmenten és a pénzügyin is) növekedés volt tapasztalható a munkaerő-keresletben.²¹

A vállalati képességek mellett több szerző következtetése szerint is a decentralizált rendszer az MI-alapú energiamenedzsment másik kiemelt eleme, Chen és kollégái²² azonban arra is felhívják a figyelmet, hogy mivel alacsony a mikrohálózatok méretgazdaságossága, az új befektetők (a magas belépési költségek miatt) csak akkor vonzhatók be, ha kellő állami vagy közszférás támogatást kapnak (pénzügyi ösztönzők, adókedvezmények stb. révén).

Az előbbieken felsorolt előnyök és lehetőségek segítségével az MI számos formában hatékonyan támogathatja a változékony megújuló erőforrások hálózatba integrálását:²³

- 20–30%-kal javíthatja a nap- és a szélenergia-termelésének (vagy előrejelzésének) pontosságát. Ebben például a gépi tanulás segíthet, ahogy a DeepMind (a Google gépi tanulásra szakosodott leányvállalata) is tette, amely jó megbízhatóságú, 36 órás előrejelzést készített 700 MW-nyi szélenergia-termelésre az Amerikai Egyesült Államok középső területein.²⁴

- A kereslet változásait is pontosabban előre tudja jelezni a fogyasztók szegmentálásával, amihez többek között ágenssimulációt, mesterséges neurális hálót vagy evolúciós játékelméleten alapuló technikát lehet alkalmazni.

- Segíthet a kereslet-kínálat kiegyenlítésében, amiből az energiatermelő vállalatok hasznot is húzhatnak: megfelelő szimuláció és modellezés mellett akár 15–20%-os bevétel-növekedés is elérhető. Ennek alapja, hogy az MI (főleg a neurális hálók) által készített előrejelzések pontosabbak az idősorok nem lineáris és más problematikus modellezése esetén.²⁵

²¹ LYU, Wenjing – LIU, Jin: Artificial Intelligence and emerging digital technologies in the energy sector. *Applied Energy*, Volume 303, December 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117615>; letöltés: 2022.10.08.

²² CHEN, Cheng – HU, Yuhua – KARUPPIAH, Marimuthu – KUMAR, Priyan Malarvizhi: Artificial intelligence on economic evaluation of energy efficiency and renewable energy technologies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Volume 47, October 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101358>; letöltés: 2022.11.15.

²³ BOZA, Pal – EVGENIOU, Theodoros: Artificial intelligence to support the integration of variable renewable energy sources to the power system. *Applied Energy*, Volume 290, May 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116754>; letöltés: 2022.11.16.

²⁴ MAKALA, Baloko – BAKOVIC, Tonci: Artificial Intelligence in the Power Sector. *EM Compass*, Note 81, April 2020.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34011.18729>; letöltés: 2022.11.02.

²⁵ METAXIOTIS, K. – KAGIANNAS, A. – ASKOUNIS, Dimitris – PSARRAS, John: Artificial intelligence in short term electric load forecasting: a state-of-the-art survey for the researcher. *Energy Conversion and Management*, Volume 44, Issue 9, June 2003. pp. 1525–1534.

[https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(02\)00148-6](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(02)00148-6); letöltés: 2022.10.14.

- A hálózat optimalizálásával karbantartási költségeket és áramkimaradásokat minimalizálhat az MI-t alkalmazó hálózati irányítási vállalat (Magyarországon pl. a MAVIR). Erre bevethető a hangyakolónia-algoritmus, illetve a gépi tanulás, amely New York városában segített a városi hálózat zavarmentes működési napjainak számát 61%-kal javítani.

- Az MI hatékony az energiátárolási megoldások és műveletek támogatásában, ezáltal jelentősen hozzájárulhat a keresletingadozásokhoz történő valós idejű alkalmazkodás fejlesztéséhez. Egy ilyen komplex megoldás rendkívüli előnye, hogy a rendszer kompletten, hardverrel és szoftverrel együtt is átadható például az okosvárosoknak.²⁶

Az MI energiaipari alkalmazásával kapcsolatban konklúzióként elmondható, hogy ebben a szektorban már sok használható MI-eszköz van, de még csak pilot vagy demonstrációs jelleggel, egy-egy projektnél, ezért ez a technológia gyenge jelként azonosítható, különösen akkor, ha a fogyasztói oldalt is megvizsgáljuk. Az MI széles körű térnyeréséhez mindenképpen az IoT, az okosotthonok, az okos szenzorok és más eszközök, alkalmazások további elterjedése szükséges. Ennek gyors lejátszódását ugyanakkor két dolog is gátolja. Az egyik az, hogy az energiarendszerek és a hálózat digitalizációja újfajta fenyegetés lehetőségét is hordozza: hackerek és kibertámadások célpontjává teszi az energiainfrastruktúrát, ami a társadalom és a gazdaság szempontjából akár a természeti csapásokkal egyenértékű károkhöz is vezethet. A másik, hogy az egyéni felhasználók esetében az IoT és az MI felvet problémákat a privát élettér védelmével kapcsolatban. Utóbbi probléma etikai és jogi aspektusait több tanulmány vizsgálja ebben a kötetben is.

Fúziós atomenergia

A tudományos-fantasztikus irodalomban már régóta a jövő legígéretesebb energiaforrásaként tekintenek a hidrogénre, amely az atommagok összeolvadása (fúziója) során keletkező, jelentős mennyiségben felszabaduló energia hasznosításának a kulcseleme. A fúziós atomenergia két közismerten nagy előnye van bármely más energiaforrással szemben: maga a nyersanyag a világegyetem leggyakoribb eleme – azaz könnyen és nagy mennyiségben hozzáférhető, gyakorlatilag végtelen –, valamint rendkívül környezetbarát – vagyis szinte nincs káros melléktermék az energiaelőállítási folyamat során. Természetesen a technológia számos más előnyét is fel lehet sorolni.²⁷

²⁶ ȘERBAN, Andreaa Claudia – LYTRAS, Miltiadis D.: Artificial Intelligence for Smart Renewable Energy Sector in Europe – Smart Energy Infrastructures for Next Generation Smart Cities. IEEE Access, Volume 8, 2020. pp. 77364–77377.

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2990123>; letöltés: 2022.11.10.

²⁷ UDDIN, Md. Nasir – RASHID, Mahbub – MOSTAFA, Mohammad Golam – BELAYET, H. – SALAM, Syed Munim – NITHE, Na: New Energy Sources: Technological Status and Economic Potentialities. Global Journal of Science Frontier Research, Volume 16, Issue 1, March 2016. pp. 24–37.

https://globaljournals.org/GJSFR_Volume16/3-New-Energy-Sources-Technological.pdf; letöltés: 2022.09.10.

ONGENA, Jef: Nuclear fusion and its large potential for the future world energy supply. Nukleonika, Volume 61, Issue 4, 2016. pp. 425–432.

<https://doi.org/10.1515/nuka-2016-0070>; letöltés: 2022.12.02.

- nagy az üzemanyag energiasűrűsége;
- alacsony a katasztrófakockázat (egyszerre kevés üzemanyagot használ, kevés maradék, ezért minimális a leolvadási kockázat stb.);
- lehetővé teszi a külső energiafüggetlenséget;
- nagyon kevés és viszonylag gyorsan (50–100 év alatt) lebomló sugárzó hulladék keletkezik az energia előállításakor.

A fúziós energia-előállítás technikai megvalósítását tekintve két fő típus létezik: az inerciális lézer és a tokamak. Az inerciális lézeres technológia lényege, hogy egy kisebb adagnyi deutérium és trícium keveréket lézerekkel hevítenek a fúzióhoz szükséges hőfokra, ami a reakció beindulása után képes az önfenntartó üzemelésre. A tokamak a hidrogén-üzemanyag plazma állapotban történő felhasználása, amely során a forró plazmát egy mágneses tóruszkamra közepén tartják, és hidrogénfúzió közben felszabaduló energiát a kamrafal mögé épített eszközökkel fogják be.

A világ számos laboratóriumában (egyetemen és kutatóintézetekben) kísérleteznek mindkét módszerrel, de laboratóriumi körülmények között a lézeres technológia elterjedtebb. Bár a hidrogénfúzióval történő és a maghasadáson alapuló energiafelszabadulás elmélete és hadiipari gyakorlata szinte egyidősnek tekinthető (lásd a második világháborút), a szabályozott energiahasznosításban (az energiaiparban) a fúziós eljárást már régóta hasznosítjuk, a fúziós technológiának viszont még a laboratóriumi kísérletek többségénél sem sikerült elérni a pozitív energiamérleget – igaz, döntően nem is volt céljuk. Ma már Európa gyakorlatilag minden országában van a fúziós technológiát kutató intézmény, emellett többek között az Amerikai Egyesült Államok, Ausztrália, Brazília, Dél-Korea, India, Izrael, Japán, Kanada, Kína, Malajzia, Oroszország és Ukrajna az, ahol különböző egyetemen és intézetekben folyik ilyen irányú kutatás.²⁸ A nemzetközi összefogásban megvalósuló legjelentősebb kutatási projektek (különösen abból a szempontból, hogy ezek már a kereskedelmi célú fúziós energiatermelés lehetőségeit vizsgálják) az ITER, a JET, a DEMO és az EuroFusion.

Az ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) egy kísérleti fúziós reaktor, amely célkitűzését és volumenét tekintve a legfigyelemreméltóbb ilyen projekt. Az ITER nemzetközi részvétellel (Amerikai Egyesült Államok, India, Japán, Kína, Korea, Oroszország és az EU) zajlik, maga a tokamak rendszerű fúziós atomerőmű pedig Dél-Franciaországban épül. Megjegyzendő, hogy az ITER-nek sem célja a kereskedelmi energiaelőállítás (azaz a tervek szerint nem lesz a villamos hálózatra kötve), leginkább a technológia megvalósíthatósága a kísérlet tárgya. Az első plazmakísérletek 2025-re vannak beütemezve, a deutérium–trícium-kísérletek – vagyis a tényleges fúziós energiaelőállítás – pedig 2035-re.²⁹ Az ITER-nek nagy jelentősége van a világgazdaság, sőt az egész civilizáció szempontjából, mivel a projekt sikerén is múlik, hogy a jövőben épülnek-e majd fúziós atomerőművek.

²⁸ Fusion research worldwide. Max Planck Institute for Plasma Physics. <https://www.ipp.mpg.de/1740642/weltweit>; letöltés: 2022.01.30.

²⁹ About ITER. In a few lines. <https://www.iter.org/proj/inafewlines>; letöltés: 2023.01.30.

Habár a laboratóriumi kísérletek célja általában a fúzió minél hatékonyabb és biztonságosabb kivitelezése, csak 2022 végén adtak hírt először a pozitív energiamérlegű, inerciálislézer-alapú kísérlet sikeréről, amelyet az amerikai National Ignition Facility-ben értek el: a kutatási beszámolók szerint 54%-kal több energiát sikerült kivonni a rendszerből, mint amennyi a fúzió beindításához volt szükséges. Megjegyzendő, hogy a lézerek működtetésébe befektetett energiával együtt még így is erősen negatív volt az egyenleg, de a kutatóintézetben használnál lényegesen hatékonyabb lézerek is használhatók lehetnek a fúzió beindításához, így az ITER (és a tokamakrendszerű újabb fúziós erőművek) mellett a lézeres technológiának is érdemes figyelmet szentelni.³⁰

A szakirodalmak szerint a fúziós energiával kapcsolatban fontos vizsgálati terület, hogy megvalósítható-e gazdaságosan kisebb méretben, vagy csak a nagyerművi kategóriában. A szakértői álláspontok szerint ezen a téren a lézeres technológia nagyobb valószínűséggel lesz célravezető. Jelentős előrelépés történhet a lézeres fúzió esetén, ha sikerül stabilan tartani az önmagát mágnesező plazmát – például a plazmatank geometriájának fejlesztésével –, ahol a mágnesesületés lezajlik,³¹ miáltal könnyebben, illetve ténylegesen kisebb méretben (pár méteres nagyságrendben) is megvalósítható lenne a fúziós energia hasznosítása. Könnyű belátni, hogy a „garázméretű” fúziós reaktorok a földi és a bolygóközi térben is páratlan lehetőséget teremtenének a gyakorlatilag korlátlan energia előállításának lehetőségével.

Amennyiben a fenntartható fejlődés iránti elköteleződés domináns marad (vagy lesz) a világban, illetve viszonylag szigorú vállalásokat teszünk a szennyezés csökkentésére – amivel párhuzamosan viszonylag alacsony diszkontrátát veszünk figyelembe –, akkor a hosszabb távú előrejelzések szerint a fúziós energia fogja a legnagyobb részben kielégíteni a jövő energiaszükségleteit, másodsorban pedig a megújuló erőforrások.³² Ha viszont a diszkontráta magasan alakul, akkor a szén-dioxidot megkötő és tároló technológiák (*carbon capture and storage*, CCS) dominanciája valószínűsíthető. A tendenciákat alapul véve a megújuló erőforrások terén jelentős előrelépések várhatók még (mind technológiában, mind volumenben, a termelt energia arányában), ezért a szakértők³³ szerint érdemes foglalkozni azzal is, hogy meddig éri meg nem megújuló (köztük akár fúziós!) energiában gondolkodni. Hiszen pusztán a jelenlegi trendek extrapolálásával is a karbonsemleges energiaeállítás felé haladunk, amelyben a megújuló erőforrásoké a kulcsszerep, miközben a fúziós energia – mint felforgató technológia – nem ígérkezik olcsónak és gyorsan megtérülő alternatívának.

³⁰ TOLLEFSON, Jeff – GIBNEY, Elizabeth: Nuclear-fusion lab achieves ‘ignition’: what does it mean? *Nature*, Volume 612, News Explainer, 2022.12.13. pp. 597–598. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-04440-7>; letöltés: 2022.12.16.

³¹ SHUMLAK, Uri: Z-pinch fusion. *Journal of Applied Physics*, Volume 127, Issue 20, 2020. <https://doi.org/10.1063/5.0004228>; letöltés: 2022.12.06.

³² CABAL, Helena – LECHÓN, Yolanda – BUSTREO, C. – GRACCEVA, Francesco – BIBERACHER, Markus – WARD, D. – DONGIOVANNI, Danilo Nicola – GROHNHEIT, Poul Erik: Fusion power in a future low carbon global electricity system. *Energy Strategy Reviews*, Volume 15, March 2017. pp. 1–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.esr.2016.11.002>; letöltés: 2022.12.30.

³³ NICHOLAS, T. E. . – DAVIS, Thomas P. – FEDERICI, F. – LELAND, J. – PATEL, B. S. – VINCENT, C. – WARD, S. H.: Re-examining the role of nuclear fusion in a renewables-based energy mix. *Energy Policy*, Volume 149, February 2021. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112043>; letöltés: 2022.10.16.

Az iménti dilemmák miatt a kisebb cégek nagyon törekszenek a kisebb méretben megvalósítható fúziós erőművek kifejlesztésére (pl. ritkaföldfémek felhasználásával a mágneseknél), amelyeknél a kezdeti tőkeköltség sokkal alacsonyabb, mint egy nagyerőműnél. Ha sikerül ilyen módon, illetve a már említett lézeres technológiával kis méretben megvalósítani a fúziós reaktort, akkor ennek az energiatípusnak a megtérülése kiemelkedően nagy lehet. A technológia készütségi szintjét azonban jelenleg 10-ből 3-ra lehet becsülni, míg a megújulók, a gázerőművek vagy a klasszikus és IV. generációs atomerőművek (amiről az atomenergia hazai alkalmazásánál még esik szó) 8–9-es szinten vannak. A fúziós kutatások megtérülését más tényezők is befolyásolják: az amerikai hírszerzési tanács (National Intelligence Council, NIC) jelentése³⁴ megemlíti, hogy a klímaváltozással számos arktiszi és antarktiszi olaj- és gázmező válik elérhetővé (a fémek és az ásványok mellett), ami jelentősen leronthatja az innovatív energiaipari technológiák versenyképességét.

Végezetül érdemes említést tenni a fúziós energia társadalmi megítélésének fontosságáról. Bár ebben a témakörben még viszonylag kevés kutatás született, a technológia megítélését megvizsgálták néhány európai országban (pl. Belgiumban, Csehországban),³⁵ és az nem egyértelműen támogató. Ennek fontos oka, hogy a döntően tudományos, technológiai vagy üzleti megközelítésű híradásokat nem fogadják be igazán könnyen a laikusok, valamint a fúzió kétséges megtérülésű, távoli jövőben esedékes technológiának tűnik számukra. Ha nem így lenne, akkor viszont egyértelműen pozitív megítélés alá esne a hazai vizsgálatok szerint is.³⁶ A technológia gyenge jelből trenddé (vagy felforgatóból bevett technológiává)éréséhez fontos lenne a főáramú médiatémák között szerepeltetni, és a technikai-gazdasági előnyei helyett (vagy azok mellett) az életmódra, az egyéni befektetési lehetőségekre, a klasszikus értékekre gyakorolt hatásaira fókuszálni, ugyanakkor döntéshozói szinten a környezeti politikák és stratégiák részévé is kellene tenni.³⁷

³⁴ Climate Change and International Responses Increasing Challenges to US National Security Through 2040. National Intelligence Council, USA, 2021.

https://www.dni.gov/files/ODNI/documents/assessments/NIE_Climate_Change_and_National_Security.pdf, letöltés: 2022.08.25.

³⁵ PRADES, A. – DELICADO, A. – SCHMIDT, L. – TURCANU, C. – MESKENS, G. – PERKO, T. – WARD, D. – OLTRA, C.: Social Research on Fusion. 26th IAEA Fusion Energy Conference, Kyoto, Japan, 17–22 October 2016.

<https://nucleus.iaea.org/sites/fusionportal/Shared%20Documents/FEC%202016/fec2016-preprints/preprint0470.pdf>; letöltés: 2022.11.27.

³⁶ MÁRTON András: A környezetileg fenntartható stratégiai menedzsment jövőkutatási alapozása. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Közgazdasági és Gazdaságinformatikai Doktori Iskola, 2022.

http://phd.lib.uni-corvinus.hu/1162/1/Marton_Andras_dhu.pdf; letöltés: 2022.12.14.

³⁷ ČABELKOVÁ, Inna – STRIELKOWSKI, Wadim – STREIMIKIENE, Dalia – CAVALLARO, Fausto – STREIMIKIS, Justas: The social acceptance of nuclear fusion for decision making towards carbon free circular economy: Evidence from Czech Republic. *Technological Forecasting & Social Change*, Volume 163, February 2021. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120477>; letöltés: 2022.12.28.

Kisméretű moduláris erőművek

Az energiahálózat részleges decentralizációja az MI térnyerésén túl más technológiai fejlesztéseket is elindított, például a kisebb (általában max. 300 MW-os) és kevésbé költséges, a helyi igényeket rugalmasan kielégíteni képes moduláris erőműveket (*small-scale modular reactor*, SMR). A moduláris erőművekkel számos szakirodalom foglalkozik, illetve több projekt is a megvalósítás folyamatában van a világ különböző pontjain (3. ábra). Ám ezekre is igaz, ami a fúziós technológiára, hogy egyelőre inkább kísérleti jelleggel folynak az építkezések, a moduláris erőművek a piaci bevezetés fázisában vannak – ezért tekinthető ez a megoldás pillanatnyilag gyenge jelnek, illetve felforgató technológiának.

A fúziós atomenergiával más ponton is összefűződik az SMR-technológia. Miként a fúziós energia hasznosítása kapcsán már említést nyert, a nagyerőművek helyett a kiserőművek képezhetik a jövőbeli decentralizált energiarendszer alapját, így elsősorban a fission és a fúziós atomerőműveknél merül fel a moduláris technológia. (Másképpen a fosszilis energiahordozók esetében már régóta léteznek eszközök arra, hogy kis méretben valósuljon meg az energia-előállítás, például kisméretű motorok, generátorok által.)

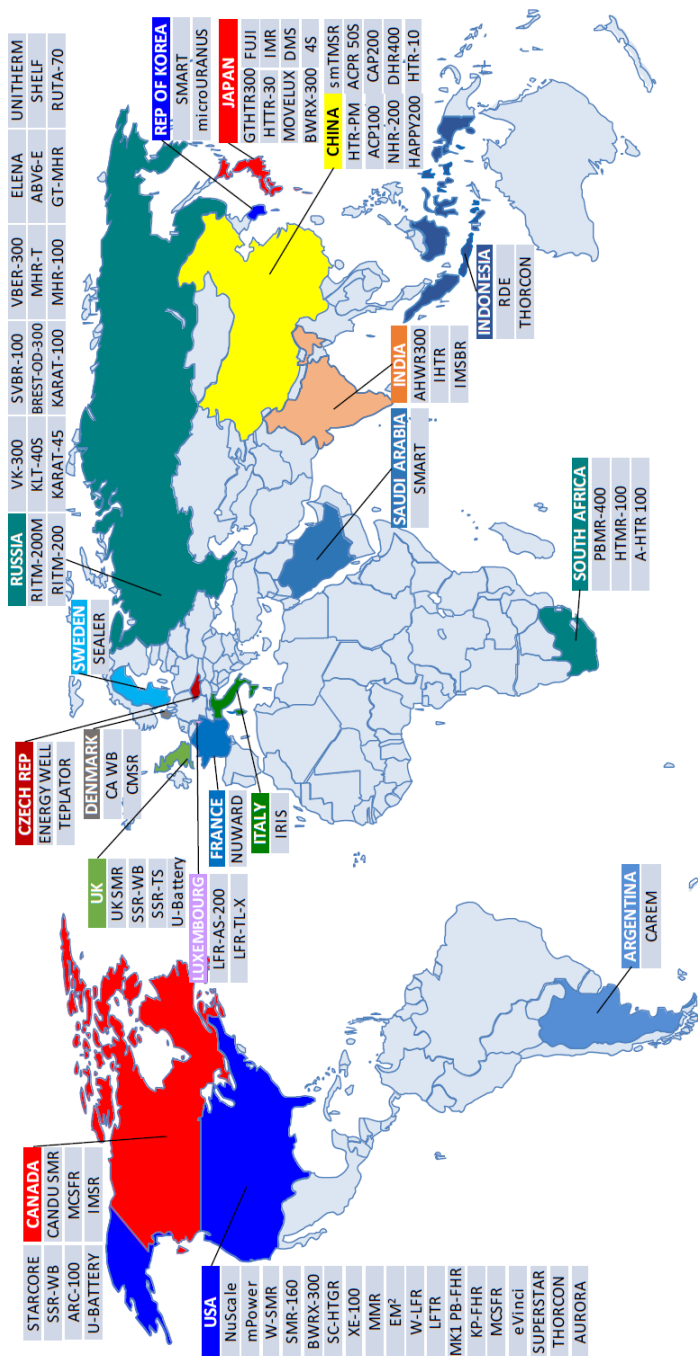
A fission kiserőművek gyakorlatilag az összes létező fission technológiát tudják hasznosítani, azaz a vízhűtéses, gázhűtéses, folyékony fémes, olvasztott són alapuló és egyéb reaktorok is megépíthetők moduláris rendszerben.³⁸ A moduláris erőműveknek számos előnyük van:³⁹ kisebb és nagyobb erőművek is felszerelhetők; idő- és költséghatékony kialakítás; rövidebb telepítési idő; méretgazdaságos energiatermelés és tömegtermelés ötvözése; a helyi igényeket jobban kiszolgáló terheléskövetés; hibrid üzemeltetés lehetősége (kombinálva pl. megújuló erőművekkel). Egyes szimulációs modellszámítások szerint a moduláris fúziós erőművi konstrukció a nagyerőművi fúziós technológiánál akár 50%-kal is alacsonyabb költséggel állíthatna elő egységnyi energiát.

A moduláris atomerőműveket az amerikai hírszerzési tanács is fontos feltörekvő technológiaként tartja számon (többek között a zöld hidrogén mellett, amit később még részletesen bemutatok), de felhívja a figyelmet a szabályozási, bürokratikus, biztonsági és költségekkel kapcsolatos kihívásokra. A kockázatok és kihívások miatt a legmodernebb moduláris atomerőműveket (pl. az ACP100-at Kínában) olyan módon tervezik meg, hogy passzív kockázatcsökkentő megoldásokkal legyenek képesek extrém időjárási jelenségek vagy sorozatos üzemhibák esetén is kiküszöbölni a komolyabb radioaktív szivárgásokat.⁴⁰

³⁸ Advances in Small Modular Reactor Technology Developments. A Supplement to: IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS). International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 2020. https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf, letöltés: 2022.08.25.

³⁹ CHUYANOV, Valery A. – GRYAZNEVICH, Mikhail P.: Modular fusion power plant. Fusion Engineering and Design, Volume 122, November 2017. pp. 238–252. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fusengdes.2017.07.017>; letöltés: 2022.09.26.

⁴⁰ World Nuclear Performance Report 2022. World Nuclear Association, England, 2022. <https://world-nuclear.org/getmedia/9dafaf70-20c2-4c3f-ab80-f5024883d9da/World-Nuclear-Performance-Report-2022.pdf.aspx>, letöltés: 2022.08.25.



3. ábra. A világban megvalósuló kisméretű moduláris erőművek

Advances in Small Modular Reactor Technology Developments. A Supplement to: IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS). International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 2020.

https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf; letöltés: 2022.08.25.

Az ilyen módon biztonságossá tett moduláris erőművekkel kapcsolatban a társadalom is elfogadóbb lehet (erről a hazai szakértők előadásait összegző fejezetben még említést teszek), így a jövőben a kis reaktorok akár fel is válthatják a robusztus atomerőműveket, és a fúziós technológia sikeres fejlesztése esetén már kipróbált módszer lehet a moduláris építkezés.

Az energiatárolás lehetőségei és kihívásai

Az energiaipar egyik régóta fennálló, és továbbra sem tökéletesen megoldott problémája a villamos energia tárolása. Mivel a különböző energiaforrások nagy részéből elektromos áramot állítunk elő, az elektrifikációs és digitalizációs trendek pedig egyre gyorsulnak, kritikus lenne ennek a problémának a megoldása.

A villamos energia átmeneti tárolására számos módszer létezik, de rendszerszinten egyelőre nem megoldott a hatékony tárolás, az alkalmazott módszerek pedig viszonylag nagy energiavesztéssel járnak. Több tudományos forrás⁴¹ is rendszerezi az energiatárolási módszereket, e módszerek legnagyobb része azonban régóta ismert, adott esetben gazdaságosan alkalmazható is, áttörő újítás viszont alig valószínűsíthető. A meglévő tárolási technológiákat az 1. táblázat foglalja össze.

Tárolás típusa	Tárolás módszere	Példa a tárolási megoldásra
mechanikai	potenciális	sűrített levegő, vízpumpa, gravitációs
	kinetikus	lendkerék
elektromos	elektrosztatikus	kondenzátor és szuperkondenzátor
	mágneses	szupravezető mágnes
kémiai	elektrokémiai	hagyományos akkumulátor (pl. Li-ion), folyadékkáros akkumulátor
	kémiai (üzemanyag)	üzemanyagcella
	termokémiai	ammónia és metán disszociáció és rekombináció, nap-hidrogén
hő	alacsony hőmérsékletű	hidegvizes, kriogén
	magas hőmérsékletű	olvasztott fém, olaj, olvasztott só, grafit, kőzet, homok, gőz és forró víz, fázisváltó anyagok

1. táblázat. Az energiatárolás lehetséges típusai, módszerei⁴²
Szerkesztette: Márton András

⁴¹ PRASAD, Kushal A. – CHAND, Aneesh A. – KUMAR, Nallapaneni Manoj – NARAYAN, Sumesh – MAMUN, Kabir A.: A Critical Review of Power Take-Off Wave Energy Technology Leading to the Conceptual Design of a Novel Wave-Plus-Photon Energy Harvester for Island/Coastal Communities' Energy Needs. Sustainability, Volume 14, Issue 4, 2022.
<https://doi.org/10.3390/su14042354>; letöltés: 2022.12.06.

TETTEH, Sampson – YAZDANI, Maryam Roza – SANTASALO-AARNIO, Annukka: Cost-effective Electro-Thermal Energy Storage to balance small scale renewable energy systems. Journal of Energy Storage, Volume 41, September 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102829>; letöltés: 2022.10.28.

⁴² Uo.

A szakirodalomban két olyan ígéretesnek tűnő megoldás szerepelt, amelyek gyenge jelként, illetve felforgató technológiaként azonosíthatók: a (zöld) hidrogén előállítása (azaz a megújuló erőforrásból származó elektromos áram konvertálása hidrogénné), valamint a hőközegezes energiatárolás egyes innovatív formái (pl. homokakkumulátor).

A tudományos cikkek többsége a hidrogénnek fontos szerepet jósol a közeli jövőben. A hidrogénnek ugyanis nagy előnye, hogy a felhasználása több formában lehetséges (lehet üzemanyag járművekbe vagy erőművekbe, használható fűtésre, acélipari és vegyipari felhasználása jelenleg is számottevő), a meglévő üzemanyag-szállítási infrastruktúra (így a logisztika, a tárolási kapacitások) részben felhasználható a hidrogénhez,⁴³ emellett környezeti hatása is kedvezőbb a fosszilis tüzelőanyagokénál.

A hidrogén előállítható víz elektrolízisével, ami egy már ismert és kiforrott technológia, viszont ennek kombinálása a leginkább ingadozó termelésű megújuló erőforrásokkal (naperőművekkel és szél erőművekkel) egy innovatív megoldás lehet az áramfejlesztés kisimítására.⁴⁴ Ezt nevezzük zöld hidrogénnek. A szél- és napenergián alapuló hidrogéntárolás erőmű (részecskeeraj alapú és kémiai optimalizálással) az elsődleges áramelőállításán túl elektrolízissel oxigént és hidrogént is elő tud állítani, amely hidrogént részben eladhatja a piacon, részben eltárolhatja üzemanyagcellákban és felhasználhatja energia-előállításra a megújuló erőforrások ingadozásai esetén. Továbbá a zöld hidrogén előállítása és használata nemcsak a klasszikus üvegházhatású gázok (szén-dioxid, metán) kibocsátását csökkentené, hanem más légszennyező anyagokét is (szén-monoxid, illékony szerves vegyületek, nitrogén-oxidok).⁴⁵

Az elemzések szerint nem mindegy, hogy a zöld hidrogén előállítására milyen összetételben használunk fel különböző típusú megújuló erőforrásokat. Két esettanulmány vizsgálatai alapján az inkább szél erőművekre támaszkodó megújuló rendszer hidrogéntárolókkal kiegészített életciklusköltsége jelentősen alacsonyabb lenne, mint a döntően naperőművekre támaszkodó (167 vs. 227 \$/MWh), viszont ha a hidrogén-előállító eszközök rugalmasan működtethetők, a gyorstárolók (akkumulátorok) hatékonyak, és a rendszerben valamennyi energiavesztés megengedett (azaz hagyunk energiaellátási vagy megbízhatósági rést), akkor mindkét megoldás életciklusköltsége jelentősen csökken, és a köztük lévő különbség az egységköltségben is 10% alá esik. De bármelyik mixet vesszük is alapul, a megújuló

⁴³ Fugitive Hydrogen Emissions in a Future Hydrogen Economy. Frazer-Nash Consultancy, March 2022. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1067137/fugitive-hydrogen-emissions-future-hydrogen-economy.pdf; letöltés: 2022.12.30.

⁴⁴ KONG, Lingguo – LI, Liangyuan – CAI, Guowei – LIU, Chuang – MA, Ping – BIAN, Yudong – MA, Tao: Techno-economic analysis of hydrogen energy for renewable energy power smoothing. *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 46, Issue 3, January 2021, pp. 2847–2861. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.07.231>; letöltés: 2022.12.02.

CHEN, Chao – LU, Yangsiyu – XING, Lei: Levelling renewable power output using hydrogen-based storage systems: A techno-economic analysis. *Journal of Energy Storage*, Volume 37, May 2021. <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102413>; letöltés: 2022.12.14.

⁴⁵ WARWICK, Nicola – GRIFFITHS, Paul – KEEBLE, James – ARCHIBALD, Alexander – PYLE, John – SHINE, Keith: Atmospheric implications of increased Hydrogen use. Open Government Licence, April 2022. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1067144/atmospheric-implications-of-increased-hydrogen-use.pdf; letöltés: 2022.12.30.

energiaforrásokat és a hidrogént támogató tudósok többsége szerint a politikának az ilyen hibrid megújuló tárolórendszereket érdemes lenne támogatnia.

Ennek a technológiának is vannak gyenge pontjai. A hidrogén hosszú távú tárolása nem ideális megoldás a tárolók és a kompresszorok költségei és a biztonsági kockázatok (pl. a robbanásveszély) miatt. A kockázatok enyhítése érdekében további átalakítás (pl. ammóniává, metanollá) lehet szükséges, ami viszont csökkenti a technológia gazdaságosságát. Több tanulmány⁴⁶ felhívja a figyelmet egy fontos további kockázatra, a hidrogén szivárgására, ami bizonyos százalék fölött nemcsak anyagi, hanem jelentős környezeti károkat is okozhat. A hidrogéngáz nagyobb mennyiségben ugyanis csökkenti azon molekulák (hidroxilgyökök) koncentrációját az atmoszférában, amelyek lebontják az üvegházhatást okozó gázokat, és növeli a vízgőz mennyiségét (ami szintén az üvegházhatáshoz járul hozzá). Ezért a szakértők szerint nagyon fontos a hidrogén szivárgások megfelelő monitorozása és elhárítása, amire e technológia áttörése és széles körű elterjedése esetén fokozottan ügyelni kell.

A hőközegeges tárolás az energiatárolás egy másik kibontakozó megoldása, amely lehetővé teszi az (ingadozó) energiakínálat illesztését az (ingadozó) energiakereslethez. A hőközegeges tárolás előnye, hogy általában olyan anyagokra támaszkodik, amelyek nagyobb mennyiségben rendelkezésre állnak és könnyebben hozzáférhetők, mint például a lítium és más ritka fémek az akkumulátor-technológiához. A hőközegeges tárolásra felhasznált legjellemzőbb anyagok például az olaj, az olvasztott só, bizonyos fémek, kőzetek (lásd az 1. táblázatot).

Az újabb tanulmányok a homokot vizsgálják mint hőtároló anyagot, mivel az még a fentebb sorolt anyagoknál is olcsóbb és nagyobb mennyiségben elérhető. A könnyű és olcsó hozzáférés miatt a homokakkumulátoros technológia hozzájárulhat az energiafüggetlenség eléréséhez, valamint többek között az afrikai fejlődő országok felzárkózásához, ahol (a homok kedvező összetétele miatt) az energiatárolás mellett édesvíz előállításához is hasznosítani lehet ezt a technológiát a desztillálótelepeken.⁴⁷ A homok mellett szól az az érv is, hogy az üzemi hőmérséklete sokkal szélesebb skálán szabályozható, mint például az olajé vagy a sóé, ezáltal a moduláris energiatárolóban való felhasználása a modellezés szerint 85%-os hatékonysági szintet is elérhet (az olaj 44%-os és a só 32%-os hatékonyságával szemben), miközben a teljes költsége alacsony szinten marad: körülbelül 69 \$/kWh.

⁴⁶ OCKO, Ilissa B. – HAMBURG, Steven P.: Climate consequences of hydrogen emissions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, Volume 22, Issue 14, 2022. pp. 9349–9368.
<https://doi.org/10.5194/acp-22-9349-2022>; letöltés: 2022.12.28.

FAN, Zhiyuan – SHEERAZI, Haida – BHARDWAI, Amar – CORBEAU, Anne-Sophie – LONGOBARDI, Kathryn – CASTAÑEDA, Adalberto – MERZ, Ann-Kathrin – WOODALL, Caleb – AGRAWAL, Mahak – OROZCO-SANCHEZ, Sebastian – FRIEDMANN, Julio: Hydrogene Leakage – A Potential Risk for the Hydrogene Economy. Columbia SIPA, Center on Global Energy Policy, 2022.07.05.
<https://www.energypolicy.columbia.edu/research/commentary/hydrogen-leakage-potential-risk-hydrogen-economy>; letöltés: 2022.12.30.

⁴⁷ ATTIA, Mohammed El Hadi – KABEEL, A. E. – ABDELGAIED, Mohamed: Optimal concentration of El Oued sand grains as energy storage materials for enhancement of hemispherical distillers performance. *Journal of Energy Storage*, Volume 36, April 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102415>; letöltés: 2022.12.06.

Egyéb felforgató technológiák

A megújuló erőforrások inkrementális fejlesztése mellett felmerül azok kombinálása is abból a célból, hogy az egyik erőforrásban jelentkező szezonális vagy napon belüli ingadozást a másik erőforrás helyben pótolni tudja, így a kapacitás és a kimenő energia (elsősorban elektromos áram) nagyobb megbízhatósággal tartható egy bizonyos szinten. Az ezt az elvet hasznosító hibrid eszközök kettő vagy több erőforrás kitermelését kombinálják, amilyen például a hullám–nap-erőmű (HWPE Harvester), amely kis mérete miatt könnyen telepíthető és áthelyezhető, viszont csak akkumulátorba tudja gyűjteni az elektromos áramot (közvetlen hálózati betáplálás nem lehetséges), valamint viszonylag jelentős hullámenergiára van szükség a hatékony működtetéséhez. Más (már létező vagy korábban bemutatott) technológiákhoz képest kevésbé tűnik valószínűnek ennek a módszernek az elterjedése a közeli jövőben, ezért kategóriájában inkább szabadkártyának tekinthető.

Ugyancsak a már említett decentralizálást támogatja a virtuális erőművek koncepciója: a virtuális erőmű egy szoftveralapú hálózati irányítási felhőstruktúra, amely nagy adatbázisok (*big data*) kezelését és többirányú információáramlást tesz lehetővé⁴⁸ – szemben a klasszikus központi rendszerirányítással, amely napjainkban a centralizált energiarendszereket jellemzi. A virtuális erőmű lényegében a következő lépés az erőműirányításban, amelyben több okoseszköz vesz részt (de még nem az MI irányítja), ezáltal hatékonyabb lehet az energiaátvitel, rugalmasabb a rendszerkarakterisztika és jobban szabályozott az ellenőrzés. A kutatók további előnyei közé sorolják,⁴⁹ hogy a virtuális erőmű segítségével kiegyensúlyozottabb lehet a hálózat a kereslet–kínálat viszonyainak megfelelően, kevésbé problematikus a kereslet–kínálat pontatlan előrejelzése, gyorsabb és olcsóbb hozzáférést biztosít az energiapiacokhoz, illetve kiaknázható a kétirányú hálózatba táplálás (pl. az elektromos autók tartalékainak betáplálása a rendszerbe). Az új generációs virtuális erőművek pedig már a perifériákra decentralizált, MI-n, IoT-on és nagy adathalmazok valós idejű elemzésén alapuló intelligens energiaszolgáltatást biztosíthatnak. (Megjegyzendő, hogy ezen a ponton lényegében összemosódik a virtuális erőmű és az MI-technológia.)

Mindazonáltal a virtuális erőműveknek viszonylag kevés valódi alkalmazása ismeretes, mivel van bennük egy igen komoly kockázati tényező: a többretegű rendszerarchitektúra több ponton sebezhető, mint a klasszikus rendszer, ha kibertámadások célkeresztjébe kerül. Márpedig az elmúlt években számos ilyen támadás történt, amelyek célja információszivárogtatás vagy internetkimaradás, IT-rendszer összeomlása, áramszünet, illetve urándúsító meghibásodásának előidézése volt. Amíg ezeket a kockázatokat nem sikerült kielégítő mértékben kiküszöbölni, a virtuális erőművi technológia gyenge jelnek minősül.

⁴⁸ BHUIYAN, Erphan A. – HOSSAIN, Md. Zahid – MUYEEN, S. M. – FAHIM, Shahriar Rahman – SARKER, Subrata K. – DAS, Sajal K.: Towards next generation virtual power plant: Technology review and frameworks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 150, October 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111358>; letöltés: 2022.12.02.

⁴⁹ NAVAL, Natalia – YUSTA, Jose M.: Virtual power plant models and electricity markets – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 149, October 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111393>; letöltés: 2022.11.17.

A banki-pénzügyi szektor után az energiaszektorban is felmerült a blokklánc-technológia (*blockchain*) felhasználási lehetősége,⁵⁰ mert a blokkláncok az energiaszektorban is alkalmasak a decentralizáció, a kereslet-kínálat kiegyenlítése, az átláthatóság és a tranzakcióbiztonság megvalósítására. Az energiablokklánc használatának feltétele az IoT és a nagy adathalmazok, valamint fontos szerep jut az MI-nek is a hatékonyság fokozása érdekében (pl. automata szerződések kötésénél). A technológia előnyeként említi a szakirodalom a megbízhatóságot (a megosztott adatbázis miatt), az integrált adatokat, a könnyű hozzáférést az energiapiachoz, a szerződésautomatizálás lehetőségét, valamint azt, hogy nincs szükség közbelső szereplőkre. Hátránya viszont a magas számítási kapacitás és energia iránti igény, a fogyasztói jogok tisztázatlansága és adatvédelmi problémák (tekintve, hogy a megosztott blokklánc hálózat adatai nyilvánosak), továbbá a méretezési rugalmatlanság (a túl sok csatlakoztatott szereplő miatt lassulhat a rendszer). A technológia sok rokonságot mutat az MI-vel, ám míg az MI a blokkláncok nélkül is minden bizonnyal nagy szerepet fog játszani az energiaiparban, a blokklánc-technológia önállóan nem valószínű, hogy betör a szektorra – ha mégis, akkor jelentős változást hozhat, így szabadkártyának értékelhető.

A globális klímaváltozás és a technológiai fejlődés egy további érzékeny területen kapcsolódik össze: a geomérnökség a Föld természeti (ezáltal klíma-) folyamataiba való tervezett beavatkozás, amelyre már számos ötlet felmerült, mint például árnyékolók telepítése az űrbe, planktonok intenzív szaporítása az óceánokban stb. A geomérnökség mindenképpen felforgató technológia, hiszen egy olyan komplex rendszerbe történő beavatkozást jelent, amelynek pontos következményei nem jelezhetők előre, és a következmények előjele és mértéke miatt nemzetközi konfliktusba torkollhat. A klímaváltozás illetően megállítása nyilvánvalóan befolyásolná az energiaipart, a további fejlesztéseket, a megtérülési számításokat. A geomérnökség mindenképpen a szabadkártya kategóriába tartozik, de hatása miatt az amerikai hírszerzés is foglalkozott vele, és jelentésében azonosított néhány olyan országot, amelyek fokozottan ki vannak téve a klímaváltozás hatásainak már középtávon is, ami miatt ezekben az országokban nagyobb az önkényes geomérnöki tevékenységek kockázata: Afganisztán, Burma, India, Pakisztán, Észak-Korea (Dél- és Kelet-Ázsia), Guatemala, Haiti, Honduras, Nicaragua (Közép-Amerika), Kolumbia és Irak.

Mindenképpen fontos szót ejteni a megújuló erőforrások további kiaknázásában rejlő potenciálról, hiszen globálisan az olyan mértékű, ami az egész emberiségnek elegendő energia termelését biztosítaná. Például a világ hullámenergia-potenciálja akár évi 80 000 TWh is lehet, azonban ennek nagy része a déli vizeken (Dél-Amerika, Dél-Afrika, Ausztrália déli vizein) lenne kitermelhető, ahol kevés a szárazföld és jelentősek az időjárási szélsőségek, ezért ott az energiatermelés is problematikus.⁵¹

⁵⁰ TEUFEL, Bernd – SENTIC, Anton – BARMET, Mathias: Blockchain energy: Blockchain in future energy systems. *Journal of Electronic Science and Technology*, Volume 17, Issue 4, December 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jnlest.2020.100011>; letöltés: 2022.08.30.

⁵¹ CURTO, Domenico – FRANZITTA, Vincenzo – GUERCIO, Andrea: Sea Wave Energy. A Review of the Current Technologies and Perspectives. *Energies*, Volume 14, Issue 20, October 2021. <https://doi.org/10.3390/en14206604>; letöltés: 2022.11.08.

Érthető, hogy a különböző erőforrásokban rejlő potenciál miatt a megújuló technológiai fejlődése folyamatos és jelentős, de a szakirodalomban nemigen találkozni ugrásszerű, a jelenlegi rendszereket felforgató hatású újítással, technológiával.

A megújuló közül felforgató technológia a kitermelés helye miatt leginkább az űrből lesugárzott napenergia lehet. A japán és a kínai űrhivatal már a 2000-es évek óta foglalkozik az űrben gyűjtött és az űrből mikrohullámmal vagy lézerrel a földre sugárzott napenergia hasznosítási lehetőségével, amelynek gazdaságossági küszöbét (az akkori előrejelzések szerint) a 2020–2030-as években érhetjük el.⁵² Az űrbe telepített napelemek előnye a napi 24 órás, a légköri folyamatoktól, időjárástól független üzemelés mellett az, hogy nem a földi élettől veszi el az életteret, hátránya viszont a jelentős telepítési költség. A kutatók szerint^{53,54} ezért az újrahasználható rakéták és a könnyebb fajsúlyú anyagok fejlesztésén nagymértékben múlik az űrnapelemek elterjedése.

A jelenlegi technológiák mellett az űrbe telepített napelemek kb. 17%-os összesített hatékonysággal tudnának működni az átjátszási, a légköri és egyéb veszteségeket is beleszámolva. Az űrparban fontos a Föld körüli pályára állítandó rakomány tömege, ezért egyes modellezések a kilogrammonként elérhető kapacitást (vagy megtermelt energiát) vizsgálják: a kb. 32-33%-os hatékonyságú napelemekkel 0,5–1 kW/kg érhető el, ami már közelíti a gazdaságosnak tekinthető 1–10 kW/kg-os határt, a koncentrált napsugárzást hasznosító űrnaperőmű pedig (könnyebb konstrukció lévén) pedig akár a 4,1 kW/kg-os értéket is elérheti. Az eredmények alapján valószínűsíthető, hogy a jövőben – ha az ember részben az űrben és más égitesteken is megtelepszik – ez fontos energiaforrás lesz, ezért a technológia felforgató jellegűnek és gyenge jelnek tekinthető.

SAKÉRTŐI VÁRAKOZÁSOK AZ ENERGIAIPARI TECHNOLÓGIÁK JÖVŐJÉRŐL MAGYARORSZÁGON

Ebben a fejezetben különböző, a tanulmány témakörében rendezett események tapasztalatai, szakértői előadásai és nyilatkozatai alapján mutatok be energiaipari felforgató technológiákat, illetve azok magyarországi megjelenését, lehetséges jövőbeli szerepvállalását a hazai energiaszektorban.

⁵² MORI, Masahiro – KAGAWA, Hideshi – SAITO, Yuka: Summary of studies on space solar power systems of Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). *Acta Astronautica*, Volume 59, Issue 1–5, July–September 2006. pp. 132–138.
<https://doi.org/10.1016/J.ACTAASTRO.2006.02.033>; letöltés: 2022.11.06.

⁵³ JAFFE, Paul: 24 – Space Solar. In: LETCHER, Trevor. M. (szerk.): *Future Energy (Third Edition). Improved, Sustainable and Clean Options for our Planet*. Elsevier, 2020. pp. 519–542.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102886-5.00024-4>; letöltés: 2022.12.28.

⁵⁴ WARMANN, Emily C. – ESPINET-GONZALEZ, Pilar – VAIDYA, Nina – LOKE, Samuel – NAQAVI, Ali – VINOGRADOVA, Tatiana – KELZENBERG, Michael – LECLERC, Christophe – GDOUTOS, Eleftherios – PELLEGRINO, Sergio – ATWATER, Harry A.: An ultralight concentrator photovoltaic system for space solar power harvesting. *Acta Astronautica*, Volume 170, May 2020. pp. 443–451.
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.12.032>; letöltés: 2022.10.14.

Az elemzésbe vett tudományos események időrendben az alábbiak voltak:

- *A mesterséges intelligencia átfogó hatásainak vizsgálata* tudományos workshop (Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat, Nemzeti Közszerzőgálati Egyetem, 2022. november 3.);
- 2022. évi *Magyar Tudomány Ünnepe* rendezvénysorozat (Magyar Tudományos Akadémia, 2022. november 3–30.);
- *Hidak és utak – II. innovációs konferencia – Lehetőségből cselekvés* (Budapesti Corvinus Egyetem, 2022. november 24–25.).⁵⁵

Az események követése során magától értetődően tapasztalható volt, hogy több esetben a szakirodalomban is feldolgozott technológiákról van szó, de az innovációk sokszor előrébb tartanak a tudományos publikálásuknál, a publikációk pedig a stratégiáknál és más hosszú távú tervdokumentumoknál. Elsősorban ezért tartottam fontosnak és hasznosnak a szakmai fórumok, konferenciák tapasztalatainak beépítését a tanulmányba, a fejezet áttekintést ad az ismertett technológiák magyarországi alkalmazási lehetőségeire. A világszínvonalú technológiák tanulmányozása során ugyanis fontos lenne, hogy a szoftverfejlesztés, adatkezelés és a finomhangolás a fizikai térben sem hazánktól távol történjen, ezen túlmenően pedig egyedi ökoszisztémákra és integrált megközelítésre van szükség mind nemzetbiztonsági szempontból,⁵⁶ mind az energetikára vonatkozóan. Általánosságban mégis széles körben egyetértettek a szakértők⁵⁷ abban, hogy nem látható olyan áttörő technológia (paradigmaváltás) az energiaiparban, amely 10–20 éven belül gyökeres változást hozhat Magyarországon.

Mesterséges intelligencia a magyar energiaszektorban

A hazai szakértők szerint az MI legfontosabb gyengéje (jelenleg) a kontextusba helyezés hiánya (ami az embernél részben a heurisztikával rokonítható), de érzékeny a külső (kiber-) támadásokra és a belső manipulációkra is, például a szabotázsra.⁵⁸ Az energiaszektor tekintetében az első gyengeség kevésbé releváns, de a belső manipuláció kockázata és a kiberbiztonság nagyon fontos, így a támadások mellett az adatmérgezés (azaz az MI tanuló adatbázisába szándékosan illesztett rossz adatok) is valós kiberveszély lehet.⁵⁹

⁵⁵ A hivatkozott szakértők névsora részben az idézeteknél, részben az irodalomjegyzékben olvasható.

⁵⁶ ERDÉSZ Viktor: Milyen lehetőségeket hoz az új technológiák elterjedése a felderítés számára? KNBSZ–NKE workshop, 2022.11.03.

⁵⁷ IMRE Attila – OBERFRANK Ferenc – GOLDFÁRTH József – HORVÁTH Ákos – KOVÁCS Pál – KISS Csaba – SZABÓ István – TOMPOS András: A tudomány és a szakpolitika együttműködési lehetőségei az energiaellátás biztonsága, megfizethetősége és fenntarthatósága érdekében. Tudomány és Parlament: A nemzeti energiapolitika stratégiai kihívásai. Előadások és panelbeszélgetés, 2022.11.10. <https://www.youtube.com/watch?v=siw7XzEsHEY&t=13624s>; letöltés: 2022.12.04.

⁵⁸ CSÁKI Csaba: A mesterséges intelligencia és egyéb felforgató technológiák elterjedéséből adódó kockázatok vizsgálata, azok kezelésének lehetőségei. KNBSZ–NKE workshop, 2022.11.03.

⁵⁹ BEREZKI Dávid: Milyen kihívásokat jelent az új technológiák elterjedése az elhárítás számára? KNBSZ–NKE workshop, 2022.11.03.

Magyarországon az utóbbi időszakban az energetikai szektor egyre inkább centralizálódott, így a Magyar Villamos Műveknek (MVM) mint legmeghatározóbb, állami tulajdonú nagyvállalatnak kell helyt állnia az energiaátmenet kihívásaival szemben. Az MVM képviselőjében a konferencián megjelent szakértő⁶⁰ elmondása szerint a vállalat több területen is igyekszik innovatívan szembenézni a kihívásokkal, amelyekben helyt kapnak különböző MI-alkalmazások:

- innovatív mérőn túli szolgáltatások bevezetése: gépi tanulással (MI) támogatott IoT-platform, elemző és robotizált folyamatautomatizálási rendszer (ERPA);
- startup inkubáció: programok és szolgáltatások nyújtása, *design thinking* akciók (innovációs garázs), közvetlen befektetés, mentorálás, tesztkörnyezet-bérbeadás (MVM-telephelyeken).

Az MI magyarországi hasznosítása az energiaszektorban az okosvárosok terén is teret nyerhet a jövőben. Az okosváros egyik koncepciójának részét képezi a digitális iker (értsd leképezés), amelyben fontos szerep jut a hálózatoknak, az IoT-nek, az automatizációnak és az ember–robot kommunikációnak, adott esetben pedig a transzhumanizmusnak is. A szakértő⁶¹ elmondása szerint külföldön (pl. Amerikában) jelentős támogatást élveznek az ilyen projektek, de hazánkban is van példa ezek implementálására – Szegeden és Szombathelyen. Jellemző, hogy az ilyen projektek először az ipari, iparosodott városokban jönnek létre, amelyek leginkább nyitottak és motiváltak a hatékonyságjavító technológiák befogadására, alkalmazására.

A vizsgálatba vont konferenciák tanulsága, hogy a fejezet bevezetésében említett technológiai olló (a fejlett országok és hazánk között) az MI tekintetében szélesre nyílik: míg a tudományos szakirodalomban és a nyugati országokban az MI kutatása és illeszkedése az energiaiparba rendkívül szerteágazó, Magyarországon a szakértők nem szántak kiemelt figyelmet erre a témakörre.

Az atomenergia és a moduláris reaktorok lehetséges hazai alkalmazása

Magyarországon az atomenergia jelentősége vitathatatlan, hiszen évtizedek óta a hazai villamosenergia-termelés mintegy kétharmadát a paksi atomerőmű biztosítja, és jelenleg is zajlik a Paks 2 néven futó új atomerőmű-építési projekt. A magyar szakértők többsége egyetértett abban a különböző fórumokon, hogy az atomenergia megkerülhetetlen tényező Magyarország jövőjében is, mivel mind fizikai, gazdasági, mind környezeti (dekarbonizációs) szempontból megfelel a nemzetközi elvárásoknak, előírásoknak, miközben stabil energiaforrásként funkcionál. Eközben a különböző politikai alkuk eredményeként – a zöld NGO-k küzdelme ellenére – az atomenergia és a földgáz 2023. január 1-jétől bekerült az EU zöld taxonómiájába, mivel az átfogó vizsgálatok eredményeként a teljes életciklus szennyezését tekintve nem károsabbak a többi energiaforrásnál, sőt a megújulóknál sem (vagy nem számottevően).⁶²

⁶⁰ BERTALAN Zsolt: Innováció egy nagyvállalatnál. Hogyan innovál egy nagyvállalat? Előadás. Hidak és utak – II. Innovációs Konferencia. Lehetőségből cselekvés. Budapesti Corvinus Egyetem, 2022.11.24-25.

⁶¹ GYULAI Tamás: Mesterséges intelligencia a jövő okos városában. KNBSZ–NKE workshop, 2022.11.03.

⁶² VÉGH János: EU zöld taxonómia és atomenergia. Tudományünnepe+, 2022.11.16. <https://www.youtube.com/watch?v=GglM2og3M6o>; letöltés: 2022.12.04.

Az évtizedek során a többek között a súlyos nukleáris katasztrófák miatt felerősödött társadalmi bizalmatlanság, sőt elutasítás egyik legfontosabb oka – amire a környezeti szempontokat figyelő civil szervezetek is felhívják a figyelmet – a sugárzó hulladék kezelésének a problémája. Ennek következtében ez az egyik kérdés, amiben a technológia fejlődése és hazai adaptálása változást hozhat, és több szakértő is hosszan elemezte a várható változásokat, fejlesztéseket.

A kiegészített nukleáris üzemanyag kezelésére nézve biztató, hogy annak több mint 90%-a újrahasznosítható további energiaelőállítás céljára, csak a fennmaradó rész kellene mint nagy aktivitású sugárzó hulladékot elhelyezni, például mélygeológiai tárolókban.⁶³ A technológia erre előrehaladott állapotban van, viszont az elmúlt 50 évben túl drága volt, ezért nem alkalmazták, jelen energiapiaci helyzetben viszont fontolóra veendő a szélesebb körű elterjesztése. A fűtőelemek újrahasznosítása mellett az aktinidák (hosszú felezési idejű nukleáris hulladékok) átalakítása (transzmutációja) is egy lehetséges feldolgozási technológia, amelyről kutatás folyik Szegeden (a lézeres kutatóközpontban), illetve magyar részvétellel a V4-országokkal közösen futó, 4. generációs gázhűtéses gyorsreaktor-projektekben (lásd pl. ALLEGRO-projekt).⁶⁴ Az előadásokból⁶⁵ kiderült, hogy a 4. generációs gyorsreaktorok nem feltétlenül leváltanák, hanem kiegészítenék a termikus reaktorokat a magasabb hőmérsékletű üzemeléssel, ami szükséges a kiegészített hasadóanyag további hasznosításához, de amire a nyomottvízes (így pl. a paksi) technológia már nem alkalmas.

A kisméretű moduláris reaktorok hazai alkalmazása ugyancsak lehetséges eljárásnak tűnt a szakértők szerint, de ebben nincs teljes összhang a tudósok között. Boros⁶⁶ felhívta a figyelmet, hogy az SMR-ek egyik előnye (a szakirodalomban ismertetettek kivételével), hogy még nincs hozzájuk kapcsolódó negatív tapasztalat, térben (és időben) elszórtan jelenhetnek meg (nem koncentráltan), és a társadalomban nincs félelem az alkalmazásával szemben. Ezen előnyök segítségével könnyebb lehet elfogadtatni új moduláris atomreaktorok építését a közvéleménnyel, mint a hagyományos atomerőművekéit. Más szempontból az SMR-ek a gazdasági és a társadalmi előnyeik ellenére (amely miatt pl. a csehek és a lengyelek már szerződéseket kötöttek gyártókkal, kivitelezőkkel) nem biztos, hogy széles körben elterjednek, mert az engedélyeztetés nem gyorsabb, mint a nagyerőművek esetében, miközben ez az atomerőművek építését egyik legjobban gátló tényező. Megjegyzendő, hogy Magyarországon az elérhető információk alapján nem szerepel a tervdokumentumokban és stratégiákban sem az SMR, sem más technológia a Paks 2 beruházás alternatívájaként, bár igen kevés információ áll rendelkezésre a Paks 2 projektdokumentumainak titkosítása miatt. Mindazonáltal a konferenciákon elhangzott,

⁶³ ASZÓDI Attila: Feszítő kérdések az energetikában: ellátásbiztonság vagy dekarbonizáció? Vagy és? Tudományünnepe+, 2022.11.09

<https://www.youtube.com/watch?v=nP6qUIgNGYs>; letöltés: 2022.12.04.

⁶⁴ HORVÁTH Ákos: Hasítunk-e? A nukleáris energia jövője az EU-ban. Tudományünnepe+, 2022.11.15.

<https://www.youtube.com/watch?v=jmrEiMfRVf0>; letöltés: 2022.12.04.

⁶⁵ SZIEBERTH Máté: A gyorsreaktorok szerepe a nukleáris üzemanyagciklusban. Tudományünnepe+, 2022.11.16.

<https://www.youtube.com/watch?v=GglM2og3M6o>; letöltés: 2022.12.04.

⁶⁶ BOROS Ildikó: Mikor lehet SMR-ünk? Az atomerőművi kisreaktorok fejlettségi státusza. Tudományünnepe+, 2022.11.16.

<https://www.youtube.com/watch?v=GglM2og3M6o>; letöltés: 2022.12.04.

hogy az EU-ban érzékelhető a szándék arra, hogy a nukleáris engedélyeztetési szabályozást harmonizálják, és az engedélyeztetést egyszerűsítsék és gyorsítsák.

Az energiatárolás legígéretesebb jelöltje: a hidrogén

A hidrogén előállítását és használatát az energiaszektorban a szakértők széles köre az egyik legígéretesebb eseménynek várja Magyarországon is. Ezt alátámasztja az a tény is, hogy hazánkban nemcsak kutatások, de pilotprojektek és gyakorlati alkalmazások is folyamatban vannak, ami alább példát is irok.

Az orosz–ukrán háború a hidrogén stratégiai kihasználását jelentősen felgyorsította az EU-ban – bizonyos 2050-es célokat előrehoztak 2030-ra –, de az operatív megvalósítás nem tudta ilyen gyorsan lekövetni a felerősödő igényt. Az EU irányvonalához illeszkedve Magyarország hidrogénstratégiája⁶⁷ kiemeli a hidrogént jelenleg is nagyobb mennyiségben felhasználó ipari tömörüléseket, amelyekhez a hidrogénelőállítás és -tárolás is kapcsolódhat: északkeleti hidrogénvölgy (Miskolc, Tiszaújváros, Kazincbarcika) és a dunántúli hidrogén-ökoszisztéma (Pétfürdő, Százhalombatta, Dunaújváros, Beremend, Királyegyháza). A hidrogénstratégia a fokozatosságot tartja szem előtt, következésképp – még az EU korábbi iránymutatásnak megfelelően – 2030-ig az előkészítő szakasz tart.⁶⁸

Hazánkban a hosszabb időre (pl. nyárról télre) történő energiatárolás – más adottságok és erőforrások híján – elsősorban a kémiai tárolás útján lehetséges. A hidrogén mint energiatároló közeg tömegarányosan előnyös, és sóbányákban vagy kimerült geológiai földgázkamrákban lehet tárolni,⁶⁹ amely már hazánk számára is stratégiai előnyt jelenthet. Ezt az előnyt a Magyar Földgáztároló Zrt. (MFGT)⁷⁰ is igyekszik hasznosítani: a meglévő földgáztározóhoz és infrastruktúrához külföldről berendelt elektrolizáló berendezést és puffertartályokat fognak létesíteni, amelyek összteljesítménye 2,5 MW lesz, és elsősorban demonstrációs célokat szolgál. Ezzel párhuzamosan Bükkábrányban is készül egy kisebb hidrogénelektrolizáló és -tároló komplexum, egy valamivel nagyobb (10 MW-os) megvalósítását pedig a MOL tűzte ki célul.⁷¹ A kémiai tárolás, esetünkben a hidrogéntechnológia a hazai szakértői várakozások szerint elsősorban az iparban és részben az energetikában erősödhet meg a következő 10 évben, a személyi mobilitásban az előrejelzések szerint valószínűleg kisebb lesz a szerepe, mivel nem méretgazdaságos az alkalmazása kis léptékben.

⁶⁷ Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiája. ITM, 2021.06.02.

<https://kormany.hu/dokumentumtar/magyarorszag-nemzeti-hidrogenstrategiaja>, letöltés: 2023.01.02.

⁶⁸ TOMPOS András: Hidrogén és tüzelőanyagcella-szektor a változó világban. Tudományünnep+, 2022.11.15.

<https://www.youtube.com/watch?v=jmrEiMfRVf0>; letöltés: 2022.12.04.

⁶⁹ JANÁKY Csaba: A megújuló energiaforrásokról közérthetően: csodaszor, vagy zsákutca? Tudományünnep+, 2022.11.10.

<https://www.youtube.com/watch?v=5vRwPfhvSG8>; letöltés: 2022.12.04.

⁷⁰ KRISTON Ákos: Innováció a Magyar Földgáztárolónál. Előadás. Hidak és utak – II. Innovációs Konferencia. Lehetőségből cselekvés. Budapesti Corvinus Egyetem, 2022.11.24-25.

⁷¹ HORVÁTH Ákos – KADERJÁK Péter – TOMPOS András – TOMPA Ferenc – MOLNÁR Gábor: Az energiaellátás biztonsága – hogyan merre? Első szekció: termelés és tárolás. Tudományünnep+, kerekasztalbeszélgetés, 2022.11.15.

<https://www.youtube.com/watch?v=jmrEiMfRVf0>; letöltés: 2022.12.04.

A hidrogén energetikai felhasználását gyorsíthatja, hogy a gázturbinagyártók már fel vannak készülve a hidrogén fogadására: ha lesz elég hidrogéntermelés, az erőművek a korszerű gázturbináikkal 25–100%-ban tudnak hidrogént is égetni. Végző soron a magyar szakértők is megvalósíthatónak és jövőbe mutató technológiának tartják a zöld hidrogén előállítását.

Egyéb áttörő technológiák Magyarországon

A konferenciák és a workshopok konklúziói szerint a megújuló erőforrások rendszerintegrációja és a megfelelő menetrendezés egy komoly, megoldandó probléma. Ennek kapcsán merültek fel olyan további technológiák és eljárások az MVM oldaláról, amelyek igen előremutatók, egyelőre azonban csak terv vagy próbaprojekt szintjén léteznek. Ilyen projekt az energiaközösség létrehozása Keszthelyen, valamint az úgynevezett „black start” képesség⁷² fejlesztése Litéren. Bár ezek a projektek részben az energiaszektor decentralizációja irányába hatnak, a korábbi elemzésből kiderült, hogy alapvetően a magyar energiastratégiát nem jellemzi a decentralizációs törekvés.

Egyes szakértők⁷³ szerint a tárolókkal kombinált megújuló erőművek meg tudják oldani saját rendszerintegrációjukat azonnali és rövid távú (pl. szezonális) tárolással, de ezt nem kizárólag, sőt nem elsősorban hidrogénnel, hanem akár relatíve kisebb akkumulátoros tárolókkal is elérhetjük. Különösen, ha a 2022-ben kritikussá vált földgáz felhasználását tekintjük, a fogyasztók oldaláról a legjobb költségmegtakarítást a megújuló erőforrásokkal (14 Ft/m³/év), a tárolókkal kiegészített menetrendezéssel, geotermikus távhőszolgáltatással, majd a teljes lakáshőszigeteléssel (35–45 Ft/m³/év) lehet elérni a számítások szerint.

Az itt felsoroltakon kívül a szakirodalomban említett többi felforgató technológia vagy egyáltalán nem merült fel a hazai szakértői körökben (pl. virtuális erőmű, blokklánc, fúziós technológia csak említés szintjén), vagy nem releváns számunkra (hullámenergia, úrnaperőmű, geomérnökség).

ÖSSZEGZÉS: A FELFORGATÓ TECHNOLÓGIÁK ÉS MAGYARORSZÁGI ALKALMAZÁSUK

Magyarország a közepes fejlettségű országok közé sorolható, ennél fogva jellemzően vannak lemaradásaink a technológiai fejlettségben a fejlett nyugati országokhoz képest. Ebben a tanulmányban megvizsgáltam azokat az energiaipari felforgató technológiákat, amelyek gyenge jelként vagy szabadkártyaként meg- megjelennek az angol nyelvű nemzetközi szakirodalomban, és néhány hazai energetikai szakértői fórum, workshop és konferencia tudományos nyilatkozatainak és előadásainak feldolgozásával értékeltem a felforgató technológiák hazai megítélését és alkalmazási lehetőségeit.

⁷² A „black start” a külső feszültség nélküli indítást jelenti, így részben a szigetüzemű működéshez hasonlítható.

⁷³ KADERJÁK Péter: Az energiatárolókkal kombinált megújuló erőművek lehetséges szerepe a magyar energiaszuverenitás biztosításában. Tudományünnep+, 2022.11.15. <https://www.youtube.com/watch?v=jmrEiMfRVf0>; letöltés: 2022.12.04.

A szakirodalomban azonosított legjelentősebbnek tekinthető felforgató technológiák a mesterséges intelligencia, a fúziós atomenergia, valamint a moduláris erőművi konstrukció. Ezek közül Magyarországon az MI tekinthető egyértelműen relevánsnak a következő 8–10 évben, a moduláris erőműveket több hazai szakértő is ígéretesnek tartja, de elterjedésük a közeljövőben nem valószínű, a fúziós atomenergia pedig csak az ország hosszú távú jövőjének képezheti részét. A kutatási kérdésemre, miszerint 2030-ig milyen felforgató technológiák elterjedése várható az energiaiparban globálisan, és ezek közül melyek megjelenésére lehet számítani Magyarországon, a fent írtakat is magában foglaló 2. táblázat ad összefoglaló választ.

Felforgató technológia az energiaiparban	Gyenge jel (kibontakozó trend korai megjelenése)	Szabadkártya (kis valószínűségű, de nagy hatású esemény)	Magyarországon 10 éven belül relevánsnak tekinthető technológia
Mesterséges intelligencia	J		J
Fúziós atomenergia	J		J
Moduláris erőművek	J		(J)
Kombinált erőművek		J	(J)*
Virtuális erőművek	J		
Blokklánc		(J)	
Geomérnökség		J	
Úrnaperőmű	J		
IV. generációs atomerőmű	J		
Energiaközösség*	(J)		J
„Black start” képesség**	(J)		

* A szakértői fórumok alapján Magyarországon a tárolóval kombinált megújuló alapú erőművet (is) értjük alatta.
** Erre vonatkozó szakirodalmat nem tártam fel, de véleményem szerint több fejlett országban ezek már vagy gyenge jelnek, vagy kibontakozó trendnek tekinthetők.

2. táblázat. A szakirodalomból és a szakértői előadásokból kiemelt felforgató technológiák összefoglaló táblázata
Szerkesztette: Márton András

A magyar energiaipar nyugati gyakorlatot követő magatartása (ezáltal késése) csak az egyik ok, ami miatt a hazai szakértők nem várnak áttörést az energetikai technológiák terén, mert ha lenne ilyen, azt Nyugaton (vagy épp Keleten) már látnánk. Konszenzusos álláspont látszott kirajzolódni a nyilatkozatok és az előadások alapján abban is, hogy az energetikában azért nincsenek felforgató technológiák, mert az energiaválság alapvetően Európa problémája (más kutatóközpontoknak és agytrösztöknek nincs erős és sürgős motivációja), ráadásul a megoldást az EU-n belül is sokféleképpen képzelik el. A legjobb energiaipari útírányt és fejlesztéseket tekintve nincs sem szakmai, sem társadalmi egyetértés, valamint meglehetősen szétartóak a gazdasági és a geopolitikai érdekek. Természetesen, ha valamelyik fent

említett technológia mégis betör a következő évtizedben, és valóban felforgatja az energiaszektor, akkor előbb-utóbb Magyarországon is megjelenhet, vagy ha adottságai miatt ez nem lehetséges, akkor is profitálhat hazánk az új technológiából az összekapcsolt hálózatokon, a tudástranszferen vagy más kapcsolatokon keresztül. Ám arra a tudományos cikkek és a szakértők is felhívták a figyelmet, hogy megfelelő kiberbiztonság szükséges ahhoz, hogy az MI, a virtuális erőművek, a blokklánc, az IoT vagy bármely digitális alkalmazás elfogadhatóan alacsony kockázattal épülhessen be az energiaszektorba, ezáltal a társadalom és a gazdaság mindennapjaiba.

Magyarország energiaiparának a középtávú jövőben minden jel szerint az új paksi erőmű lesz a legmeghatározóbb szereplője, de a szektor a szakértői várakozások szerint ki fog egészülni a megújuló erőforrásokkal, esetleg kiegészítő szerepű IV. generációs gyorsreaktorral, valamint a hidrogéntekológiával. Ez utóbbi a Zrínyi 2026 terv szerint fontos szerepet játszhat a védelmi iparban is. A tárolóval kombinált megújuló erőművek valamelyest a decentralizáció irányába viszik majd el a hazai villamosenergia-rendszert, és ehhez kapcsolódóan a szakértők azt is felvetették, hogy a rendszeregyensúly ezáltal fogyasztói oldalról is részben biztosítható lenne, és ebben hangsúlyosabbá válhat az MI használata is.

Összegzésként fontos kiemelni a társadalmi akarat jelentőségét. A tanulmányból is kikövetkeztethető, hogy azért, mert valamely technológia gyenge jelként vagy megbontó innovációként rendelkezésre el, netán már el is indult a trenddé válás útján, még mindig előfordulhat, hogy nem válik széles körben alkalmazott technológiává, ha az emberek számára nem elfogadható az a jövőkép, amelyhez vezet. A társadalom által kívánatosnak tartott jövőben azok a technológiák foglalhatnak helyet, amelyekkel kapcsolatban megvan a kellő ismeret, amelyek iránt van nyitottság, befogadási készség, később pedig kellő tudás az alkalmazásra. Az újdonság megismertetésére és a tudás átadására a tudomány képes, de a technológia biztonságos bevezetése és elterjesztése a politika és a gazdaság feladata.

IRODALOMJEGYZÉK

ABDALLA, Ahmed N. – NAZIR, Muhammad Shahzad – TAO, Hai – CAO, Suqun – Ji, Rendong – JIANG, Mingxin – YAO, Liu: Integration of energy storage system and renewable energy sources based on artificial intelligence: An overview. *Journal of Energy Storage*, Volume 40, August 2021. <https://sci-hub.se/uptodate/S2352152X21005387.pdf>; letöltés: 2023.02.04.

About ITER. In a few lines. <https://www.iter.org/proj/inafewlines>; letöltés: 2023.01.30.

Advances in Small Modular Reactor Technology Developments. A Supplement to: IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS). International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 2020. https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf, letöltés: 2022.08.25.

- AHMAD, Tanveer – ZHANG, Dongdong – HUANG, Chao – ZHANG, Hongcai – DAI, Ningyi – SONG, Yonghua – CHEN, Huanxin: Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status Quo, challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, Volume 289, 20 March 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125834>; letöltés: 2022.12.02.
- ASZÓDI Attila: Feszítő kérdések az energetikában: ellátásbiztonság vagy dekarbonizáció? *Vagy és? Tudományünnep+*, 2022.11.09.
<https://www.youtube.com/watch?v=nP6qUIgNGYs>; letöltés: 2022.12.04.
- ATTIA, Mohammed El Hadi – KABEEL, A. E. – ABDELGAIED, Mohamed: Optimal concentration of El Oued sand grains as energy storage materials for enhancement of hemispherical distillers performance. *Journal of Energy Storage*, Volume 36, April 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102415>; letöltés: 2022.12.06.
- BERECZKI Dávid: Milyen kihívásokat jelent az új technológiák elterjedése az elhárítás számára? *KNBSZ–NKE workshop*, 2022.11.03.
- BERTALAN Zsolt: Innováció egy nagyvállalatnál. Hogyan innovál egy nagyvállalat? *Előadás. Hidak és utak – II. Innovációs Konferencia. Lehetőségből cselekvés. Budapesti Corvinus Egyetem*, 2022.11.24-25.
- BHUIYAN, Erphan A. – HOSSAIN, Md. Zahid – MUYEEN, S. M. – FAHIM, Shahriar Rahman – SARKER, Subrata K. – DAS, Sajal K.: Towards next generation virtual power plant: Technology review and frameworks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 150, October 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111358>; letöltés: 2022.12.02.
- BONGOMIN, Ocident – OCEN, Gilbert Gilibrays – NGANYI, Eric Oyondi – MUSINGUZI, Alex – OMARA, Timothy: Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0. *Journal of Engineering*, Volume 2020.
<https://doi.org/10.1155/2020/4280156>; letöltés: 2022.10.24.
- BOROS Ildikó: Mikor lehet SMR-ünk? Az atomerőművi kisreaktorok fejlettségi státusza. *Tudományünnep+*, 2022.11.16.
<https://www.youtube.com/watch?v=GglM2og3M6o>; letöltés: 2022.12.04.
- BOZA, Pal – EVGENIOU, Theodoros: Artificial intelligence to support the integration of variable renewable energy sources to the power system. *Applied Energy*, Volume 290, May 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116754>; letöltés: 2022.11.16.
- CABAL, Helena – LECHÓN, Yolanda – BUSTREO, C. – GRACCEVA, Francesco – BIBERACHER, Markus – WARD, D. – DONGIOVANNI, Danilo Nicola – GROHNHEIT, Poul Erik: Fusion power in a future low carbon global electricity system. *Energy Strategy Reviews*, Volume 15, March 2017. pp. 1–8.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.esr.2016.11.002>; letöltés: 2022.12.30.
- ČABELKOVÁ, Inna – STRIELKOWSKI, Wadim – STREIMIKIENE, Dalia – CAVALLARO, Fausto – STREIMIKIS, Justas: The social acceptance of nuclear fusion for decision making towards carbon free circular economy: Evidence from Czech Republic. *Technological Forecasting & Social Change*, Volume 163, February 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120477>; letöltés: 2022.12.28.

CHEN, Chao – LU, Yangsiyu – XING, Lei: Levelling renewable power output using hydrogen-based storage systems: A techno-economic analysis. *Journal of Energy Storage*, Volume 37, May 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102413>; letöltés: 2022.12.14.

CHEN, Cheng – HU, Yuhan – KARUPPIAH, Marimuthu – KUMAR, Priyan Malarvizhi: Artificial intelligence on economic evaluation of energy efficiency and renewable energy technologies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Volume 47, October 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101358>; letöltés: 2022.11.15.

CHUYANOV, Valery A. – GRYAZNEVICH, Mikhail P.: Modular fusion power plant. *Fusion Engineering and Design*, Volume 122, November 2017, pp. 238–252.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.fusengdes.2017.07.017>; letöltés: 2022.09.26.

Climate Change and International Responses Increasing Challenges to US National Security Through 2040. National Intelligence Council, USA, 2021.

https://www.dni.gov/files/ODNI/documents/assessments/NIE_Climate_Change_and_National_Security.pdf, letöltés: 2022.08.25.

CURTO, Domenico – FRANZITTA, Vincenzo – GUERCIO, Andrea: Sea Wave Energy. A Review of the Current Technologies and Perspectives. *Energies*, Volume 14, Issue 20, October 2021.

<https://doi.org/10.3390/en14206604>; letöltés: 2022.11.08.

CSÁKI Csaba: A mesterséges intelligencia és egyéb felforgató technológiák elterjedéséből adódó kockázatok vizsgálata, azok kezelésének lehetőségei. KNBSZ–NKE workshop, 2022.11.03.

Empowering AI Leadership: AI C-Suite Toolkit. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2022.

https://www3.weforum.org/docs/WEF_Empowering_AI_Leadership_2022.pdf; letöltés: 2022.12.28.

ERDÉSZ Viktor: Milyen lehetőségeket hoz az új technológiák elterjedése a felderítés számára? KNBSZ–NKE workshop, 2022.11.03.

FAN, Zhiyuan – SHEERAZI, Haida – BHARDWAJ, Amar – CORBEAU, Anne-Sophie – LONGOBARDI, Kathryn – CASTAÑEDA, Adalberto – MERZ, Ann-Kathrin – WOODALL, Caleb – AGRAWAL, Mahak – OROZCO-SANCHEZ, Sebastian – FRIEDMANN, Julio: Hydrogene Leakage – A Potential Risk for the Hydrogene Economy. Columbia SIPA, Center on Global Energy Policy, 2022.07.05.

<https://www.energypolicy.columbia.edu/research/commentary/hydrogen-leakage-potential-risk-hydrogen-economy>; letöltés: 2022.12.30.

Fugitive Hydrogen Emissions in a Future Hydrogen Economy.

Frazer-Nash Consultancy, March 2022.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1067137/fugitive-hydrogen-emissions-future-hydrogen-economy.pdf; letöltés: 2022.12.30.

Fusion research worldwide. Max Planck Institute for Plasma Physics.

<https://www.ipp.mpg.de/1740642/weltweit>; letöltés: 2022.01.30.

Global opinions and expectations about Artificial Intelligence: A Global Advisory survey.

Ipsos, January 2022

<https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2022-01/Global-opinions-and-expectations-about-AI-2022.pdf>; letöltés: 2022.08.25.

GYULAI Tamás – Mesterséges intelligencia a jövő okos városában.
KNBSZ–NKE workshop, 2022.11.03.

HIDEG Éva – KOROMPAI Attila – KOVÁCS Géza – NOVÁKY Erzsébet: Jövő kutatás.
Aula, Budapest, 1999.

HIDEG Éva – MIHÓK Barbara – GÁSPÁR Judit – SCHMIDT Péter – MÁRTON András – BÁLDI András: Assessment in horizon scanning by various stakeholder groups using Osgood's semantic differential scale – A methodological development. *Futures*, Volume 126, February 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102677>; letöltés: 2022.11.04.

HIMEUR, Yassine – GHANEM, Khalida – ALSALEMI, Abdullah – BENSALI, Faycal – AMIRA, Abbas: Artificial intelligence based anomaly detection of energy consumption in buildings: A review, current trends and new perspectives. *Applied Energy*, Volume 287, April 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116601>; letöltés: 2022.10.16.

HOFFER Ilona – IVÁNYI Attila Szilárd: Gondolatok az innováció működési mechanizmusáról. *Vezetéstudomány*, 39. évfolyam 4. szám, 2008. pp. 51–55.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2008.04.05>; letöltés: 2022.10.11.

HORVÁTH Ákos – KADERJÁK Péter – TOMPOS András – TOMPA Ferenc – MOLNÁR Gábor: Az energiaellátás biztonsága – hogyan merre? Első szekció: termelés és tárolás. Tudományünnep+, kerekasztalbeszélgetés, 2022.11.15.
<https://www.youtube.com/watch?v=jmrEiMfRVf0>; letöltés: 2022.12.04.

HORVÁTH Ákos: Hasítunk-e? A nukleáris energia jövője az EU-ban. Tudományünnep+, 2022.11.15.
<https://www.youtube.com/watch?v=jmrEiMfRVf0>; letöltés: 2022.12.04.

IMRE Attila – OBERFRANK Ferenc – GOLDFÁRTH József – HORVÁTH Ákos – KOVÁCS Pál – KISS Csaba – SZABÓ István – TOMPOS András: A tudomány és a szakpolitika együttműködési lehetőségei az energiaellátás biztonsága, megfizethetősége és fenntarthatósága érdekében. Tudomány és Parlament: A nemzeti energiapolitika stratégiai kihívásai. Előadások és panelbeszélgetés, 2022.11.10.
<https://www.youtube.com/watch?v=siw7XzEsHEY&t=13624s>; letöltés: 2022.12.04.

JAFFE, Paul: 24 – Space Solar. In: LETCHER, Trevor. M. (szerk.): *Future Energy (Third Edition). Improved, Sustainable and Clean Options for our Planet*. Elsevier, 2020. pp. 519–542.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102886-5.00024-4>; letöltés: 2022.12.28.

JANÁKY Csaba: A megújuló energiaforrásokról közérthetően: csodaszor, vagy zsákutca? Tudományünnep+, 2022.11.10.
<https://www.youtube.com/watch?v=5vRwpfHvSG8>; letöltés: 2022.12.04.

KADERJÁK Péter: Az energiatárolókkal kombinált megújuló erőművek lehetséges szerepe a magyar energiaszuverenitás biztosításában. Tudományünnep+, 2022.11.15.
<https://www.youtube.com/watch?v=jmrEiMfRVf0>; letöltés: 2022.12.04.

KIVIMAA, Paula – LAAKSO, Senja – LONKILA, Annika – KALJONEN, Minna: Moving beyond disruptive innovation: A review of disruption in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Volume 38, March 2021, pp. 110–126.
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.12.001>; letöltés: 2022.11.26.

KONG, Lingguo – LI, Liangyuan – CAI, Guowei – LIU, Chuang – MA, Ping – BIAN, Yudong – MA, Tao: Techno-economic analysis of hydrogen energy for renewable energy power smoothing. *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 46, Issue 3, January 2021. pp. 2847–2861.

<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.07.231>; letöltés: 2022.12.02.

KOW, Ken Weng – WONG, Yee Wan – RAJKUMAR, Rajparthiban Kumar – RAJKUMAR, Rajprasad Kumar: A review on performance of artificial intelligence and conventional method in mitigating PV grid-tied related power quality events. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 56, April 2016. pp. 334–346.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.064>; letöltés: 2022.12.14.

KRISTON Ákos: Innováció a Magyar Földgáztárolónál.

Előadás. Hidak és utak – II. Innovációs Konferencia. Lehetőségből cselekvés.

Budapesti Corvinus Egyetem, 2022.11.24-25.

LYU, Wenjing – LIU, Jin: Artificial Intelligence and emerging digital technologies in the energy sector. *Applied Energy*, Volume 303, December 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117615>; letöltés: 2022.10.08.

Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiája. ITM, 2021.06.02.

<https://kormany.hu/dokumentumtar/magyarorszag-nemzeti-hidrogenstrategiaja>,

letöltés: 2023.01.02.

MAKALA, Baloko – BAKOVIC, Tonci: Artificial Intelligence in the Power Sector.

EM Compass, Note 81, April 2020.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34011.18729>; letöltés: 2022.11.02.

MÁRTON András: A környezetileg fenntartható stratégiai menedzsment jövőkutatási alapozása. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Közgazdasági és Gazdaságinformatikai Doktori Iskola, 2022.

http://phd.lib.uni-corvinus.hu/1162/1/Marton_Andras_dhu.pdf; letöltés: 2022.12.14.

MENDONÇA, Sandro – CARDOSO, Gustavo – CARAÇA, João: The strategic strength of weak signal analysis. *Futures*, Volume 44, Issue 3, April 2012. pp. 218–228.

https://www.researchgate.net/publication/251724953_The_strategic_strength_of_weak_signal_analysis; letöltés: 2022.11.18.

METAXIOTIS, K. – KAGIANNAS, A. – ASKOUNIS, Dimitris – PSARRAS, John: Artificial intelligence in short term electric load forecasting: a state-of-the-art survey for the researcher. *Energy Conversion and Management*, Volume 44, Issue 9, June 2003. pp. 1525–1534.

[https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(02\)00148-6](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(02)00148-6); letöltés: 2022.10.14.

MOORE, Geoffrey A.: Darwin and the Demon – Innovating Within Established Enterprises.

Harvard Business Review, Volume 82, Issue 7-8, July 2004. pp. 86–92.

<https://hbr.org/2004/07/darwin-and-the-demon-innovating-within-established-enterprises>;

letöltés: 2022.12.10.

MORI, Masahiro – KAGAWA, Hideshi – SAITO, Yuka: Summary of studies on space solar power systems of Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA).

Acta Astronautica, Volume 59, Issue 1–5, July–September 2006. pp. 132–138.

<https://doi.org/10.1016/J.ACTAASTRO.2006.02.033>; letöltés: 2022.11.06.

- NAVAL, Natalia – YUSTA, Jose M.: Virtual power plant models and electricity markets – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 149, October 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111393>; letöltés: 2022.11.17.
- NICHOLAS, T. E. . – DAVIS, Thomas P. – FEDERICI, F. – LELAND, J. – PATEL, B. S. – VINCENT, C. – WARD, S. H.: Re-examining the role of nuclear fusion in a renewables-based energy mix. *Energy Policy*, Volume 149, February 2021. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112043>; letöltés: 2022.10.16.
- NOVÁKY Erzsébet – KRISTÓF Tamás: A comprehensive review of Hungarian futures studies in light of international journal articles. *European Journal of Futures Research*, Volume 10, Issue 14, 2022. <https://doi.org/10.1186/s40309-022-00201-x>; letöltés: 2022.12.30.
- NOVÁKY Erzsébet: Jövőkutatás és felelősség. *Magyar Tudomány*, 167. évfolyam 9. szám, 2006. pp. 1090–1098. <http://www.matud.iif.hu/2006-09.pdf>; letöltés: 2022.10.08.
- OCKO, Ilissa B. – HAMBURG, Steven P.: Climate consequences of hydrogen emissions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, Volume 22, Issue 14, 2022. pp. 9349–9368. <https://doi.org/10.5194/acp-22-9349-2022>; letöltés: 2022.12.28.
- ONGENA, Jef: Nuclear fusion and its large potential for the future world energy supply. *Nukleonika*, Volume 61, Issue 4, 2016. pp. 425–432. <https://doi.org/10.1515/nuka-2016-0070>; letöltés: 2022.12.02.
- PETERSEN, John L.: *Out of the Blue: How to Anticipate Big Future Surprises*. Madison, Lanham, 1999.
- PRADES, A. – DELICADO, A. – SCHMIDT, L. – TURCANU, C. – MESKENS, G. – PERKO, T. – WARD, D. – OLTRA, C.: *Social Research on Fusion*. 26th IAEA Fusion Energy Conference, Kyoto, Japan, 17–22 October 2016. <https://nucleus.iaea.org/sites/fusionportal/Shared%20Documents/FEC%202016/fec2016-preprints/preprint0470.pdf>; letöltés: 2022.11.27.
- PRASAD, Kushal A. – CHAND, Aneesh A. – KUMAR, Nallapaneni Manoj – NARAYAN, Sumesh – MAMUN, Kabir A.: A Critical Review of Power Take-Off Wave Energy Technology Leading to the Conceptual Design of a Novel Wave-Plus-Photon Energy Harvester for Island/Coastal Communities' Energy Needs. *Sustainability*, Volume 14, Issue 4, 2022. <https://doi.org/10.3390/su14042354>; letöltés: 2022.12.06.
- Report of the World Commission on Environment and Development: *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford, 1987. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>; letöltés: 2022.10.14.
- SCHUMPETER, Joseph A.: *A gazdasági fejlődés menete*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- ȘERBAN, Andreaa Claudia – LYTRAS, Miltiadis D.: Artificial Intelligence for Smart Renewable Energy Sector in Europe – Smart Energy Infrastructures for Next Generation Smart Cities. *IEEE Access*, Volume 8, 2020. pp. 77364–77377. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2990123>; letöltés: 2022.11.10.

SHUMLAK, Uri: Z-pinch fusion. *Journal of Applied Physics*, Volume 127, Issue 20, 2020.
<https://doi.org/10.1063/5.0004228>; letöltés: 2022.12.06.

SZIEBERTH Máté: A gyorsreaktorok szerepe a nukleáris üzemanyagciklusban.
Tudományünnep+, 2022.11.16.
<https://www.youtube.com/watch?v=GglM2og3M6o>; letöltés: 2022.12.04.

TETTEH, Sampson – YAZDANI, Maryam Roza – SANTASALO-AARNIO, Annukka:
Cost-effective Electro-Thermal Energy Storage to balance small scale renewable energy
systems. *Journal of Energy Storage*, Volume 41, September 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102829>; letöltés: 2022.10.28.

TEUFEL, Bernd – SENTIC, Anton – BARMET, Mathias: Blockchain energy:
Blockchain in future energy systems. *Journal of Electronic Science and Technology*,
Volume 17, Issue 4, December 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.jnlest.2020.100011>; letöltés: 2022.08.30.

TOLLEFSON, Jeff – GIBNEY, Elizabeth: Nuclear-fusion lab achieves ‘ignition’: what does it
mean?
Nature, Volume 612, News Explainer, 2022.12.13. pp. 597–598.
<https://doi.org/10.1038/d41586-022-04440-7>; letöltés: 2022.12.16.

TOMPOS András: Hidrogén és tüzelőanyagcella-szektor a változó világban.
Tudományünnep+, 2022.11.15.
<https://www.youtube.com/watch?v=jmrEiMfRVf0>; letöltés: 2022.12.04.

UDDIN, Md. Nasir – RASHID, Mahbub – MOSTAFA, Mohammad Golam – BELAYET, H. –
SALAM, Syed Munimus – NITHE, Na: New Energy Sources: Technological Status and
Economic Potentialities. *Global Journal of Science Frontier Research*, Volume 16, Issue 1,
March 2016. pp. 24–37.
https://globaljournals.org/GJSFR_Volume16/3-New-Energy-Sources-Technological.pdf;
letöltés: 2022.09.10.

VÉGH János: EU zöld taxonómia és atomenergia. Tudományünnep+, 2022.11.16.
<https://www.youtube.com/watch?v=GglM2og3M6o>; letöltés: 2022.12.04.

WARMANN, Emily C. – ESPINET-GONZALEZ, Pilar – VAIDYA, Nina – LOKE, Samuel –
NAQAVI, Ali – VINOGRADOVA, Tatiana – KELZENBERG, Michael – LECLERC, Christophe –
GDOUTOS, Eleftherios – PELLEGRINO, Sergio – ATWATER, Harry A.:
An ultralight concentrator photovoltaic system for space solar power harvesting.
Acta Astronautica, Volume 170, May 2020. pp. 443–451.
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.12.032>; letöltés: 2022.10.14.

WARWICK, Nicola – GRIFFITHS, Paul – KEEBLE, James – ARCHIBALD, Alexander –
PYLE, John – SHINE, Keith: Atmospheric implications of increased Hydrogen use.
Open Government Licence, April 2022.
[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/
file/1067144/atmospheric-implications-of-increased-hydrogen-use.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1067144/atmospheric-implications-of-increased-hydrogen-use.pdf); letöltés: 2022.12.30.

World Nuclear Performance Report 2022. World Nuclear Association, England, 2022.
[https://world-nuclear.org/getmedia/9dafaf70-20c2-4c3f-ab80-f5024883d9da/World-Nuclear-
Performance-Report-2022.pdf.aspx](https://world-nuclear.org/getmedia/9dafaf70-20c2-4c3f-ab80-f5024883d9da/World-Nuclear-Performance-Report-2022.pdf.aspx); letöltés: 2022.08.25.

MISKOLCZI MÁRK – KÖKÉNY LÁSZLÓ

MI-T HOZ A JÖVŐ? – MUNKAERŐPIACI VÁLTOZÁSOK A SZEMÉLYKÖZLEKEDÉS TERÉN

BEVEZETÉS

A mesterséges intelligencia (MI) átalakítja a társadalmi-gazdasági környezetünket, új termékeket és szolgáltatásokat kínál, a nagyobb hatékonyság és az alacsonyabb költségek révén pedig termelékenységnövekedést ígér.¹ Ugyanakkor a mesterséges intelligencia kérdéseket vet fel és aggodalmakat táplál a munkaerőpiacra és a társadalomra gyakorolt hatásával kapcsolatban. A munkavállalókkal és a tágabb értelemben vett társadalmi környezettel kapcsolatos aggodalmak erősödnek, ami azzal az elképzeléssel kapcsolatos, hogy az MI hamarosan mindenütt jelen lehet, ezzel veszélyeztetve az interperszonális kapcsolatokat és a munkaerőpiaci kilátásokat. A mesterséges intelligencia azonban az emberi képességek kiegészítésére és bővítésére is képes, ami magasabb termelékenységhöz, az emberi munkaerő iránti nagyobb kereslethez és a munka minőségének javulásához is vezethet.²

Noha az MI képes elvégezni néhány nem rutinszerű kognitív feladatot, az alkalmazás szűk keresztmetszetei még mindig fennállnak, és számos feladat elvégzéséhez továbbra is emberekre van szükség. Egyes előrejelzések³ szerint a mesterséges intelligencia munkahelyekre gyakorolt hatásának nagy része valószínűleg a szakmán belüli feladatok átszervezésén keresztül érvényesül. Fennáll azonban a veszélye, hogy személyközlekedés esetében ez a trend kevésbé érvényesül, és a humán munkaerő kiszorításának eszkalációja következik be.

Az autonóm technológia olyan inkrementális innováció, amely a Society of Automotive Engineers (SAE) által létrehozott nemzetközi keretrendszer alapján értelmezhető (SAE International 2021). Jelenleg 2. és 3. szintű járművek állnak rendelkezésre (Tesla modellek, vagy a megosztott mobilitási szolgáltatások egyes formái – Uber, Waymo). A folyamatosan fejlődő MI-alapú megoldásokkal az önvezető járművek csökkenő humán irányítás mellett képesek közlekedni, a járművek optikai szenzorok, lézerradar, képelemzés segítségével monitorozzák környezetüket.⁴

¹ DIAMANDIS, Peter H. – KOTLER, Steven: *Future Is Faster Than You Think*. 1st edition. Simon & Schuster, New York, 2020.

² TRAPPL, Robert: *Ethical Systems for Self-driving Cars: An Introduction*. Applied Artificial Intelligence, Volume 30, Issue 8, 2016. pp. 745–747.

³ BONNEFON, Jean-Francois F. – SHARIFF, Azim – RAHWAN, Iyad: *The Social Dilemma of Autonomous Vehicles*. Science, Volume 352, Issue 6293, 2016. pp. 1573–1576.

IVANOV, Stanislac H. – WEBSTER, Craig – BEREZINA, Katerina: *Adoption of robots, artificial intelligence and service automation by travel, tourism, and hospitality companies – a cost-benefit analysis*. Revista Turismo and Desenvolvimento, No. 27-28, 2017. pp. 1501–1517.

⁴ MISKOLCZI Márk: *Impacts of highly automated vehicles on urban passenger transport and tourism*. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Gazdálkodástani Doktori Iskola, 2022. http://phd.lib.uni-corvinus.hu/1217/1/Miskolczi_Mark_den.pdf; letöltés: 2022.10.05.

A magasan automatizált (SAE 4.5. szintű vagy autonóm) járművek és a kapcsolódó infrastruktúrák fejlesztése azonban multidiszciplináris problémákat vet fel, mivel még mindig számos műszaki, jogi, sőt társadalmi és gazdasági kérdés megválaszolatlan.⁵

A technológia fejlesztésének elsődleges oka a közlekedésbiztonság növelése, azaz az emberi hiba által okozott közúti balesetek számának minimalizálása, megszüntetése. Emellett a technológia elterjedése nagyban hozzájárulhat a közlekedési externáliák (pl. torlódások, a személyszállításból származó üvegházhatású gázok kibocsátásának) csökkentéséhez.⁶ Empirikus kutatások⁷ hangsúlyozzák, hogy az önvezető járművek széles körű elterjedésének kulcsa a technológia hiányosságainak kezelése, ugyanakkor a fogyasztói attitűd megismerése, a használati szándékot befolyásoló tényezők ismerete ugyancsak kritikus lehet a technológia terjedésében.

Miközben az MI-vezérelt eszközök műszaki hátterét vizsgáló kutatások köre egyre bővül, társadalmi-gazdasági szempontú szektorális elemzések még korlátozott számban érhetőek el, különösen Magyarországon. A technológia terjedésével pedig nemcsak a helyváltoztatási lehetőségek módja, hanem a személyszállítási szolgáltatások működési sajátossága, illetve munkaerő-szükséglete is teljesen átalakulhat. Mindezek fényében kutatási kérdésünk a következő: *Hogyan viszonyul a feltörekvő generáció (Z) a nagymértékben automatizált (SAE 4-5) járművek elterjedésére, munkaerőpiaci hatásaira?*

A kutatás keretében fókuszcsoportos interjúk (n=5) lefolytatására került sor, amelyek keretében 1996–2010 között született, a generációs marketing szerint⁸ Z generációba tartozó alanyok (n=34) bevonásával vizsgáltuk az MI-penetrációval kapcsolatos attitűdöket, különösen a személyközlekedést érintő munkaerőállomány-változás megítélésére összpontosítva.

A tanulmány felépítése a következő: a szakirodalmi áttekintés eredményeit (mesterséges intelligencia munkaerőpiacot átalakító ereje, személyközlekedést érintő változások) a 2. fejezet ismerteti. Ezt követi a módszertani háttér bemutatása (3. fejezet), majd a primer kutatás legfontosabb eredményeit foglaljuk össze (4. fejezet). A tanulmány záró (5.) fejezetében a kutatás alapján tett legfontosabb megállapítások, a vizsgált szektorokra vonatkozó konzekvenciák értelmezésére kerül sor.

⁵ BERGMAN, Noam – SCHWANEN, Tim – SOVACOO, Benjamin K.: Imagined people, behaviour, and future mobility: Insights from visions of electric vehicles and car clubs in the United Kingdom. *Transport Policy*, Volume 59, 2017. pp. 165–173.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X1630381X>; letöltés: 2022.11.14.

⁶ CLEMENTS, Lewis M. – KOCKELMAN, Kara M.: Economic Effects of Automated Vehicles. *Transportation Research Record*, Volume 2606, Issue 1, 2017. pp. 106–114.

⁷ FREUDENDAL-PEDERSEN, Malene – KESSELRING, Swen – SERVOU, Eriketti: What is smart for the future city? Mobilities and automation. *Sustainability*, Volume 11, Issue 1, 2019.

MELANDER, Lisa – DUBOIS, Anna – HEDVALL, Klas – LIND, Frida: Future goods transport in Sweden 2050: Using a Delphi-based scenario analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 138, 2017. pp. 178–189.

⁸ LONDHE, B. R.: Marketing mix for next generation marketing. *Procedia Economics and Finance*, Volume 11, 2014. pp. 335–340.

MI-ALAPÚ MEGOLDÁSOK DISZRUPTÍV HATÁSAI A MUNKAERŐ-ÁLLOMÁNY SZEMPONTJÁBÓL

Számos feltörekvő innovációt fontos kiemelni a mindennapjaink szempontjából: *sharing economy*, autonóm járművek, mesterséges intelligencia, *blockchain* technológia, hatalmas adatállományok feldolgozása. Ezek együttesen még megfizethetőbbé, hatékonyabbá és még több ember számára elérhetővé tehetik akár a turisztikai utazást is. Az iparági szereplőknek fontos feladatuk, hogy döntéseiken keresztül olyan környezetet tudjanak kialakítani, amely előmozdítja az innovációt és új technológiák alkalmazását. Ugyanakkor az új technológiáknak is összetett és kevésbé megértett következményei lesznek a szolgáltatási ágazatban foglalkoztatottakra.

Az innovációk által generált folyamatokkal kapcsolatos egyik általános vélekedés, hogy még akkor is, ha a motorizáció, automatizáció összességében nem növeli a munkanélküliséget a munkahelyek megszüntetésén, az emberi munkaerő helyettesítésén keresztül, a folyamat óhatatlanul előbb-utóbb a munkahelyek középrétegét megszüntetik az alacsonyabb és felső szintű munkahelyek erősödése mellett. Ez hosszú távon a szociális szakadékok erősödéséhez vezethet, hiszen az alacsony és felső szintű irányítási munkakörök fizetései jelentősen különböznek. Ez a kormányzatokat a szociális ellátások növelésére kényszeríthetik a minimálbérek növelésén keresztül, és a progresszív adózási rendszerek terjedését vetíti előre a költségvetések egyensúlyban tartása érdekében. Tekintettel arra, hogy a robotizáció főleg a képzetlen munkaerőt, egyszerű munkafolyamatot váltja ki, a vállalatoknak egyre kevésbé éri meg ilyen fejlődő országba telepíteni termelő egységeiket az olcsó és közel végtelen munkaerő-kínálat kiaknázása érdekében. A mesterséges intelligencia munkaerőpiaci hatásait először általánosan, majd a személyközlekedési rendszer szemszögéből ismertetjük.

Mit tud az MI? – Általános szektoriális hatások

Az elmúlt évtizedben a nagy mennyiségű adat, a felhőalapú számítástechnika és a kapcsolódó számítási és tárolási kapacitás, valamint a gépi tanulás (*Machine Learning* – ML) áttörésével drámaian megnövekedett a technológia teljesítménye, elérhetősége és alkalmazhatósági köre.⁹ Az ML-alkalmazások jelenlegi motorja egy kifinomult statisztikai modellezési technika, az úgynevezett neurális hálózatok, amelyek több ezer vagy millió egyszerű transzformáció ismételt összekapcsolását jelentik, amely képes kifinomult kapcsolatokat megteremteni a bemenetek és a kimenetek között.¹⁰

⁹ NIKITAS, Alexandros – MICHALAKOPOULOU, Kalliopi – NJOYA, Eric Tchouamou – KARAMPATZAKIS, Dimitris: Artificial intelligence, transport and the smart city: Definitions and dimensions of a new mobility era. *Sustainability*, Volume 12, Issue 7, 2020.

¹⁰ ABDULJABBAR, Rusul – DIA, Hussein – LIYANAGE, Sohani – BAGLOEE, Saeed A.: Applications of artificial intelligence in transport: An overview. *Sustainability*, Volume 11, Issue 1, 2019. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/1/189>; letöltés: 2022.10.11.

Az információs és kommunikációs technológiai (IKT) szektor úttörő szereplőin kívül az MI ipari alkalmazása még korai stádiumban van. Napjainkban az MI általában olyan technológiákba integrálódik, mint a természetes nyelvi megértés és a szövegelemzés, a természetes nyelvi osztályozás és a döntéskézelés, a vizuális felismerés (beleértve a kép-, arc- és videofelismerést), a virtuális ügynökök vagy társalgási felületek (chatbotok) és a robotizált folyamatautomatizálás.¹¹

A mesterséges intelligencia potenciálisan több ágazatot és foglalkozást is érinthet a gazdaságban, képes az önfejlesztésre és az automatizálható feladatok körének bővítésére (beleértve a magasan képzeteket is), ez pedig felerősítheti a technológia munkaerőpiacra gyakorolt pozitív vagy negatív hatásait egyaránt. A mesterséges intelligencia túllépett a korábbi technológiák néhány korlátján, napjainkra automatizálhatóvá vált néhány nem rutinszerű kognitív feladat. Ez megmagyarázza, hogy egyes magasan képzett szakmák, mint például a radiológusok, laboránsok, mérnökök, jogászok és aktuáriusok miért vannak jelentősen kitéve a mesterséges intelligenciának, azaz van átfedés az e szakmák által ellátott feladatok és a mesterséges intelligencia által elvégezhető feladatok között. A nagyfokú kitétség azonban nem feltétlenül jelenti azt, hogy e szakmákban megszűnnek a munkahelyek.

Az MI fejlődésében továbbra is vannak szűk keresztmetszetek: az emberek a kreatív és a szociális intelligencia, a következtetési képességek és a bizonytalanság kezelésében felülmúlják a mesterséges intelligenciát. Még ha a mesterséges intelligencia meg is könnyíti bizonyos feladatok automatizálását, akkor is maradnak olyan feladatok, amelyeket csak az ember tud elvégezni. Ezekben az esetekben a mesterséges intelligencia kiegészítheti a munkavállalókat, és lehetővé teheti számukra, hogy növeljék termelékenységüket. Ily módon az MI-nek leginkább kitett szakmákban dolgozó munkavállalók munkájuk egy részét kiegészítheti vagy helyettesítheti a gép, továbbá jelentős változásokat tapasztalhatnak az általuk végzett feladatokban.

A mesterséges intelligenciáról szóló rendelkezésre álló közgazdasági szakirodalom nagy része a termelékenység növelésének lehetőségeire összpontosít, a költségek csökkentése (többek között azáltal, hogy a cégek olcsóbb tőkével helyettesíthetik a munkaerőt), a munkaerő kiegészítése és a kiegészítő innovációk ösztönzése révén.¹² A termelékenységi paradoxon azonban arra utal, hogy a termelékenység növekedése az elmúlt mintegy egy évtizedben annak ellenére elmaradt, hogy a mesterséges intelligencia (különösen a gépi tanulás terén elért áttörések) és más technológiák terén jelentős előrelépés történt.

¹¹ ULLAH, Zaib – AL-TURJMAN, Fadi – MOSTARDA, Leonardo – GAGLIARDI, Roberto: Applications of artificial intelligence and machine learning in smart cities. *Computer Communications*, Volume 154, 2020. pp. 313–323.

¹² AGRAWAL, Ajay – GANS, Joshua S. – GOLDFARB, Avi: Artificial intelligence: the ambiguous labor market impact of automating prediction. *Journal of Economic Perspectives*, Volume 33, Issue 2, 2019. pp. 31–50.

<https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.33.2.31>; letöltés: 2022.11.04.

BRYNJOLFSSON, Erik – MITCHELL, Tom – ROCK, Daniel: What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? *AEA papers and proceedings*, Volume 108, 2018. pp. 43–47.

COCKBURN, Iain M. – HENDERSON, Rebecca – STERN, Scott: The impact of artificial intelligence on innovation: An exploratory analysis. In: AGRAWAL, Ajay – GANS, Joshua – GOLDFARB, Avi (szerk.): *The economics of artificial intelligence: An agenda*. University of Chicago Press, Chicago, 2018. pp. 115–146.

Holstein megközelítése szerint¹³ a mesterséges intelligenciában (és általában véve más, a közelmúltban elért technológiai fejlődésben) rejlő lehetőségeket túlbecsülték, és a megjósolt termelékenységgjavulás nem fog bekövetkezni. Az MI és a robotika termelékenységhez történő szerény hozzájárulása részben az oka annak, hogy a termelékenység növekedése 2006 és 2016 között lassabb volt, mint az azt megelőző évtizedben. Szerinte a mesterséges intelligencia hatásának nagy része már megmutatkozott (pl. ügyfélszolgálati robotok, jogi szövegek átnézése, radiológiai diagnosztikát segítő robotok), és minden további innováció (pl. az orvosi kutatás, a nagy adatmennyiség és a vezető nélküli járművek terén) inkább a korábbi technológiák marginális javítását jelenti, mintsem valódi technológiai áttörést és jelentős termelékenységnövekedést. Várakozásai szerint a mesterséges intelligencia bizonyos munkakörökben felváltja majd a munkavállalókat, de ez inkább egyenletes ütemben, mintsem hirtelen felfordulásként fog bekövetkezni. Ezzel szemben azok a kutatók, akik úgy vélik, hogy az MI képes jelentősen növelni a termelékenységet, a termelékenységi paradoxont elsősorban a mesterséges intelligencia bevezetésének és átalakításának késedelmére vezetik vissza, ami azt eredményezheti, hogy évekig vagy akár évtizedekig is eltarthat, amíg jelentős gazdasági előnyök jelentkeznek.¹⁴

A Világgaazdasági Fórum 2018-as jelentése¹⁵ szerint a mesterséges intelligencia 2022-ig összesen 58 millió új munkahelyet teremt. A jelentés azt is feltételezi, hogy az MI 2022-ig 75 millió munkahelyet fog kiszorítani vagy megszüntetni, és a nettó növekedés 133 millió vadonatúj szerepkört fog felölelni. A Világgaazdasági Fórum egy másik, 2021-es jelentése szerint 2025-re 97 millió új munkahely jön létre az MI jóvoltából. Ezen állások közül sokan valószínűleg nem a ma ismert hagyományos, teljes munkaidős foglalkoztatási modellt fogják követni. Ehelyett várhatóan több munkáltató bővíti majd távmunkás állományát, és a munkaerő-szükséglet nagy részét vállalkozókra bízta. Mindazonáltal az elmúlt néhány év a világgaazdaság számára viharos időszak volt a világjárvány az orosz–ukrán háború, valamint az egyre erősödő energiaválság miatt. Az OECD (2021)¹⁶ szerint a globális munkanélküliség 2022 márciusában ~5,1% volt, ami enyhe csökkenést jelent az előző havi 5,2%-hoz képest.

Várható hatások a személyközlekedés területén

Az általános hatásokat bemutató elemzés alapján láthattuk, hogy az MI közlekedésre gyakorolt hatásait korábbi kutatások is hangsúlyozzák. A prosperáló trendek ellenére azonban az Amerikai Egyesült Államokban végzett, országos

¹³ HOLSTEIN, Tobias: The Misconception of Ethical Dilemmas in Self-Driving Cars. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Proceedings, 1, 3, 17, 2017.

SU, Zhan – TOGAY, Guillaume – CÔTÉ, Anne-Marie: Artificial intelligence: a destructive and yet creative force in the skilled labour market. Human Resource Development International, Volume 24, Issue 3, 2021. pp. 341–352.

¹⁴ BRYNJOLFSSON, Erik – MITCHELL, Tom – ROCK, Daniel: What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? AEA papers and proceedings, Volume 108, 2018. pp. 43–47.

¹⁵ SCHWAB, Klaus: The Global Competitiveness Report 2018. World Economic Forum, 2018.10.16. <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018/>; letöltés: 2022.11.10.

¹⁶ GEORGIEFF, Alexandre– HYEE, Raphaëla: Artificial Intelligence and Employment: New cross-country evidence. OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 265, 2021.

reprezentatív vállalati felmérés¹⁷ alacsony elfogadási arányt mutat az MI-hez kapcsolódó technológiák, például a gépi tanulás, a gépi látás, a természetes nyelvfeldolgozás és az autonóm járművek vonatkozásában.

Az elmúlt években számos kutató¹⁸ bizonyította a mesterséges intelligencia előnyeit a közlekedésben. Ilyen például az utakon lévő közlekedési érzékelők kialakítása, amelyek automatikusan észlelhetik a baleseteket, segíthetnek a forgalom optimalizálásában. Az előrejelzések szerint¹⁹ az önvezető járművek világszerte jelentős változást fognak hozni a közlekedési rendszerek működésében. Ezek a járművek várhatóan megváltoztatják az emberek utazási szokásait, ami egyúttal más társadalmi, munkaerőpiaci struktúrákat, illetve városi formákat is eredményez.²⁰

Társadalomkutatók körében egyetértés mutatkozik abban, hogy a hatás foglalkozásonként és iparáganként eltérő lesz. A McKinsey²¹ által készített felmérések szerint a munkahelyteremtés valószínűleg az értékesítés és a marketing területén lesz tapasztalható (olyan foglalkozások, amelyek a mesterséges intelligencia kiegészítő felhasználásával járnak), a munkahelyek megszűnése pedig a gyártásban és egyes irodai foglalkozásokban lesz tapasztalható. A Research and Markets²² jelentése szerint az autonóm járművek értékesítése mindössze nyolc éven belül várhatóan eléri az 58 millió darabot. A piac értéke is drasztikusan növekedni fog, az előrejelzések szerint 2044,93 milliárd USD értékkel. Az autonóm járművek piaca a szabályozó szervek digitalizációba történő növekvő beruházásai, a fejlett technológiák elfogadása és az intelligens városok létrehozása, valamint a gazdag országokban az egy főre jutó jövedelem növekedése miatt növekszik.

¹⁷ BEEDE, Emma – BAYLOR, Elisabeth – HERSCH, Fred – IURCHENKO, Anna – WILCOX, Loren – RUAMVIBOONSUK, Paisan – VARDOULAKIS, Laura M.: A human-centered evaluation of a deep learning system deployed in clinics for the detection of diabetic retinopathy. *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems*, 2020. pp. 1–12.

¹⁸ BANISTER, David – HICKMAN, Robin: Transport futures: Thinking the unthinkable. *Transport Policy*, Volume 29, 2013. pp. 283–293.

APARICIO, Ángel: Transport adaptation policies in Europe: from incremental actions to long-term visions. *Transportation Research Procedia*, Volume 25, 2017. pp. 3529–3537.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517305847>; letöltés: 2022.10.07.

COPPOLA, Pierluigi – SILVESTRI, Fulvio: Autonomous vehicles and future mobility solutions. In: COPPOLA, Pierluigi – ESZTERGÁR-KISS Domokos (szerk.): *Autonomous vehicles and future mobility*. Elsevier, Amsterdam, 2019. pp. 1–15.

¹⁹ MISKOLCZI Márk – FÖLDES Dávid – MUNKÁCSY András – JÁSZBERÉNYI Melinda: Urban mobility scenarios until the 2030s. *Sustainable Cities and Society*, Volume 72, 2021.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670721003139>; letöltés: 2022.10.11.

ÁSVÁNYI, Katalin – MISKOLCZI, Márk – JÁSZBERÉNYI, Melinda – KENESEI, Zsófia – KÖKÉNY, László: The Emergence of Unconventional Tourism Services Based on Autonomous Vehicles (AVs) – Attitude Analysis of Tourism Experts Using the Q Methodology. *Sustainability*, Volume 14, Issue 6, 2022.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/6/3691>; letöltés: 2022.09.27.

²⁰ MISKOLCZI Márk – ÁSVÁNYI Katalin – JÁSZBERÉNYI Melinda – KÖKÉNY László: Hogyan döntsön a mesterséges intelligencia? Az önvezető autók morális kérdései. *Magyar Tudomány*, 182. évfolyam, 3. szám, 2021. pp. 342–352.

https://mersz.hu/mod/object.php?objazonosito=matud202103_f55990_i1; letöltés: 2022.08.17.

²¹ The future of mobility is at our doorstep. McKinsey and Company, 2019.

²² Autonomous Vehicle Market by Automation Level, by Application, by Component – Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020-2030. Research and Markets, 2023.

Ami az egyes személyközlekedési munkaköröket illeti, az előrejelzések ellentmondásos képet festenek. Az MIT nemrégiben készült tanulmánya²³ az autonóm technológia hatásairól azt mutatja, hogy a teherautó-vezetői állásokra gyakorolt hatás rövid távon nem lesz jelentős. Az MIT szerint a magasan automatizált, humán vezető nélküli járművek legalább 2030-ig nem lesznek szélesebb körben elérhetőek. Az MIT kutatói szerint a járművezetők többet tesznek, mint vezetnek, így az emberi jelenlét a nagymértékben automatizált teherautókon belül továbbra is hasznos marad az olyan feladatokban, mint a karbantartás és a javítás, a be- és kirakodás.

Az autonóm járművek előnyei közé tartozik továbbá a hatékonyság növelése a nagy időt, pénzt vagy áldozatot igénylő munkakörökben (pl. teherautózás), a gyorsabb és olcsóbb ingázás, ami jobb hozzáférést eredményez a munkalehetőségekhez, az egészségügyi és az oktatási szolgáltatásokhoz.²⁴ Másfelől úgy tűnik, hogy a járművezetőknek és más munkavállalóknak adaptált szerepeket kell vállalniuk és/vagy fel kell adniuk munkahelyüket.

Néhány taxitársaság kijelentette, hogy 2020-ban önvezető taxikkal váltja fel a hétköznapi taxit és taxisofőrt. Azt állítják, hogy ez csökkenteni fogja az utazás költségeit a járművön, mivel az utasok nem fognak fizetni egy további személyért a járműben. Az önvezető taxik használata még messze van, ugyanakkor a szektor átalakulása elkerülhetetlen lesz. Tussyadiah²⁵ szerint a taxiszoftárok túlélését biztosíthatja az árverseny intenzitásának növelése, vagyis az egyéb mobilitási megoldásoknál kedvezőbb árú vagy új elemekkel kibővített szolgáltatások kialakítása. Egyes kutatók²⁶ javaslata szerint a sofőr nélküli taxik a hosszabb időtartamú, városok közötti utazások olcsó és előnyös módjává válnak, ha a járműben átalakítható ágyak is helyet kaphatnának, hogy az éjszakai utcai utazásokat is lehetővé tegyék, ezzel egy új turisztikai szolgáltatást létrehozva.

A korábbi kutatások alapján láthatjuk, hogy a mesterséges intelligencia nagymértékű változásokat indíthat el a személyközlekedés terén, kiemelten az egyéni tulajdonban álló személygépjárművek, valamint a közforgalmú közlekedés és a taxijellegű szolgáltatások vonatkozásában. A primer kutatás keretében megvizsgáljuk,

²³ Autonomous Vehicles and Cities. MIT, 2020.

<https://mobility.mit.edu/av/>; letöltés: 2022.09.15.

²⁴ BANISTER, David – HICKMAN, Robin: Transport futures: Thinking the unthinkable. *Transport Policy*, Volume 29, 2013. pp. 283–293.

²⁵ TUSSYADIAH, Iis P. – ZACH, Florian J. – WANG, Jianxi: Attitudes toward autonomous on demand mobility system: The case of self-driving taxi. In: SCHEGG, Roland – STANGL, Brigitte (szerk.): *Information and communication technologies in tourism 2017*. Springer, Cham, 2017. pp. 755–766. https://www.researchgate.net/publication/312046864_Attitudes_Toward_Autonomous_on_Demand_Mobility_System_The_Case_of_Self-Driving_Taxi; letöltés: 2022.11.10.

²⁶ KAMARGIANNI, Maria – LI, Weibo – MATYAS, Melinda – SCHÄFER, Andreas: A critical review of new mobility services for urban transport. *Transportation Research Procedia*, Volume 14, 2016. pp. 3294–3303. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516302836>; letöltés: 2022.11.24.

CLEMENTS, Lewis M. – KOCKELMAN, Kara M.: Economic Effects of Automated Vehicles. *Transportation Research Record*, Volume 2606, Issue 1, 2017. pp. 106–114.

FERRERO, Francesco. – PERBOLI, Guido – ROSANO, Mariangela – VESCO, Andrea: Car-sharing services: An annotated review. *Sustainable Cities and Society*, Volume 37, 2017. pp. 501–518.

https://www.researchgate.net/publication/320698384_Car-sharing_services_An_annotated_review; letöltés: 2022.09.02.

hogyan reagálnak a potenciális fogyasztók, valamint milyen egyéb aggályokat, várakozásokat említenek a szektor MI-alapú transzformációjával összefüggésben.

MÓDSZERTAN ÉS KUTATÁSI KÉRDÉSEK

Mintavételi terv és adatfelvétel

A szakirodalmi áttekintés alapján 2022 őszén fókuszcsoportos interjúk lefolytatása történt, amelynek során az önvezető személygépjárművek használati szándékát tártuk fel a Z generáció körében. A szekunder kutatási eredmények alapján a SAE 4-5. szintű önvezető járművek széles körű elterjedése a következő évtizedre (2030 körül) prognosztizálható. A Z generáció (1995 és 2010 között született társadalmi csoport) 2030-ra a 20 és 35 év közötti korosztályt fogja alkotni. Ez a társadalmi csoport két fő okból lehet az önvezető autók potenciális vásárlója, így kutatásunk szempontjából az elsődleges mintavételi csoportként azonosítható. Dewalska-Opitek²⁷ kutatása szerint a 20-as éveikben járó személyek hagyományos életstílusuk alapján igyekeznek megteremteni egzisztenciális háttérüket, azaz otthon és személygépjárművet vásárolnak; ebből kiindulva pedig a Z generáció piacformáló ereje jelentős mértékű lehet a következő évtizedben, amikor az önvezető járművek már szélesebb körben elérhetővé válhatnak. A mintavételi szempontot indokolja továbbá, hogy a Z generációs alanyok képesek a digitális technológiák magas szintű adaptációjára, és általában nyitottak az innovatív megoldásokra. A legújabb kutatások is azt mutatják, hogy a Z generáció körében magasabb a mesterségesintelligencia-alapú megoldásokkal kapcsolatos tájékozottság,²⁸ ez pedig a véleményük, a technológiával szemben fennálló attitűdjük megbízhatóságát is nagymértékben növeli.

A résztvevők randomizált toborzását az évente szeptemberben megrendezésre kerülő *Kutatók éjszakája* programsorozat keretében végeztük. A program során öt jelenléti formában végzett fókuszcsoport megszervezésére volt lehetőség, egy csoportban 6-7 fő vett részt. A kutatásban összesen 34 potenciális Z generációs (átlagéletkor: 21,6 év) felhasználó vett részt. A beszélgetéseket szöveges formában rögzítettük, az alanyokat anonim módon, kódok segítségével azonosítottuk (1. táblázat – pl. #1a = az 1. csoport 1. résztvevője). A fókuszcsoportos beszélgetések általában 45–60 percig tartottak, félig strukturált kérdések mellett.

²⁷ DEWALSKA-OPITEK, Anna: Young Consumers' Attitudes Toward Autonomous Vehicles – An Empirical Approach. Management Perspective for Transport Telematics, Springer, Cham, 2018. pp. 41–54.

²⁸ KOUL, Sahil – EYDGAHI, Ali: Utilizing technology acceptance model (TAM) for driverless car technology adoption. Journal of Technology Management & Innovation, Volume 13, Issue 4, 2018. pp. 37–46.

PRIDEAUX, Bruce – YIN, Ping: The disruptive potential of autonomous vehicles (AVs) on future low-carbon tourism mobility. Asia Pacific Journal of Tourism Research, Volume 24, Issue 5, 2019. pp. 459–467.

N	Kódszám ¹	Kor	Nem ²	Lakóhely ³	Legmagasabb iskolai végzettség ⁴
1.	#1a	24	1	1	4
2.	#1b	22	2	1	2
3.	#1c	21	2	1	2
4.	#1d	24	1	1	2
5.	#1e	16	2	1	2
6.	#1f	18	2	1	2
7.	#2a	18	2	1	2
8.	#2b	20	2	1	2
9.	#2c	19	2	1	2
10.	#2d	20	1	1	2
11.	#2e	19	2	3	2
12.	#3a	20	2	3	2
13.	#3b	20	2	3	2
14.	#3c	21	2	4	2
15.	#3d	22	2	4	2
16.	#3e	20	1	1	2
17.	#4a	18	1	1	2
18.	#4b	24	1	1	3
19.	#4c	23	1	1	3
20.	#4d	24	2	1	3
21.	#5a	21	2	3	3
22.	#5b	24	1	1	4
23.	#5c	25	2	1	4
24.	#5d	18	2	1	2
25.	#5e	25	1	1	4

1. táblázat. Mintavétel – a kutatásba bevont alanyok közül 25 fő szociodemográfiai adatok szerinti megoszlása
Szerkesztette: Miskolczi Márk – Kökény László

1: Fókuszcsoporthoz száma (#1-5) és alany egyéni jele (a-f) alapján.

2: Férfi=1; Nő=2.

3: 1=Budapest; 2=Megyeszékhely; 3=Egyéb város; 4=Község, falu.

4: 1=Alapfokú; 2=Középfokú; 3=Felsőfokú (BA, BSc); 4=Felsőfokú (MA, MSc); 5=PhD.

Adatelemzési módszer

A kvalitatív eredmények elemzése három lépcsőben történt²⁹ a *Grounded theory* megközelítés alapján. Ez a megközelítés a naturalista elemzés egyik alapja is. Ezek a dimenziók később segíthetnek egy strukturális modell kialakításában. Fontos megjegyezni, hogy ez a dimenzió szűkítési megközelítés korántsem lineáris jellegű, illetve inkább kétirányú összefüggések, mintsem egyirányú hatások azonosíthatók vele. Egyszerre alkotható olyan dimenzió, amely megtalálható valamilyen formában a meglévő elméletekben is, valamint olyan új csoport is, amely a kutatás eredményei alapján került újszerűen definiálásra. A nyílt kódolás során a fókuszcsoporthoz beszélgetések adatait (alanyok hozzászólásait) külön részekre bontottuk, mondatról mondatra elemeztük annak érdekében, hogy valamennyi szándékbecsélyező tényező azonosításra kerüljön. Az axiális kódolás során a nyílt kódolási kategóriák értelmezése történik aszerint, hogy milyen logika mentén fogalmazódott meg az alanyokban a kapcsolódó állítás, valamint a létrehozott változók között milyen összefüggések fedezhetők fel. A szelektív kódolás a kódolási folyamat záró szakasza, amely során megalkotjuk a központi jelenség történetét.³⁰ A szelektív kódolás által olyan kulcskategóriák jönnek létre, amelyek a kutatási kérdés megválaszolását szolgáló modell alapját képezik. Mindezeket fogjuk kifejteni az eredmények tárgyalásánál. Kutatásunk korlátjaként kimelendő a kvalitatív kutatási eredmények általánosíthatósága, az újonnan feltárt attitűdök fontos kiindulópontjai lehetnek további, kvantitatív adatelemzésre épülő társadalomtudományi vizsgálatokhoz.

EREDMÉNYEK

MI-alapú technológiák általános hatáselemzése

A kutatásba bevont alanyok számos társadalmi-gazdasági hatást neveztek meg a mesterséges intelligencia terjedésével kapcsolatos diskurzusok során. Az alábbiakban a leginkább érintett iparágak, valamint az egyes területek esetében felmerülő dilemmák bemutatására kerül sor.

A Z generációs alanyok általános álláspontja, hogy az MI-alapú személyközlekedési megoldások pozitív gazdasági hatásokat realizálnak a hatékonyság növekedése (pl. termelés automatizációja) miatt, ugyanakkor számos területen veszteséggel vagy jelentős átszerveződéssel (pl. munkafolyamatok, humán erőforrás) is számolhatunk (2. táblázat).

²⁹ CORLEY, Kevin G. – GIOIA, Dennis A.: Identity Ambiguity and Change in the Wake of a Corporate Spin-off. *Administrative Science Quarterly*, Volume 49, Issue 2, 2004. pp. 173–208.

³⁰ HORVÁTH Dóra – MITEV, Ariel: Alternatív kvalitatív kutatási kézikönyv. Alinea Kiadó, Budapest, 2015.

Szektor	GH ³¹	Következmény	TH ³²	Következmény	Dilemma
Gépjármű- gyártás	+	Versenyhelyzet kiéleződése, szolgáltatási színvonal javulása.	+	Magasabb minőségű, hosszú távon (akár) olcsóbb közlekedési szolgáltatások. Új szegmens: jogosítvány nélküli, egészségi problémákkal küzdő (mozgáskorlátozott), időszerű utasok.	Személygépjármű- használat túlzott dominanciája következtében a szektor környezetterhelése várhatóan növekszik.
IKT-szektor	+	Digitális eszközök iránti kereslet növekszik.	-	Online tevékenységek köre növekszik (munkavégzés, szórakozás).	Virtuális világ negatív hatásainak tovagyrűzése (folyamatos online rendelkezésre állás a munkahelyen), digitális függés.
Áruszállítás	+	Munkaerőhiány csökkentése	-	Kamionsofőr szakma eliminálása	
Személy- közlekedés	-	Munkanélküliségi ráta növekedése	-	Járművezetői szakma (kamion, busz, közforgalmú közlekedés, vasúti stb.) iránti igény minimalizálódik.	
Karbantartás	-	Balesetek számának csökkenésével a járműjavítás iránti igény csökken.	+	Közlekedésbiztonság, egyéni megtakarítások növekednek. Autószerelő szakma iránti igény csökken.	A technológiai innováció hivatások megszűnését, ezáltal megélhetési problémákat generálhat.
Turizmus	-	<i>Hop on – Hop off</i> típusú utazások, a közforgalmú közlekedési eszközök iránti igény csökkenhet.	+	Turisztikai élményszerzés lehetősége növekszik: akadálymentes, senior turizmus erősödik.	
	+	Kereslet növekedése a fogyasztói mobilitás javulásának hatására.	+	Részvétel komplex, költséghatékony utazásokon.	A magas komfortú, egyszerűsített közlekedés, turisztikai élményszerzés miatt túlzott gépjárműhasználat – gazdaságélénkítés a környezeti fenntarthatóság rovására (<i>overtourism</i>).
	-	Hagyományos szolgáltatáselemek (pl. konferenciaturizmus, szálláshelyek) jelentőségének csökkenése – önzetű jármű kiválthatja azok funkcióját: mozgó szálloda, tárgyalóterem).	+		

³¹ Gazdasági hatás.

³² Társadalmi hatás.

Szektor	GH ³¹	Következmény	TH ³²	Következmény	Dilemma
Egészségügy	+	Közúti balesetek miatt szükséges kórházi ellátás száma csökken.	+		
	+	Diagnosztika javulása (MI-alapú szűrések pl. radiológia területén)	+		
	+	Sürgősségi betegellátás kapacitása javul (oxyológus, traumatológus), átcsoportosítási lehetőségek.	+	Betegellátás körülményei javulhatnak.	
	-	Szervdonorok számának csökkenése (jelentős számban közúti balesetekből származnak).	-	Transzplantációs lehetőségek csökkennek	Hagyományos szervonációs lehetőségek fenntartása vs. közúti balesetek visszaszorítása.
Biztosítás és jog	-	Közúti balesetre specializálódott biztosítások, jogászok szerepe csökken.	-	Munkanélküliségi ráta növekedhet, iparág szerepének jelentős csökkenése.	
Rendfenntartás	-	Közúti szabálysértések minimalizálódnak, közlekedérendészet szerepe csökken.	+	Egyéni megtakarítások nőnek, közlekedéskultúra javul.	A technológiai innováció hivatások megszűnését, ezáltal megélhetési problémákat generálhat.
	-	Büntetésekből származó bevétel (ittas vezetés, gyorsajtás stb.) csökken.	-		
Energiaszektor	-	Üzemanyag iránti kereslet visszaesése (önvezető járművek várhatóan alternatív meghajtással bírnak).	-	Háztartások megtakarításai növekednek, környezetterhelés csökken.	

2. táblázat: Magasan automatizált járművek (SAE 4-5. szint) terjedésének társadalmi-gazdasági hatásai
Szerkesztette: Miskolczi Márk – Kökény László

Az alanyok az autóipar terén várják a legnagyobb átalakulást. Amennyiben a fogyasztók a közeljövőben is elsősorban egyéni járműbirtoklási formájában veszik igénybe a magasan automatizált járműveket, akkor az iparág a kereslet növekedésére számíthat. Ezt tovább erősíti a célszegmens várható kiszélesedése is, hiszen magas automatizáció szintjén a jelenleg korlátozott lehetőségekkel bíró társadalmi réteg mobilitási lehetőségei is javulnak.

Az MI-alapú megoldásokból jelentősen profitálhat az IKT-szektor, ugyanakkor a piaci szereplők morális felelőssége is megnövekszik, hiszen elsősorban a tevékenységeiken múlhat, hogy a társadalom milyen mértékben fog kötődni az MI-alapú és egyéb okos megoldásokhoz, túlzott mértékben erősödni fog-e a digitális függés.

Az áruszállítás területén a jelenleg is jelentkező humán erőforrás-hiány megoldásaként azonosították az alanyok az MI előretörését, noha a jelenlegi tehergépjármű-vezetők átképzése nyitott kérdés maradt. Az alanyok belátták, hogy a magasan automatizált járművek terjedésével nagymértékben javulhat a közlekedésbiztonság, ugyanakkor egyéb iparágak hagyományos munkaköreit ez jelentősen átalakíthatja vagy megszüntetheti. E problémákör érintheti a biztosítási piac dolgozóit, a közúti balesetekre specializálódott jogászokat, vagy akár a rendfenntartás szereplőit is, hiszen a technológia számos, napjainkban gyakori közlekedési kihágást eliminálhat (pl. ittas vezetés, a KRESZ szabályainak figyelmen kívül hagyása, felelőtlen vezetési stílusból adódó veszélyes közúti szituációk).

Reallokációra az egészségügyben is szükséges lehet – állította több kutatásba bevont alany. A közlekedésbiztonság javulásával a sürgősségi betegellátás tehermentesítése következhet be, valamint az egyéb MI-alapú eszközök a diagnosztikai eljárások pontosítását is eredményezhetik.

A szolgáltató szektort gyakran kihagyják az MI-hatások feltárása során, lévén, hogy egy humán interakcióra erősen építő tevékenységkör kevéssé sérülhet a technológia előrehaladásával. A kutatásba bevont alanyok ugyanakkor kiemelték a turizmus területét, amely esetében a koronavírus-járvány hatására is jelentősen csökkent az emberi interakciók iránti igény. A közeljövőben e tendencia tovább erősödhet, ezzel az információnyújtást és alapvető szektorális funkciók (pl. szálláshelyi be- és kijelentkeztetés) átkerülhetnek az MI felelősségi körébe. Turisztikai célú mobilitás esetében pedig a technológia számos új lehetőséget nyithat meg, ezzel esetlegesen csökkentve a közforgalmú közlekedési eszközök, a hagyományos városnéző buszok (Hop-on Hop-off) és a taxiszolgáltatás iránti keresletet.

Munkaerő-állományt érintő meglátások

Az alábbiakban a fókuszcsoportos beszélgetések azon eredményeit ismertetjük, amelyek a hagyományos mobilitási szolgáltatások (egyéni gépjárműhasználat, közforgalmú közlekedés, taxi) és a magasan automatizált járművek közti viszonyrendszerre, valamint a szolgáltatásokkal kapcsolatos társadalmi attitűdre világítanak rá.

Az egyéni gépjárműhasználat változásait illetően a vezetési élmény elvesztése keretezte a diskurzusokat. Az alanyok ezt a változást többségében negatívumként azonosították, hiszen a technológia valóban javíthatja a közlekedés biztonságát, ugyanakkor a vezetéssel, hagyományos járműhasználattal kapcsolatos pozitív élményeket is visszaszoríthatja. Az egyéni gépjárműhasználat átalakulását illetően kiemelésre került a vezetésoktatók, autószerelők és személygépjármű-kereskedők csorbuló szerepköre is. Az alanyok véleménye szerint e szakmákra a 2030-as évektől kezdődően kevéssé lesz igény, illetve a szakemberek átképzése lesz szükséges, amit jelenleg megoldatlan problémaként azonosítanak.

„Ha az önvezető autó mindent megold magától, távolról frissítik a szoftverét, nem lesz szükség jogositványra, nem lesz szükség szerelőre, így a munkaerő-állomány csökkenése nem csak a sofőröket fogja érinteni. Vajon mi lesz az oktatókkal és autószerelőkkel?”

Kiemelendő, hogy az MI szerepkörátvétele révén a felhasználói kör nagymértékben bővíthet (pl. jogosítvánnyal nem rendelkezők, vezetni nem tudók vagy egészségi okokból képtelenek), ami pedig az egyéni mobilitási lehetőségekre pozitív hatást gyakorolhat. A magasan automatizált járművek birtoklásával kapcsolatban felmerült egy új bevételrealizáló lehetőség a beszélgetések során: a tulajdonosok a járműveiket ideiglenesen más utazók rendelkezésére bocsáthatják ellenérték fejében, hasonlóan a jelenleg is egyre népszerűbb utazásmegosztó (pl. Oszkár Telekocsi) szolgáltatásokhoz. Ez az új mobilitási szolgáltatás akár a jelenlegi megosztott mobilitási szolgáltatásokba integrálódva, akár önálló szolgáltatásként, de valószínűsíthetően csökkentheti a közforgalmú közlekedés és/vagy taxi szolgáltatását keresők körét. A trend pedig közvetve tovább gyengítheti a személyközlekedési szektor humán erőforrás-állomány iránti igényét.

„Aki megteheti, hogy fenntart egy autót, annak legyen a tulajdonában. Meghatározott időintervallumokban elmehet "taxizni" az autó, így még pénzt is kereshet vele a tulajdonos.”

Az alanyok abban egyetértenek, hogy a hagyományos vezetés unikális élménnyé válik hosszú távon. Ugyanez lehet a taxijellegű szolgáltatásokkal is: turisztikai élménnyé válhat, nosztalgiajárat lehet a távolabbi jövőben, így szerepük a mindennapi mobilitásból áttolódhat a turizmus piacára.

A beszélgetések alapján kiderült, hogy a közforgalmú közlekedés használatával kapcsolatos nyitottság kevésbé csorbul a technológia hatására, noha a közlekedési munkamegosztás változásai nagy valószínűséggel a személygépjármű-használat dominanciáját erősítik a technológia terjedésével. Ebből kiindulva feltételezhető, hogy a közlekedési alágazatban is számolhatunk a humán erőforrás iránti igény bizonyos mértékű csökkenésével.

„Szerintem muszáj lesz tömegközlekedni, és kell is néha... ha mindenki önzetű autóba ülne, az nem lenne túl környezettudatos és tényleg káosz lenne az egész közlekedési rendszerben...” #1e

A beszélgetések alapján a hagyományos „taxis” archetípus átalakulása vagy akár teljes megszűnése is valószínűsíthető a távolabbi jövőben (2040-es évek). Míg a közforgalmú közlekedési eszközöket vezetőkkel szemben valamelyest nagyobb aggodalom fejeződött ki a diskurzusok alkalmával, a taxisofőrök szerepének csökkenését kevésbé tekintik súlyos problémának. Noha elismerik a szakemberek átképzésének szükségességét, a magasan automatizált járművek által nyújtott szabadságérzet és flexibilitás felülírja a technológia munkaerő-állományra gyakorolt negatív hatásai felett érzett kockázatot.

„Szívesen használnám esténként a taxi helyettesítéseként, nappal a közösségi autómegosztás keretében is.”

Kiemelendő azonban, hogy a taxisofőr személyes tapasztalata, rutinja miatt nagyobb biztonságérzet azonosítható a technológia felé kevésbé nyitott alanyok körében. Az alanyok egyetértést mutattak a tekintetben, hogy a magasan automatizált járművek terjedésének kezdeti fázisában a taxisofőrök szerepe stagnálni fog, ugyanakkor a technológia konvencionálissá válása esetén radikális visszaesés

várható a szolgáltatást illetően. Egy MI-alapú megoldások terén jártas alany a taxisofőrök szerepét hosszabb távon is felülértékelte, ami annak köszönhető, hogy a kiberterrorizmus felett érzett kockázat (önvezető jármű eltérítése) miatt továbbra is (főként a senior korcsoport) keresni fogja a hagyományos mobilitási szolgáltatásokat. Mivel az egyéni gépjárműbirtoklás és -használat egyre inkább korlátozásokra kerül valamennyi nagyváros esetében, ezért a közeljövőben a hagyományos exkluzív mobilitás megtestesítője a taxisolgáltatás lehet. További túlélési lehetőséget jelenthet, ha a taxik által kínált szolgáltatások kibővülnek (pl. idegenvezetést kínálnak), ezzel ellensúlyozva az MI-alapú megoldások terjedéséből adódó igénycsökkenést.

Közlekedési mód	Következmény	Munkaerőpiaci hatás
Egyéni tulajdonban lévő személygépjármű-használat	Egyéni tulajdonban lévő járműállomány csökkenése, ami a személygépjármű-kereskedelemben, gépjármű-kezelésben, vezetésoktatásban érintett szakemberek munkaerő-kilátásait gyengítheti.	-
Közforgalmú közlekedési eszközhasználat	Stagnáló vagy csökkenő kereslet. Közlekedési munkamegosztásban a személygépjármű-használat dominanciája várható, ami a közforgalmú eszközöket vezetőket, a szolgáltatást segítő személyzetet (pl. jegyértékesítés, információadás) szerepét csorbíthatja.	-
Taxisolgáltatás igénybevétele	Megosztott mobilitási és alternatív mobilitási megoldások térnyerése révén a taxisolgáltatás iránti kereslet radikális visszaesése prognosztizálható a diskurzusok alapján.	-

3. táblázat. A személyközlekedést érintő, alanyok által észlelt változások
Szerkesztette: Miskolczi Márk – Kökény László

ÖSSZEGRÖZÉS

Kétségtelen, hogy a mesterséges intelligencia már most is formálta életünket, a hatások pedig a közeljövőben csak hatványozódni fognak. Bár könnyű riadót fújni a mesterséges intelligencia és a munkanélküliség növekedése közti korrelációval kapcsolatban, a valóság valószínűleg bonyolultabb lesz, mint a munkahelyek elvesztése vagy az iparágak változása.

Tanulmányunk a mesterséges intelligencia általános társadalmi-gazdasági hatásait tárta fel, hangsúlyt fektetve a munkaerő-állomány iránti kereslet várható változásaira. A szekunder kutatás alapján láthattuk, hogy a személyközlekedés terén radikális változások jelezhetők előre az MI fejlődése révén a következő évtizedben. A mesterséges intelligencia által vezérelt, magasan automatizált járművek diszruptív hatása kiterjedt, számos munkaerőpiaci konzekvencia kapcsolható a jelenséghez.

Mivel a várható változások megítélése a társadalomtudományi kutatások jelenleg egyik kevésbé kutatott témaköre, primer kutatásunk keretében a technológiával kapcsolatban leginkább tájékozott³³ Z generációba tartozó korcsoportot vizsgáltuk. Az ő mindennapjaikat a jövőben az MI-alapú megoldások penetrációja jelentősen meg fogja határozni.³⁴ A lefolytatott fókuszcsoporthoz tartozó interjúk (n=5) eredményei rámutattak a szegmens általános attitűdjére, illetve a személyközlekedés terén várható munkaerőpiaci átrendeződéssel kapcsolatos várakozásokra, amelyek a szakirodalom alapján korábban háttérben maradtak.

A diskurzuselemzés alapján a Z generációs alanyok általános nyitottságot mutatnak a magasan automatizált járművek irányába, és a terjedéssel kapcsolatos káros externáliákat is felismerik. A diskurzusok alapján kijelenthető, hogy a SAE 4-5. szintű járművek személyközlekedésben betöltött dominanciája várható a közeli jövőben, amely a közforgalmú és taxiszoftárok iránti kereslet visszaesését eredményezheti, ez pedig nagymértékben csökkentheti a szektor humán munkaerő iránti szükségletét.

A beszélgetések rámutattak továbbá olyan alternatív fogyasztói mintázatokra (pl. önvezető járművek használata utazásmegosztási szolgáltatás vagy városnéző túra keretében), amelyek a negatív tendenciát tovább erősíthetik. A diskurzusok azonban olyan túlélési stratégiák relevanciájára is felhívják a figyelmet, mint a hagyományos szolgáltatók funkcióbővítése (taxi idegenvezető funkciója, nosztalgiajáratok indítása), amelyek ugyan a munkaerő-állomány részleges átképzését igényelhetik, de a szakmák konvencionális szerepe is megőrizhető hosszú távon.

Noha a kutatás kvalitatív adatfelvételre és elemzésre épül, megállapításaink alapul szolgálhatnak további, kvantitatív kutatások lefolytatásához, amelyek keretében a munkaerőpiaci változások társadalmi megítélését tovább árnyalhatjuk. A fókuszcsoporthoz tartozó beszélgetések során felmerült fogyasztási változások, termékfejlesztési lehetőségek megfontolásra érdemes inputokként szolgálhatják a személyközlekedési piac szereplőinek MI-átalakulásra történő felkészülését.

IRODALOMJEGYZÉK

ABDULJABBAR, Rusul – DIA, Hussein – LIYANAGE, Sohani – BAGLOEE, Saeed A.: Applications of artificial intelligence in transport: An overview. Sustainability, Volume 11, Issue 1, 2019.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/1/189>; letöltés: 2022.10.11.

AGRAWAL, Ajay – GANS, Joshua S. – GOLDFARB, Avi: Artificial intelligence: the ambiguous labor market impact of automating prediction. Journal of Economic Perspectives, Volume 33, Issue 2, 2019. pp. 31–50.

<https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.33.2.31>; letöltés: 2022.11.04.

³³ DEWALSKA-OPITEK, Anna: Young Consumers' Attitudes Toward Autonomous Vehicles – An Empirical Approach. Management Perspective for Transport Telematics, Springer, Cham, 2018. pp. 41–54.

³⁴ LAZÁNYI Kornélia: Generation Z and Y – are they different, when it comes to trust in robots? 2019 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES). Gödöllő, 2019.04.25–27.
VITEZIC, Vanja – PERIC, Marko: Artificial intelligence acceptance in services: connecting with Generation Z. The Service Industries Journal, Volume 41, Issue 13-14, 2021. pp. 926–946.

APARICIO, Ángel: Transport adaptation policies in Europe: from incremental actions to long-term visions. *Transportation Research Procedia*, Volume 25, 2017. pp. 3529–3537.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517305847>; letöltés: 2022.10.07.

ÁSVÁNYI, Katalin – MISKOLCZI, Márk – JÁSZBERÉNYI, Melinda – KENESEI, Zsófia – KÖKÉNY, László: The Emergence of Unconventional Tourism Services Based on Autonomous Vehicles (AVs) – Attitude Analysis of Tourism Experts Using the Q Methodology. *Sustainability*, Volume 14, Issue 6, 2022.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/6/3691>; letöltés: 2022.09.27.

Autonomous Vehicle Market by Automation Level, by Application, by Component – Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020-2030. *Research and Markets*, 2023.
<https://www.researchandmarkets.com/reports/5206354/autonomous-vehicle-market-by-automation-level-by>; letöltés: 2023.02.10.

Autonomous Vehicles and Cities. MIT, 2020.
<https://mobility.mit.edu/av>; letöltés: 2022.09.15.

BANISTER, David – HICKMAN, Robin: Transport futures: Thinking the unthinkable. *Transport Policy*, Volume 29, 2013. pp. 283–293.

BEEDE, Emma – BAYLOR, Elisabeth – HERSCH, Fred – IURCHENKO, Anna – WILCOX, Loren – RUAMVIBOONSUK, Paisan – VARDOLAKIS, Laura M.: A human-centered evaluation of a deep learning system deployed in clinics for the detection of diabetic retinopathy. *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems*, 2020. pp. 1–12.

BERGMAN, Noam – SCHWANEN, Tim – SOVACOOOL, Benjamin K.: Imagined people, behaviour, and future mobility: Insights from visions of electric vehicles and car clubs in the United Kingdom. *Transport Policy*, Volume 59, 2017. pp. 165–173.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X1630381X>; letöltés: 2022.11.14.

BONNEFON, Jean-Francois F. – SHARIFF, Azim – RAHWAN, Iyad: The Social Dilemma of Autonomous Vehicles. *Science*, Volume 352, Issue 6293, 2016. pp. 1573–1576.
https://www.researchgate.net/publication/301293464_The_Social_Dilemma_of_Autonomous_Vehicles; letöltés: 2022.07.25.

BRYNJOLFSSON, Erik – MITCHELL, Tom – ROCK, Daniel: What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? *AEA papers and proceedings*, Volume 108, 2018. pp. 43–47.

CLEMENTS, Lewis M. – KOCKELMAN, Kara M.: Economic Effects of Automated Vehicles. *Transportation Research Record*, Volume 2606, Issue 1, 2017. pp. 106–114.

COCKBURN, Iain M. – HENDERSON, Rebecca – STERN, Scott: The impact of artificial intelligence on innovation: An exploratory analysis. In: AGRAWAL, Ajay – GANS, Joshua – GOLDFARB, Avi (szerk.): *The economics of artificial intelligence: An agenda*. University of Chicago Press, Chicago, 2018. pp. 115–146.

COPPOLA, Pierluigi – SILVESTRI, Fulvio: Autonomous vehicles and future mobility solutions. In: COPPOLA, Pierluigi – ESZTERGÁR-KISS Domokos (szerk.): *Autonomous vehicles and future mobility*. Elsevier, Amsterdam, 2019. pp. 1–15.

CORLEY, Kevin G. – GIOIA, Dennis A.: Identity Ambiguity and Change in the Wake of a Corporate Spin-off. *Administrative Science Quarterly*, Volume 49, Issue 2, 2004. pp. 173–208.

DEWALSKA-OPITEK, Anna: Young Consumers' Attitudes Toward Autonomous Vehicles – An Empirical Approach. *Management Perspective for Transport Telematics*, Springer, Cham, 2018. pp. 41–54.

DIAMANDIS, Peter H. – KOTLER, Steven: *Future Is Faster Than You Think*. 1st edition. Simon & Schuster, New York, 2020.

FERRERO, Francesco. – PERBOLI, Guido – ROSANO, Mariangela – VESCO, Andrea: Car-sharing services: An annotated review. *Sustainable Cities and Society*, Volume 37, 2017. pp. 501–518. https://www.researchgate.net/publication/320698384_Car-sharing_services_An_annotated_review; letöltés: 2022.09.02.

FREUDENDAL-PEDERSEN, Malene – KESSELRING, Swen – SERVOU, Eriketti: What is smart for the future city? *Mobilities and automation*. *Sustainability*, Volume 11, Issue 1, 2019.

GEORGIEFF, Alexandre – HYEE, Raphaela: Artificial Intelligence and Employment: New cross-country evidence. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 265*, 2021. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/c2c1d276-en.pdf?expires=1688282453&id=id&accname=guest&checksum=1875FA2199ACAECE8F21588434A72F12>; letöltés: 2022.11.10.

HOLSTEIN, Tobias: The Misconception of Ethical Dilemmas in Self-Driving Cars. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Proceedings*, 1, 3, 17, 2017. https://www.researchgate.net/publication/318581498_The_Misconception_of_Ethical_Dilemmas_in_Self-Driving_Cars; letöltés: 2022.11.10.

HORVÁTH Dóra – MITEV, Ariel: *Alternatív kvalitatív kutatási kézikönyv*. Alinea Kiadó, Budapest, 2015.

IVANOV, Stanislav H. – WEBSTER, Craig – BEREZINA, Katerina: Adoption of robots, artificial intelligence and service automation by travel, tourism, and hospitality companies – a cost-benefit analysis. *Revista Turismo and Desenvolvimento*, No. 27-28, 2017. pp. 1501–1517. https://www.researchgate.net/publication/322635104_Adoption_of_robots_and_service_automation_by_tourism_and_hospitality_companies; letöltés: 2022.09.04.

KAMARGIANNI, Maria – LI, Weibo – MATYAS, Melinda – SCHÄFER, Andreas: A critical review of new mobility services for urban transport. *Transportation Research Procedia*, Volume 14, 2016. pp. 3294–3303. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516302836>; letöltés: 2022.11.24.

KOUL, Sahil – EYDGAHI, Ali: Utilizing technology acceptance model (TAM) for driverless car technology adoption. *Journal of Technology Management & Innovation*, Volume 13, Issue 4, 2018. pp. 37–46.

LAZÁNYI Kornélia: Generation Z and Y – are they different, when it comes to trust in robots? 2019 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES). Gödöllő, 2019.04.25–27.

LONDHE, B. R.: Marketing mix for next generation marketing. *Procedia Economics and Finance*, Volume 11, 2014. pp. 335–340. https://www.researchgate.net/publication/263931048_Marketing_Mix_for_Next_Generation_Marketing; letöltés: 2022.12.04.

MELANDER, Lisa – DUBOIS, Anna – HEDVALL, Klas – LIND, Frida: Future goods transport in Sweden 2050: Using a Delphi-based scenario analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 138, 2017. pp. 178–189.

MISKOLCZI Márk – ÁSVÁNYI Katalin – JÁSZBERÉNYI Melinda – KÖKÉNY László: Hogyan döntsön a mesterséges intelligencia? Az önvezető autók morális kérdései. *Magyar Tudomány*, 182. évfolyam, 3. szám, 2021. pp. 342–352.

https://mersz.hu/mod/object.php?objazonosito=matud202103_f55990_i1; letöltés: 2022.08.17.

MISKOLCZI Márk – FÖLDES Dávid – MUNKÁCSY András – JÁSZBERÉNYI Melinda: Urban mobility scenarios until the 2030s. *Sustainable Cities and Society*, Volume 72, 2021.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670721003139>; letöltés: 2022.10.11.

MISKOLCZI Márk: Impacts of highly automated vehicles on urban passenger transport and tourism. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Gazdálkodástani Doktori Iskola, 2022.

http://phd.lib.uni-corvinus.hu/1217/1/Miskolczi_Mark_den.pdf; letöltés: 2022.10.05.

NIKITAS, Alexandros – MICHALAKOPOULOU, Kalliopi – NJOYA, Eric Tchouamou – KARAMPATZAKIS, Dimitris: Artificial intelligence, transport and the smart city: Definitions and dimensions of a new mobility era. *Sustainability*, Volume 12, Issue 7, 2020.

https://www.researchgate.net/publication/340363486_Artificial_Intelligence_Transport_and_the_Smart_City_Definitions_and_Dimensions_of_a_New_Mobility_Era; letöltés: 2022.10.21.

PRIDEAUX, Bruce – YIN, Ping: The disruptive potential of autonomous vehicles (AVs) on future low-carbon tourism mobility. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, Volume 24, Issue 5, 2019. pp. 459–467.

SCHWAB, Klaus: The Global Competitiveness Report 2018. World Economic Forum, 2018.10.16.

<https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018/>; letöltés: 2022.11.10.

SU, Zhan – TOGAY, Guillaume – CÔTÉ, Anne-Marie: Artificial intelligence: a destructive and yet creative force in the skilled labour market. *Human Resource Development International*, Volume 24, Issue 3, 2021. pp. 341–352.

The future of mobility is at our doorstep. McKinsey and Company, 2019.

<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/The%20future%20of%20mobility%20is%20at%20our%20doorstep/The-future-of-mobility-is-at-our-doorstep.ashx>; letöltés: 2022.11.15.

TRAPPL, Robert: Ethical Systems for Self-driving Cars: An Introduction.

Applied Artificial Intelligence, Volume 30, Issue 8, 2016. pp. 745–747.

<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/08839514.2016.1229737?needAccess=true&ole=button>; letöltés: 2022.11.15.

TUSSYADIAH, Iis P. – ZACH, Florian J. – WANG, Jianxi: Attitudes toward autonomous on demand mobility system: The case of self-driving taxi.

In: SCHEGG, Roland – STANGL, Brigitte (szerk.): *Information and communication technologies in tourism 2017*. Springer, Cham, 2017. pp. 755–766.

https://www.researchgate.net/publication/312046864_Attitudes_Toward_Autonomous_on_Demand_Mobility_System_The_Case_of_Self-Driving_Taxi; letöltés: 2022.11.10.

ULLAH, Zaib – AL-TURJMAN, Fadi – MOSTARDA, Leonardo – GAGLIARDI, Roberto:

Applications of artificial intelligence and machine learning in smart cities.

Computer Communications, Volume 154, 2020. pp. 313–323.

https://www.researchgate.net/publication/339620997_Applications_of_Artificial_Intelligence_and_Machine_learning_in_smart_cities; letöltés: 2022.10.28.

VITEZIĆ, Vanja – PERIĆ, Marko: Artificial intelligence acceptance in services: connecting with Generation Z. *The Service Industries Journal*, Volume 41, Issue 13-14, 2021. pp. 926–946.

BAGÓ PÉTER

**AZ AUTOMATIZÁCIÓ HATÁSA A PÉNZÜGYEKBEN –
PÉNZÜGYI RENDSZEREK BIZTONSÁGA –
ALGORITMIKUS KERESKEDELEM**

A fintech evolúciója

A fintech fejlődése alapvetően három szakaszra bontható. A fintech 1.0 kezdete 1866 nyarára datálható, amikor lefektették az Atlanti-óceán alatt az első távírókábelét – ekkor kezdődött tulajdonképpen a pénzügyi globalizáció első korszaka, ezzel a találmánnyal vált lehetővé az információ nemcsak regionális, de interkontinentális továbbítása.¹ Ennek a korszaknak meghatározó része volt a telexgép használatának elterjedése is.² 1933-ban Németország vezette be a teleprinterok használatát, ami a második világháború végére egy, szinte egész Európa területén kiterjedt hálózattá alakult, 1957-re pedig már 39 országban volt jelen. A fintech 1.0 korszakának következő jelentős eseménye az első általános célokra felhasználható hitelkártya 1950-es megjelenése volt, ami a Diners Club társalapítói, Frank McNamara és Ralph Schneider neveihez kötődik.³

A fintech második érájának kezdetét egy áttörő újítás jelentette.⁴ Az ötlet a háború utáni világ egy sajátosságából indult ki: széles körben elterjedt a csekkek használata. Ez nagyobb kényelmet jelentett, mint a készpénzes tranzakciók végrehajtása, aprópénz hordozása, számlálása. A bankok számára ellenben sok költséges könyvelési teendővel járt, ennek az oka a gazdasági fejlődésben keresendő, hisz a bérek emelkedtek, emiatt természetesen többre került nekik a dolgozók foglalkoztatása. A magasabb fizetésnek köszönhetően nőtt a szabadidős tevékenységek iránti kereslet a hétvégi munkavégzés kárára. Emellett az ügyfelek részéről továbbra is fennállt az igény, hogy szombaton vagy akár vasárnap is készpénzhez jussanak. E tényezőket figyelembe véve igyekeztek megalkotni egy olyan rendszert, amely a könyvelési költségeket csökkenti, de egyúttal a banki szolgáltatásokat nagyobb mértékben és magasabb szinten tudják nyújtani. Erre a problémára a megoldást az ATM 1967-es bemutatása jelentette. A kezdetekben az ügyfelek utalvány ellenében vehettek fel pénzt, hat hónapon keresztül bármely nap,

¹ ARNER, Douglas W. – BARBERIS, Janos Nathan – BUCKLEY, Ross P.: The Evolution of Fintech: A New Post-Crisis Paradigm? University of Hong Kong Faculty of Law, Research Paper No. 2015/047. SSRN Electronic Journal, Volume 47, Issue 4, 2015. pp. 1271–1319.
https://www.researchgate.net/publication/313365410_The_Evolution_of_Fintech_A_New_Post-Crisis_Paradigm; letöltés: 2022.10.11.

² ASHTA, Arvind – BIOT-PAQUEROT, Guillaume: FinTech evolution: Strategic value management issues in a fast changing industry. Strategic Change, Volume 27, Issue 4, July 2018. pp. 301–311.

³ The Story Behind The Card. Diners Club International, 2022.
<https://www.dinersclub.com/home/about/dinersclub/story>; letöltés: 2023.01.04.

⁴ ASHTA, Arvind – BIOT-PAQUEROT, Guillaume: FinTech evolution: Strategic value management issues in a fast changing industry.

ez a rendszer viszont megkövetelte a kézi könyvelési feladatokat. A banki feladatok hatáskörét átszervezték és a lakossági fiókok munkáját központi irodák kezdték ellátni, ezzel is csökkenteni szerették volna a költségeket, viszont ez nem a várt mértékben valósult meg.

A következő, a fintech 2.0-t meghatározó kezdeményezésnek a SWIFT-rendszer (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication) 1973-as megvalósítását tekinthetjük.⁵ Mint ahogy a legtöbb már említett vagy a továbbiakban említésre kerülő megoldás, ennek a kialakítása is a hatékonyabb munkavégzés és a magasabb szintű szolgáltatásnyújtás reményében indult el. A 60-as években számos nagyobb amerikai és európai bank fektetett pénzt magánhálózatok kialakításába és különböző számitógépes berendezésekbe, hogy lehetővé tegyék a határokon átvívelő banki tevékenységek lebonyolítását. Ezekben a nemzetközi tranzakciókban hangsúlyos szerepe volt a közöttük lejátszódó hatékony kommunikációnak, viszont a szabad szöveges üzenetekbe sokszor kerültek kisebb-nagyobb hibák, azok sajnos akadályozták a folyamatot. Erre megoldást a belső banki eljárások standardizálása jelentett. Ezek nyomán 1973-ban az európai bankok kezdeményezésére brüsszeli székhellyel létrehozták a SWIFT-et mint nemzetközi (kezdetben 15 ország 239 bankja volt tag) pénzügyi szervezetet. Mára a nemzetközi tranzakciók elengedhetetlen részévé vált, 200 országban több mint 11 ezer pénzügyi intézmény a tagja ennek az infrastruktúrának.

Szintén említésre méltó a fintech 2.0 korszakából például az első kereskedelmi forgalomban elérhető mobiltelefon megjelenése 1983-ban, vagy az úgynevezett *program trading* 1987-es indulása, ami az értékpapír-kereskedelem algoritmizálásában katalizátorként funkcionált.⁶ Ezeken kívül a 2000-es években felfutásnak induló, már emlegetett közösségi finanszírozás szintén számottevő mértékben befolyásolta a pénzügyi technológiák fejlődését.⁷ Legnagyobb szerepet a pénzügyi piacon az internet elterjedése játszott.⁸

Az előző korszak végét és a jelenlegi elejét a 2008-as gazdasági válság kezdete jelentette.⁹ A bankokat lekötötte a válságkezelés és a recessziót követően hozott különböző szabályozási követelményeknek való megfelelés, ez pedig teret engedett főként az újonnan belépő kis cégeknek (*start-upok*) és a különböző innovatív megoldások megvalósításának.

⁵ ASHTA, Arvind – BIOT-PAQUEROT, Guillaume: FinTech evolution: Strategic value management issues in a fast changing industry.

⁶ ARNER, Douglas W. – BARBERIS, Janos Nathan – BUCKLEY, Ross P.: The Evolution of Fintech: A New Post-Crisis Paradigm?

MITCHELL, Cory: Program Trading: Meaning, Purpose, Example. Investopedia, 2022.05.25. <https://www.investopedia.com/terms/p/programtrading.asp>; letöltés: 2022.08.17.

⁷ ASHTA, Arvind – BIOT-PAQUEROT, Guillaume: FinTech evolution: Strategic value management issues in a fast changing industry.

⁸ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges. Business Horizons, Volume 61, Issue 1, 2018. pp. 35–46.

<https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/94413.pdf>; letöltés: 2022.10.14.

⁹ BUSSMANN, Oliver: The Future of Finance: FinTech, Tech Disruption, and Orchestrating Innovation. In: FRANCIONI, Reto – SCHWARTZ, Robert A. (szerk.): Equity Markets in Transition. Springer, Cham, 2017. pp. 473–486.

A Bitcoin 2009-es indulása és utána egyéb más kriptovaluták megjelenése alapjaiban rengette meg az emberek pénzről alkotott koncepcióját, ez a fintech 3.0 (eddig) egyik legjelentősebb mérföldkövének számított. A 2010-es évek elején jelentek meg tömegesen a piacon az okostelefonok, ezután gyakorlatilag bárki, bárhol és bármikor hozzáférhetett az internethez. Ez a jelenség pedig szinte azonnal magával hozta a mobilalapú fizetési megoldások széles körű elterjedését.¹⁰

A fintech 3.5 kezdetét ugyanúgy 2008-tól jegyzik, azzal a különbséggel, hogy ez a fejlődő világ pénzügyi technológiájára vonatkozik.¹¹ Ezekben a területeken nem tudott kialakulni magas szintű banki infrastruktúra (pl. Banglades), ami többek között annak is köszönhető, hogy az informatikai jellegű fejlesztésekre szánt pénz jelentősen elmarad az európai és az észak-amerikai szinttől, illetve az adatvédelemre vonatkozó szabályok is javarészt kevésbé szigorúak.¹² További akadályt jelent az, hogy a pénzügyi tudatosság szintje nem éri el a nyugati színvonalat, a bérék is alacsonyabbak, illetve a készpénzes tranzakciók túlnyomó többségben vannak a kártyás fizetéssel szemben, hisz sajnos sokan hozzá se férnek az Európában alapvetőnek számító pénzügyi szolgáltatásokhoz (pl. bankszámlanyitás).¹³ Ezekben az elmaradott országokban jellemző az állami felügyelet alatt álló bankrendszer, viszont a beléjük vetett bizalom igen alacsony: részben sikertelenségüknek, részben pedig számos korrupciós botránynak köszönhetően.¹⁴ Emiatt a tömegek nyitottak a különböző, nem bankok által nyújtott fintech-megoldásokra, ezzel is esélyt adva a tovább fejlődésnek és a felzárkózásnak a nyugati pénzügyi rendszerekhez.

Fintech-szektorok

A fizetés az egyik leggyakrabban használt és a legkevésbé szabályozott pénzügyi szolgáltatás.¹⁵ Nagy fókusz helyeződik erre a témakörre, rendkívül dinamikusan fejlődik és nagy a tér az innovációnak is a szektorban. Két fő területre koncentrálódik: az egyik a lakossági, a másik pedig a kiskereskedelmi és vállalati fizetésre irányul. A lakossági fizetés területén több megoldást is kiemelnek. Az egyik ilyen a mobiltárca, erre remek példa a Barion mint magyar vállalat, de persze megemlíthetjük a Google Wallet-et, vagy az Apple Payt, ha a Big4 vállalatok fintech-szolgáltatásairól van szó. A P2P mobil fizetés (a hitelkártya-kibocsátó nagyvállalatok kikerülésével) is kiemelkedő szerepet játszik a területen, ezt a PayPal képviseli. Fontos megemlíteni továbbá a QR-kód alapú mobilos fizetési rendszert, a valós idejű fizetési megoldásokat, illetve a nemzetközi utalást különböző külföldi pénznemekben, ez utóbbira a Wise

¹⁰ Evolution of Fintech: The 5 Key Eras. Zigurat, 2022.08.25.

<https://www.e-zigurat.com/innovation-school/blog/evolution-of-fintech/>; letöltés: 2022.09.17.

¹¹ ARNER, Douglas W. – BARBERIS, Janos Nathan – BUCKLEY, Ross P.: The Evolution of Fintech: A New Post-Crisis Paradigm?

¹² Market Guide: Fintech. Energy Catalyst, June 2020.

<https://energycatalyst.community/developer/wp-content/uploads/2020/12/Market-Guide-Fintech.pdf>;
letöltés: 2022.06.27.

ARNER, Douglas W. – BARBERIS, Janos Nathan – BUCKLEY, Ross P.: The Evolution of Fintech: A New Post-Crisis Paradigm?

¹³ Market Guide: Fintech.

¹⁴ ARNER, Douglas W. – BARBERIS, Janos Nathan – BUCKLEY, Ross P.: The Evolution of Fintech: A New Post-Crisis Paradigm?

¹⁵ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges.

kínál kedvező lehetőségeket. A mobilról történő fizetés mind a szolgáltatót, mind a felhasználó számára komoly előnyökkel jár.¹⁶ Az ügyfelek számára a szóban forgó területen működő fintech-cégek korszerű, gyors és kényelmes fizetési élményt kínálnak, míg a vállalatok a mobilos fizetésnek köszönhetően egyre több hasznos adatot tudnak gyűjteni a felhasználókról, ami később innováció táptalaja is lehet.¹⁷

A következő fontos, megemlítendő terület a *crowdfunding*, vagy magyarul közösségi finanszírozás. Ahogy a nevéből is adódik, arra koncentrálódik, hogy az induló vállalkozásokat segítsék az emberek, egy-egy potenciális áttörést, forradalmi ötletet támogassanak anyagilag.¹⁸ A rendszer három szereplőből áll: a vállalkozó, aki kezdeményezi a pénzügyűjtést; a hozzájáruló felek; valamint az az úgymond moderáló szervezet, amely közvetítő szerepet tölt be a finanszírozó és a finanszírozott között, az ő weboldalaikon keresztül lehet továbbá értesülni a különböző támogatható projektekről, illetve a támogatás fajtájáról.

A közösségi finanszírozásnak három fő típusát különböztetjük meg, ezek közül elsőként a jutalomalapú módszert ismertetném. Ez a fajta támogatás leginkább startupok és induló vállalkozók számára lehet célszerű választás, amelyek valamilyen innovatív termék vagy szolgáltatás fejlesztését tűzték ki célul maguk elé. A lényege az, hogy előre megadott időkereten belül kell hozni a „befektetők” által várt eredményt, viszont a hozzájáruló felek nem az általuk felajánlott pénzt kapják vissza, hanem lehetőség szerint a beígért terméket.¹⁹ Népszerű vállalat a területen például a Kickstarter és a Crowdfunder. Az adományalapú finanszírozásnak ugyanaz az alapja, mint az előző *crowdfunding* formának, viszont akik segítik a vállalkozót, itt nem kapnak pénzben kifejezhető jutalmat a támogatásukért cserébe.²⁰ Az egyik legismertebb szervezetnek ezen a területen a GoFundMe mondható. A tőkealapú finanszírozás fő gondolata az, hogy befektetésért cserébe eladnak a cégek külső félnek egy részvényt, ez a KKV-szektorban népszerű választás lehet.²¹ Ennél a támogatási formánál általában jelentősen nagyobb összegű hozzájárulásról van szó, mint az előző kettő esetén, emiatt a kockázat is természetesen nagyobb. Így tehát lényeges, hogy meggyőző üzleti terv álljon rendelkezésre, előre tisztázzák a megtérülési feltételeket, továbbá a vállalkozó legyen tisztában a részvényesek jogaival, illetve a további aspektusokkal.²² Több vállalat foglalkozik tőkealapú finanszírozással, például a Crowdcube és az AngelList. A fintech tőkepecsi szerepe nem ér véget a crowdfundingnál, számos cég (pl. Robinhood) kínál arra lehetőséget, hogy a befektetők kereskedjenek különböző részvényekkel és árukkal, illetve valós időben követhessék nyomon az esetleges kockázatokat.²³

¹⁶ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges.

¹⁷ BUSSMANN, Oliver: The Future of Finance: FinTech, Tech Disruption, and Orchestrating Innovation.

¹⁸ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges.

¹⁹ Equity crowdfunding. European Commission, 2022.

https://single-market-economy.ec.europa.eu/access-finance/guide-crowdfunding/different-types-crowdfunding/equity-crowdfunding_en; letöltés: 2022.07.01.

²⁰ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges.

²¹ Uo.

²² Rewards-based crowdfunding. European Commission, 2022.

https://single-market-economy.ec.europa.eu/access-finance/guide-crowdfunding/different-types-crowdfunding/rewards-based-crowdfunding_en; letöltés: 2022.07.01.

²³ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges.

A P2P-hitelezés szintén jelentős, a fintech alapvető területe. Az ebben a szektorban létező szervezetek – mint pl. a Funding Circle – segítségével egyének és vállalatok is könnyen és hatékonyan adhatnak-vehetnek kölcsön egymástól pénzt alacsony kamat mellett.²⁴ Bár a bankokkal ellentétben ezek a cégek nem vesznek részt a folyamatban, hanem segítenek, hogy a hitelező és a hitelt igénylő felek egymásra találjanak, a szolgáltatásért viszont kiszámláznak bizonyos összeget. A hitelkockázat felmérése sem a bankoktól megszokott folyamaton alapul – pl. igénybe veszik a közösségi médián felgyülemlett adathalmazt is erre a célra.²⁵ A bankok és a hitelintézetek számára az ilyen fintech-vállalatok komoly ellenfeleknek számítanak, hiszen a tőkekövetelmény-rendeletek az utóbbiakra egyelőre nem vonatkoznak, így a kölcsönzés teljes összege se korlátozott, ami jelentős versenyelőnyt biztosít számukra a szóban forgó területen.²⁶

A fintech-világ egyik leggyakrabban emlegetett területe, a blokklánc koncepciójának 2008-as megalkotása Satoshi Nakamotohoz kötődik.²⁷ A kezdetekben az első kriptovaluta, a bitcoin nyilvános főkönyveként szolgált, mára már számos területen (pl. okosszerződések) használatos ez a technológia. A projekt eredeti célja az volt, hogy egy P2P-rendszert hozzanak létre, amely lehetővé teszi, hogy két fél között a hagyományos banki intézmények megkerülésével tranzakció mehessen végbe. Ezek a felek nem ismerik egymást, nincs meg köztük a kereskedelemhez szükséges bizalom, emiatt az egyik leglényegesebb a blokklánc-adatbázis megalkotásakor az volt, hogy ezt a problémát kiküszöböljék. Ehhez egy olyan technológiát dolgoztak ki, amely segítségével a könyvelési sorokat minden fél látja a blokkláncon, így ha valamilyen változás keletkezik azokban, arról mindenki értesül, ezzel elkerülhető a csalás.

Az egyik legnépszerűbb fintech-ágazat a robottanácsadás.²⁸ Ez olyan számítógépes algoritmusokat fed le, amelyek azonnal képesek információt szolgáltatni a befektetők és a kereskedők számára a tőkepiacot érintő hírekről, lekövetik többek között a közösségi médiában tapasztalható trendeket is, ezzel is segítve a döntéshozást.²⁹ Például a FutureAdvisor platformon ennek a technológiának a segítségével személyre szabottan (pl. a kockázatvállalási hajlandóságot is figyelembe véve) alakítható ki a kívánt eszközallokáció, amit a robot a folyamatos piaci változások ellenére is egyensúlyban tart.³⁰

A fintech hatása a biztosítási szektorba is begyűrűzött, ahogy számos már említett terület esetén, ennek az iparágnak az üzleti modellje is a felek, jelen esetben a biztosító és az ügyfél közti közvetlen kapcsolatra és a rugalmas, korszerű szolgáltatás nyújtására épül.³¹ A díjazás személyre szabott, legyen szó egészség-, baleset- vagy életbiztosításról. Járművek esetén remek példa erre a *pay-as-you-drive* biztosítás, amely az adott jármű használati adatait kéri be, és ezt elemezve állítja ki a fizetendő

²⁴ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges.

²⁵ BUSSMANN, Oliver: The Future of Finance: FinTech, Tech Disruption, and Orchestrating Innovation.

²⁶ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges.

²⁷ BUSSMANN, Oliver: The Future of Finance: FinTech, Tech Disruption, and Orchestrating Innovation.

²⁸ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges.

²⁹ BUSSMANN, Oliver: The Future of Finance: FinTech, Tech Disruption, and Orchestrating Innovation.

³⁰ Uo.

³¹ LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges.

díjat.³² Ezen a területen jelentősebb szereplőnek mondható pl. a Clearcover és a Next Insurance.

Az azonnali fizetési rendszer (AFR) jelentősége elvitathatatlan, ezért erre is mindenképpen ki kell térni a következőkben. A TARGET Instant Payment Settlement (TIPS) a fintech-világ szintén fontos részét képezi.³³ Alapja, a TARGET2 létrehozására azért került sor, hogy támogassa az Európai Központi Bank monetáris politikáját, annak egységét. A TARGET2 olyan decentralizált fizetési rendszer takar, amelynek segítségével a központi és a kereskedelmi bankok az euróalapú fizetési tranzakciókat meg tudják valósítani. A TIPS 2018. november 30-án az eurorendszer jóvoltából indult el, mégpedig az ISO 20022 szabványok és az SCT Inst (SEPA Instant Credit Transfer) páneurópai azonnali fizetési rendszer közös szabályrendszerének figyelembevételével.³⁴ A TIPS egy olyan, a TARGET2 kiterjesztéseként létrehozott piaci infrastruktúraszolgáltatás, amely a PSP-k ügyfelei számára lehetővé teszi, hogy szünet nélkül (24/7) bonyolíthassanak le utalásokat, és a pénz pár másodpercen belül a fogadó fél számláján legyen. Az európai fizetési piac egységét kívánják ezzel megőrizni. A TIPS célja többek között az, hogy a tranzakciók maximum 10 másodpercen belül feldolgozásra kerüljenek – a biztonság és a folytonosság megtartásával.³⁵ A pénzforgalmi szolgáltatók a központi bankjuknál külön erre a célra nyitott számlán keresztül tudják ezeket az azonnali fizetéseket teljesíteni. A csatlakozás a TIPS-hez résztvevőként, elérhető félként, illetve utasító félként lehetséges.³⁶ A résztvevők x db számlával rendelkeznek a TIPS-ben, az elérhető felek pedig ezzel az x db résztvevői számlával jogosultak elszámolásra, de ők maguk nem rendelkeznek ilyennel. A hitelintézetek közti átutalások az úgynevezett utasító felek (pl. klíringházak) segítségével bonyolíthatók le. Magyarországon utasító félnek a GIRO Zrt. által működtetett Bankközi Klíring Rendszer mondható.³⁷

Az AFR a TIPS alapján valósult meg Magyarországon. 2020. március 2-án indult el a GIRO Zrt., az MNB és 35 kereskedelmi bank részvételével – minden belföldi bank számára kötelező volt a részvétel az AFR-ben, ellentmondva a nemzetközi tapasztalatoknak.³⁸ Az AFR létrehozása során a SEPA-t példaként szem

³² PUSCHMANN, Thomas: Fintech. Business and Information Systems Engineering, Volume 59, Issue 1, 2017. pp. 69–76.
<https://doi.org/10.1007/s12599-017-0464-6>; letöltés: 2022.05.21.

³³ Pán-európai elszámolásforgalmi rendszerek. MNB, 2022.
<https://www.mnb.hu/penzforgalom/az-euro/pan-europai-elszamolasforgalmi-rendszerek>; letöltés: 2022.11.23.

³⁴ DE JESSÉ, Marc Bayle: TARGET Instant Payment Settlement: The Eurosystem's response to an evolving payments landscape. Journal of Payments Strategy & Systems, Volume 12, Issue 4, 2018. pp. 322–327.
<https://discovery.ebsco.com/c/n3fo33/viewer/pdf/h4exqdmysf>; letöltés: 2022.12.15.

³⁵ What is TARGET Instant Payment Settlement (TIPS)? European Central Bank, 2022.
<https://www.ecb.europa.eu/paym/target/tips/html/index.en.html>; letöltés: 2022.06.04.

³⁶ DE JESSÉ, Marc Bayle: TARGET Instant Payment Settlement: The Eurosystem's response to an evolving payments landscape.

³⁷ GIRO. MNB, 2022.
<https://www.mnb.hu/penzforgalom/a-hazai-penzforgalmi-infrastruktura/giro>; letöltés: 2022.11.23.

³⁸ Elérhetővé vált az azonnali fizetés! MNB, 2022.
<https://www.mnb.hu/azonnali-fizetes>; letöltés: 2022.11.23.
Az Azonnali Fizetési Rendszer (AFR). Takarékbank, 2022.
<https://www.takarekbank.hu/azonnali-fizetesi-rendszer#>; letöltés: 2022.03.25.

előtt tartották, épp azért, hogy ha itthon is bevezetésre kerül az euró, az átállás ne okozzon súlyos problémákat.³⁹ Jelenleg a rendszer egyedül belföldi, például rendszeres vagy értéknapos utalásokat támogat, illetve fizetési kérelem küldése és fogadása is lehetséges számos pénzügyi intézményben, szintén belföldi viszonylatban.⁴⁰ Ezekhez annyi követelmény tartozik, hogy ne legyen meghatározva teljesítési dátum, illetve az utalás összege ne haladja meg a 10 millió forintos felső határt. A szabály értelmében öt másodpercen belül visszavonhatatlanul a kedvezményezett számlájára kerül az átutalt összeg, a tranzakció elutasítása esetén a fizető fél arról üzenetet kap. Amennyiben öt másodperc alatt nem érkezik meg a pénz a kívánt számlára, 20 másodperc áll rendelkezésre, hogy a tranzakció végül sikeres lehessen.⁴¹ A számlatulajdonosok a számlaszámukon kívül másodlagos azonosítót is hozzárendelhetnek a fiókjukhoz, például a telefonszámukat vagy az e-mail-címüket.⁴²

Az MNB nemrég nyilvánosságra hozta az AFR fejlesztési koncepciójának tervezett elemeit, erről Bartha Lajos, az MNB pénzügyi infrastruktúráért és bankműveletekért felelős ügyvezető igazgatója számolt be, és ezekből emelnék ki néhányat.⁴³ Az összes bank számára kötelező lesz a fizetési kérelmek fogadása, ahogy a QR-kódok olvasása is. A kódokat központilag hitelesített sztenderd alapján fogják megalkotni, ez a biztonság kérdésében jelentős előrelépés lesz. A QR-kód sztenderd kialakítását követően az NFC-n, illetve deeplinken keresztül történő AFR-re fogják helyezni a hangsúlyt. A tranzakciók felső értékhatárát 10 helyett 30 millió forintban állapítják meg, illetve minden átutalást követően kötelező lesz azok sikerességét igazolni egy üzenettel.

Az open banking és a PSD2 fogalma, célja

Az üzleti életben gyakran hangoztatják az „adat az új olaj” mondást, nem véletlenül – a vállalatoknak tudniuk kell azt, hogy a felgyülemlett adathalmazból hogyan nyerjenek ki az elemzési folyamat végére hasznos, új összefüggéseket.⁴⁴

³⁹ AFR – the Hungarian Retail Instant Payment System. European Payments Council (EPC), 2020.04.14. <https://www.europeanpaymentscouncil.eu/news-insights/insight/afr-hungarian-retail-instant-payment-system>; letöltés: 2022.09.30.

⁴⁰ VRAZSOVITS Rita: Március 2-án indul az azonnali fizetési rendszer Magyarországon! Bank360.hu, 2022.01.18. <https://bank360.hu/blog/azonnali-fizetesi-rendszer>; letöltés: 2022.11.04.

VRAZSOVITS Rita: Fizetési kérelem: már kérni is lehet az utalást, nemcsak kapni. Bank360.hu, 2022.08.19.

<https://bank360.hu/fizetesi-kerelem>; letöltés: 2022.10.27.

⁴¹ VRAZSOVITS Rita: Március 2-án indul az azonnali fizetési rendszer Magyarországon!

⁴² AFR – the Hungarian Retail Instant Payment System.

⁴³ TURZÓ Ádám Pál: Készül az AFR 2.0 – Elmondta az MNB, mit terveznek az azonnali fizetéseknel. Portfolio, 2022.12.12. <https://www.portfolio.hu/bank/20220912/keszul-az-afr-20-elmondta-az-mnb-mit-terveznek-az-azonnali-fizeteseknel-564845>; letöltés: 2023.01.10.

⁴⁴ AYTAS, Baran – ÖZTANER, Serdar Murat – ŞENER, Emrah: Open banking: Opening up the 'walled gardens'. Journal of Payments Strategy & Systems, Volume 15, Issue 4, December 2021. pp. 419–431. <https://discovery.ebsco.com/c/n3fo33/viewer/pdf/pcmbonva7z>; letöltés: 2022.12.04.

Belvo Team: Financial data enrichment: when data science meets open banking APIs. Belvo, 2022.02.09.

<https://belvo.com/blog/financial-data-enrichment-open-banking-apis/>; letöltés: 2022.05.21.

A pénzügyi világot sokáig a bankok és a különböző pénzügyi intézmények uralták, az ügyfelek adataihoz egyedül ők fértek hozzá, ezzel számukra volt egyedül adott a lehetőség arra, hogy az értékes információkat felhasználva úgy és olyan irányba fejlesszék tevékenységüket, hogy abból még tekintélyesebb versenylőnyt kovácsoljanak maguknak.

Az *open banking* (nyílt bankolás) megjelenésével viszont ez a hegemonia megszűnt, megtörtént az adatok úgymond demokratizálása.⁴⁵ Ez olyan, világszerte elterjedt, más-más fejlődési szakaszokban levő koncepció, amely végső célja egy készpénzmentes társadalom létrehozása.⁴⁶ A folyamat során az inkumbensek a harmadik feles pénzügyi szolgáltatók számára hozzáférést biztosítanak az ügyfelek bizonyos adataihoz alkalmazásprogramozási interfészekon, azaz API-kon keresztül, hogy azok az innovatív szolgáltatásaikkal további értéket biztosítsanak a felhasználók számára.⁴⁷ Az ügyfeleknek lehetőségük nyílik arra, hogy a bankjukkal kapcsolatban álló több fél szolgáltatásait is igénybe vegyék különböző célokra.⁴⁸ Területenként eltérő szabályozások érvényesek a bankokra és a pénzügyi intézményekre, vállalatokra. Európai uniós szinten a PSD2 nyújt megfelelő jogi keretet az *open banking* számára, illetve teszi lehetővé annak működését.

A PSD2 (Revised Payments Services Directive) irányelv a 2007-es PSD folytatásaként, kiegészítéseként készült. 2016 januárjában lépett hatályba, de az EU-tagállamoknak 2018 januárjáig volt idejük arra, hogy átváltassák a saját jogrendszerükbe a megfogalmazott szabályokat. A szabályozástechnikai standardokat 2018 márciusában jelentették meg, ezután a pénzforgalmi szolgáltatók kaptak egy 18 hónapos átállási időt, hogy megfelelhessenek ezeknek.⁴⁹

A PSD2 értelmében a bankok kötelesek elősegíteni a nyílt bankolást, biztosítaniuk kell a hozzáférést az ügyfél- és a számlaadatokhoz az arra jogosult harmadik félnek (erről a későbbiekben lesz még szó).⁵⁰ Ezzel az EU-s fizetési piacot kívánták hatékonyabbá tenni, javítva a versenyt a hagyományos bankok, illetve a fintech-szolgáltatók között.⁵¹ Sok reményt fűznek ahhoz a szabályozó hatóságok, hogy a PSD2 bevezetése serkenti az innovációra való hajlandóságot, illetve a szektorba magasabb szintű biztonságot és átláthatóságot hoz.⁵²

⁴⁵ AYTAS, Baran – ÖZTANER, Serdar Murat – ŞENER, Emrah: Open banking: Opening up the 'walled gardens'.

⁴⁶ LAPLANTE, Phil – KSHETRI, Nir: Open banking: Definition and Description. Computer, Volume 54, Issue 10, October 2021. pp. 122–128.

⁴⁷ Open banking: Definition, How It Works, and Risks. Investopedia, 2022.04.04. <https://www.investopedia.com/terms/o/open-banking.asp>; letöltés: 2022.05.17.

⁴⁸ LAPLANTE, Phil – KSHETRI, Nir: Open banking: Definition and Description.

⁴⁹ The revised Payment Services Directive (PSD2) and the transition to stronger payments security. European Central Bank, March 2018.

https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/mip-online/2018/html/1803_revisedpsd.en.html; letöltés: 2022.06.04.

⁵⁰ ZACHARIADIS, Marcos – OZCAN, Pinar: The API Economy and Digital Transformation in Financial Services: The Case of Open Banking. SWIFT Institute Working Paper, 2016-001. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2975199>; letöltés: 2022.09.07.

⁵¹ Opportunities in Open Banking. FDATA North America, 2019.

<https://fdata.global/north-america/wp-content/uploads/sites/3/2019/04/FDATA-Open-Banking-in-North-America-US-version.pdf>; letöltés: 2022.04.26.

⁵² ZACHARIADIS, Marcos – OZCAN, Pinar: The API Economy and Digital Transformation in Financial Services: The Case of Open Banking.

A PSD2 irányelv alappillérei és a nyíltbankolás-ökoszisztéma szereplői

A bekezdésben tárgyalt direktíva három fő pilléren alapul, az egyik az *open banking* magját képező technológiai szabványokra, azaz a fentebb már említett API-kra (alkalmazásprogramozási interfészekre) vonatkozik.⁵³ Ezek olyan felületeket takarnak, amelyek lehetővé teszik azt, hogy egy szoftver egy másikhoz csatlakozhasson, segítségével biztosított a harmadik fél számára a hozzáférés az ügyféladatokhoz. A PSD2-nek megfelelően az API-khoz kapcsolódó dokumentációt térítésmentesen kell a szolgáltatók rendelkezésére bocsátani.⁵⁴ Többféle API-szabvány létezik: Nagy-Britanniában az Open Banking UK vagy EU-s szinten a Berlin Group; az Unióban a bankok többségében utóbbi standard alapján alakítják ki a hozzáféréseket, de számos pénzügyi intézmény – mint a BBVA vagy az ING – saját API-t fejlesztett.⁵⁵ A másik pillér a biztonsági követelményeket vázolja fel, ez minden pénzügyi rendszer alapvető részét képezi.⁵⁶ A nyílt bankolás megjelenése pedig még nagyobb kockázati faktort rejt magában – több fél rendelkezik az érzékeny ügyféladatokkal, így nő az esélye a zsarolásoknak vagy akár a személyazonosság-lopásoknak, továbbá az adatszivárgások bekövetkezése is valószínűbb lehet.⁵⁷ A biztonság érdekében tett intézkedéseknek az adatok integritását kell elősegítenie, emellett az adott platform tulajdonosának biztosítékot kell arról adnia az ügyfélnek, hogy valóban az adatvédelmi sztenderdeknek megfelelően jár el.⁵⁸

A PSD2 biztonsági alappilléreinek kulcsfontosságú része az erős ügyfél-hitelesítés (Strong Customer Authentication – SCA). Fő célja az, hogy az előző bekezdésben említett illegális tevékenységek számát visszaszorítsa. A fizetési csalások jelentős gazdasági kárt okoznak: 2019-ben csak az Egyesült Királyságban kibocsátott kártyákkal elkövetett visszaélések mértéke 621 millió fontra rúgott.⁵⁹ Kétlépcsős azonosításra van szükség a különböző banki műveletek, fizetések, illetve

⁵³ NANAeva, Zhamal – AYSAN, Ahmed Farouk – SHIRAZI, Nasim Shah: Open banking in Europe: The effect of the Revised Payment Services Directive on Solarisbank and Insha. *Journal of Payments Strategy & Systems*, Volume 15, Issue 4, December 2021. pp. 432–444.

[https://discovery.ebsco.com/c/n3fo33/viewer/pdf/37bjtmjev; letöltés: 2022.07.28.](https://discovery.ebsco.com/c/n3fo33/viewer/pdf/37bjtmjev; letöltés: 2022.07.28)

What is API? Red Hat, 2022.06.02.

[https://www.redhat.com/en/topics/api/what-are-application-programming-interfaces; letöltés: 2022.08.11.](https://www.redhat.com/en/topics/api/what-are-application-programming-interfaces; letöltés: 2022.08.11)

⁵⁴ LEMÁK Gábor. Itt a hazai open banking lista! 20-ból 17 magyar bank elstartolt. *Fintechzone*, 2019.03.18.

[https://fintechzone.hu/itt-a-hazai-open-banking-lista; letöltés: 2022.03.11.](https://fintechzone.hu/itt-a-hazai-open-banking-lista; letöltés: 2022.03.11)

⁵⁵ BARBASURA, Dmitrii: Working with Technical Service Providers under PSD2. *Finextra*, 2019.07.30.

[https://www.finextra.com/blogposting/17686/working-with-technical-service-providers-under-psd2; letöltés: 2022.05.04.](https://www.finextra.com/blogposting/17686/working-with-technical-service-providers-under-psd2; letöltés: 2022.05.04)

LEMÁK Gábor. Itt a hazai open banking lista! 20-ból 17 magyar bank elstartolt.

⁵⁶ NANAeva, Zhamal – AYSAN, Ahmed Farouk – SHIRAZI, Nasim Shah: Open banking in Europe: The effect of the Revised Payment Services Directive on Solarisbank and Insha.

⁵⁷ Open banking: Definition, How It Works, and Risks.

⁵⁸ NANAeva, Zhamal – AYSAN, Ahmed Farouk – SHIRAZI, Nasim Shah: Open banking in Europe: The effect of the Revised Payment Services Directive on Solarisbank and Insha.

⁵⁹ What is SCA, and what is it good for? Tink, 2021.04.13.

[https://tink.com/blog/open-banking/strong-customer-authentication/; letöltés: 2022.09.16.](https://tink.com/blog/open-banking/strong-customer-authentication/; letöltés: 2022.09.16)

a netbankhoz történő hozzáférés esetén.⁶⁰ Ebből kiindulva két módon igazolhatja az ügyfél a személyazonosságát: lehet ez valami, amivel rendelkezik (pl. mobiltelefon segítségével), amit ismer (PIN-kód), vagy ami ő maga (pl. arcfelismerés, ujjlenyomat).⁶¹ Számos helyzetben azonban nem szükséges alkalmazni ezt a hitelesítési formát: például 30 eurót el nem érő fizetések vagy megbízható kedvezményezettek esetén.⁶²

A PSD2 irányelvtől ugyan független, de hasonlóan fontos szerepet tölt be a csalások elleni harcban a mesterséges intelligencia (MI) használata vagy az „ismerd meg az ügyfeled” (Know Your Customer – KYC) eljárás alkalmazása.⁶³ Ennek használata minden bank, hitelintézet, illetve a könyvelők számára is kötelező, segítségével kideríthető, hogy az ügyfél érdekelt-e korrupciós, esetleg pénzmosási ügyekben.⁶⁴

További kihívást hozhat az *open banking* világába az adatok kezelésével, továbbá azok felhasználásával és tulajdonjogával kapcsolatos kérdések tisztázása mind a bankok, mind pedig a szabályozó hatóságok számára.⁶⁵ A PSD2 harmadik pillére, az átláthatóság itt kap jelentős szerepet. A felhasználók többféle pénzügyi adathoz engedhetnek hozzáférést biztosítani. Az ügyfél- és számlaadatok tartoznak ide, például a számlatulajdonos neve, a számlanyitás ideje, a számla típusa, egyenlege vagy akár a devizanem. A pénzügyi mozgásokkal kapcsolatos adatok is megosztásra kerülhetnek: bemenő, kimenő tranzakciók, állandó megbízások, csoportos beszédési megbízások stb.⁶⁶ A GDPR-nak való megfelelés jegyében lényeges, hogy harmadik felek csak a felhasználó kifejezett engedélyével férhetnek hozzá az adataihoz.⁶⁷ A hozzájárulás kérése pedig világos, minden ügyfél számára érthető legyen, hisz mindig tisztában kell lenniük azzal, hogy az általuk megosztott adatokkal mi történik. Ki milyen célra használja fel azokat, meddig engedélyezett számukra a hozzáférés, és hogy milyen módon lehet az engedélyt visszavonni.⁶⁸

⁶⁰ NANAeva, Zhamal – AYSAN, Ahmed Farouk – SHIRAZI, Nasim Shah: Open banking in Europe: The effect of the Revised Payment Services Directive on Solarisbank and Insha.

⁶¹ GAYNOR, Brian: Payment Services Directive 2 – an overview. J.P.Morgan, 2022.05.18.
<https://www.jpmorgan.com/europe/merchant-services/insights/PSD2-all-you-need-to-know>;
letöltés: 2022.06.11.

⁶² RODRIGUES, Abílio: PSD2 explained: understand the regulations and fraud monitoring. GoCardless, 2023.
<https://gocardless.com/guides/posts/an-introduction-to-psd2/>; letöltés: 2023.04.08.

⁶³ SHLIAKHOUSKI, Alexey: Security In Open Banking: Concerns And Solutions. Forbes, 2021.08.19.
<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/08/19/security-in-open-banking-concerns-and-solutions/?sh=3612304c6329>; letöltés: 2022.10.01.

⁶⁴ Mit jelent a KYC? Fintech.hu, 2018.09.01.
<https://fintech.hu/mit-jelent-a-kyc/>; letöltés: 2022.04.05.

⁶⁵ NANAeva, Zhamal – AYSAN, Ahmed Farouk – SHIRAZI, Nasim Shah: Open banking in Europe: The effect of the Revised Payment Services Directive on Solarisbank and Insha.

⁶⁶ Open Banking and sharing your information online. MoneyHelper, 2022.
<https://www.moneyhelper.org.uk/en/everyday-money/banking/open-banking-and-sharing-your-online-banking-information>; letöltés: 2022.10.11.

EWIN, Brad: What is open banking: Everything you need to know. GoCardless, 2023.
<https://gocardless.com/guides/posts/open-banking/>; letöltés: 2023.04.11.

⁶⁷ LEMÁK Gábor. Itt a hazai open banking lista! 20-ból 17 magyar bank elstartolt.

⁶⁸ KEATING, ROB: Open banking data: what is it and what is it good for? GoCardless, 2023.
<https://gocardless.com/guides/posts/open-banking-data/>; letöltés: 2023.05.24.

A nyílt bankolás koncepciója és az API-k megjelenése előtt is volt lehetőség pénzügyi adatokat összesítő oldalak szolgáltatásait igénybe venni, amelyek a 2004-ben létrehozott, úgynevezett *screen scraping* megoldást használták adatgyűjtésre.⁶⁹ A hagyományos *screen scraping* során a szolgáltató az ügyféltől mindenekelőtt igényelte a bankfiókjához tartozó hitelesítési adatokat, belépett oda, majd megszerezte a számára szükséges összes adatot.⁷⁰ Nem álltak rendelkezésre a PSD2-höz hasonló direktívák, amelyek nyomán lehetőség lett volna korlátozni a hozzáférést az adatokhoz. Ez az adatgyűjtési módszer már csak tartalékmechanizmus formában van jelen, az eredeti formája betiltásra került.⁷¹

A PSD2 irányelv négy fő szereplőt határoz meg. Az első a számlavezető szolgáltatók (Account Servicing Payments Service Provider – ASPSP. Idetartoznak például a bankok, a lakástakarék-pénztárak és a hitelkártya-kibocsátó intézmények.⁷² Rendelkeznek banki tevékenységre feljogosító igazolvánnyal, ezek az entitások teszik elérhetővé API-kon keresztül az ügyféladatokat a harmadik feles szolgáltatók (Third Party Provider – TPP) számára, hogy a feladatuknak megfelelő szolgáltatást nyújtani tudják az ügyfél részére.⁷³ A TPP-k is a modell részét képezik, a PSD2 két fő pénzforgalmi szolgáltatót különböztet meg: a fizetéskezdeményezési szolgáltatókat (Payment Initiation Service Provider – PISP) és a számlainformációs szolgáltatókat (Account Information Service Provider – AISP).

A PISP-k gyakorlatilag közvetítőként funkcionálnak a pénzügyi intézmények és a kereskedő felek között, biztosítva köztük a közvetlen pénzmozgást.⁷⁴ Ha egy felhasználó feljogosít egy PISP-t egy fizetés kezdeményezésére, akkor a bank köteles lesz hozzáférést biztosítani a szolgáltatónak az API-jukhoz és a tranzakció lebonyolításához szükséges információkhoz.⁷⁵ Emellett rendkívül fontos az, hogy az ügyfél bizalmát sikerüljön megtartani, adataik integritását és biztonságát megőrizni, egy esetlegesen mégis bekövetkező incidens esetén viszont a PISP-k kötelesek a probléma mértékével arányos intézkedéseket hozni.⁷⁶

⁶⁹ EWIN, Brad: What is open banking: Everything you need to know.

Open banking: Definition, How It Works, and Risks.

⁷⁰ EWIN, Brad: What is open banking: Everything you need to know.

⁷¹ VOAS, Jeffrey – LAPLANTE, Phil – LU, Steve – OSTROVSKY, Rafail – KASSAB, Mohamad – KSHETRI, Nir: Cybersecurity Considerations for Open Banking Technology and Emerging Standards. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, 2022.

<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2022/NIST.IR.8389-draft.pdf>; letöltés: 2023.01.17.

⁷² Account Information Service Provider (AISP License). PSP Lab, 2022.

<https://psplab.com/services/pi-emi-authorisation/account-information-service-provider-aisp/>;
letöltés: 2022.09.04.

⁷³ FARROW, Gary S. D.: An application programming interface model for open banking ecosystems. Journal of Payments Strategy & Systems, Volume 14, Issue 1, March 2020. pp. 75–91.

<https://discovery.ebsco.com/c/n3fo33/viewer/pdf/jknjfoxnmz>; letöltés: 2023.01.07.

⁷⁴ RODRIGUES, Abílio: PSD2 explained: understand the regulations and fraud monitoring.

⁷⁵ NANAeva, Zhamal – AYSAN, Ahmed Farouk – SHIRAZI, Nasim Shah: Open banking in Europe: The effect of the Revised Payment Services Directive on Solarisbank and Insha.

⁷⁶ PALMIERI, Alessandro – NAZERAI, Blerina: Open Banking and Competition: An Intricate Relationship. In: ERCEG, Aleksandar – AKŠAMOVIĆ, Dubravka: Competition Law (in Pandemic Times): Challenges and Reforms. Conference book of proceedings In Osijek, 13 May 2021. pp. 217–237.

<https://hrcaak.srce.hr/ojs/index.php/eclic/article/view/18822/10290>; letöltés: 2022.06.25.

Az AISP-k hozzáférhetnek az ügyfelek különböző számlainformációihoz, emészthető formába alakítják át őket, ennek köszönhetően pedig az ügyfél betekintést nyerhet pénzügyi helyzetének alakulásába.⁷⁷

A nyílt bankolás előnyei, esetleges hátulütői

A következő bekezdésben szeretném kifejtetni az *open banking* előnyeit, esetleges hátulütőit. A technológiai fejlődés és az Ipar 4.0 beszívargása a pénzügyi szektorba idézte elő az *open banking* elterjedését és megvalósulását, hogy az eddig is meglévő igények – például a pénzügyi tervezés – hatékonyabban és biztonságosabb keretek között valósulhasson meg.⁷⁸ A fogyasztók az új, nyílt bankolásra épülő ökoszisztémának és a PSD2 bevezetésének az egyértelmű nyertesei. A harmadik fél által nyújtott szolgáltatások az ügyfelet helyezik előtérbe, amit a gyorsaság, a korszerűség és az intuitív kezelőfelületek is megerősítenek.

A kereskedelmi vállalatok számára is sok előnnyel járnak a harmadik felekkel történő együttműködések. A PISP-k integrálása, ezzel a fizetési folyamat gyorsaságának növelése és korszerűsítése a konverziós ráta növekedését vonhatja maga után, hiszen így kevésbé jellemző az, hogy a vásárlók a tranzakció közepén elhagyják a weboldalt és nem véglegesítik a vásárlást.⁷⁹ A francia sportáruházlánc, a Decathlon Lettországból és Litvániából integrálta a kevin. elnevezésű, fizetési szolgáltatásokat kínáló fintech-cég megoldásait, amellyel a sikertelen tranzakciók száma majdnem a felére csökkent.⁸⁰ Az is a PISP-k mellett szól, hogy a kereskedők és a bankok közötti közvetlen pénzáramlásnak köszönhetően a tranzakciós költségek csökkennek, emiatt a fizetett összeg azonnal a céges számlára kerülhet.⁸¹ Az AISP-k szolgáltatásait is ki tudják használni a vállalatok: olyan releváns ügyfeladatokra tehetnek rajtuk keresztül szert, amely segítségével beazonosíthatják azokat a vásárlókat, amelyek a legnagyobb értéket jelentik számukra.⁸²

A nyílt bankoláshoz köthető szabályozások meghozatala a bankok számára is jelentett változásokat. Az, hogy már nincsenek monopolhelyzetben az ügyfelekért folytatott versenyben, ráébresztette a bankokat arra, hogy szükséges bizonyos változások végrehajtása.⁸³ Újra kell gondolniuk az üzleti modelljüket, kapcsolatukat a kliensekkel és egy ügyfélcentrikus jövő felé kell orientálódniuk. Ez annak is köszönhető, hogy a felhasználók számára adott lehetőségek skálája a PSD2 bevezetésének következtében megugrott, így jelentős szerepet kap az eddigi ügyfelek megtartása, illetve újjak bevonása.⁸⁴ Az ő kezükben van a döntés arra vonatkozóan, hogy mely fintech-vállalatokkal lépnek együttműködésre, melyek tudják a legjobban

⁷⁷ RODRIGUES, Abílio: PSD2 explained: understand the regulations and fraud monitoring.

⁷⁸ Opportunities in Open Banking.

⁷⁹ KISKYTE, Adelina: What are account-to-account (A2A) payments? Kevin, 2022.05.30.
<https://www.kevin.eu/blog/what-are-account-to-account-payments/>; letöltés: 2022.06.13.

⁸⁰ KISKYTE, Adelina: kevin. reduces Decathlon's abandoned carts by 50%. kevin., 2022.02.25.
<https://www.kevin.eu/blog/deathlon-success-story/>; letöltés: 2022.05.11.

⁸¹ KISKYTE, Adelina: What are account-to-account (A2A) payments?

⁸² GAYNOR, Brian: Payment Services Directive 2 – an overview.

⁸³ EWIN, Brad: What is open banking: Everything you need to know.

⁸⁴ NANAIEVA, Zhamal – AYSAN, Ahmed Farouk – SHIRAZI, Nasim Shah: Open banking in Europe: The effect of the Revised Payment Services Directive on Solarisbank and Insha.

kiegészíteni az általuk kínált szolgáltatások skáláját, emellett optimális ügyfélélményt garantálni a biztonsági kockázatok minimálisra csökkentésével.

Ez utóbbi azért fontos, mert lényegében az ügyfélbizalom működteti ezt a szektort, így annak elvesztése jelentős károkat okozhat a bankok számára mind presztízsveszteség, mind pedig komoly bevételkiesés veszélye is fennállhat.

Az új paradigma a felsorolt tényezőkön kívül egy igencsak ellentmondásos jelenséget hozott a szektorba. A digitális bankolás megjelenése tulajdonképpen megszüntette a humán erőforrás szükségességét a bankfiókokban, szinte minden pénzügyi teendő már otthonról intézhető.⁸⁵ Ez a bankok számára komoly kihívást jelent, hiszen hosszú időn keresztül az ügyintézők, illetve a privát bankárok kvalitásai számítottak fő differenciáló tényezőnek. Ennek hiányában az általuk kínált termékek veszik át ezt a szerepet, kizárólag azok alapján lesz lehetősége az ügyfeleknek banki szolgáltatót választani. A fintech-cégek ezzel ellenben szolgáltatásfókuszú stratégiára építenek, ez is együttműködésre és az általuk kínált szolgáltatás-csoport kiszélesítésére sarkallhatja az inkumbens pénzügyi intézményeket, de főleg a bankokat.

Az új ökoszisztéma az ügyfelek számára is ismeretlen terep. Az emberi természet velejárója, hogy rosszul reagál a gyökeres változásokra, nem hajlandó annyira befogadni az újat, ha az ráadásul a régi megszűnésével jár. Ugyan a fiatalabb generáció, amely már a technológiai vívmányokkal, a mobiltelefonnal, számítógéppel, tablettel nőtt fel, nagyobb eséllyel vonható be a nyílt bankolásba. Amely társadalmi réteg számára ez a koncepció önmagában idegen, alacsony az esélye annak, hogy őket sikerüljön mobilizálni, rábírní őket arra, hogy adataikat megosszák harmadik féllel. Mindazonáltal bármely korosztályt is sikerül elérni, elengedhetetlen a már sokat említett bizalom és a széles körű tájékozottság a lehetőségeik és esetleges kötelezettségeik terén.⁸⁶

A bigtech cégek szerepe és létjogosultsága a nyílt bankolásban

A bigtech- vagy techfincégek olyan diverzifikált szolgáltatáskörrel bíró vállalatok, amelyek rendelkeznek három kulcsfontosságú tényezővel: az első a magas szintű technológiai fejlettség; több és sokrétűbb adatot tudnak összegyűjteni a bigtechek intenzív online jelenléte és a lehetséges versenytársak adataihoz való hozzáférés miatt, mint bármely pénzügyi intézmény vagy fintech-startup; széles a felhasználói körük.⁸⁷ Az amerikai székhelyű multik közül a Google, az Amazon, a Facebook (vagy mai nevén Meta) és az Apple sorolható a bigtechek közé. A legnagyobb bigtechek székhelye többnyire az EU-n kívül található, túlnyomórészt Kínában és az Amerikai Egyesült Államokban. Ennek lehetséges magyarázata több tényező figyelembevételével függhet össze, mint amilyenek a különböző európai kormányzati rendszerek, a társasági jog, a kockázati tőke korlátozott elérhetősége és az új technológiához való társadalmi attitűdök, amelyek vélelmezhetően gyengébbek

⁸⁵ EWIN, Brad: What is open banking: Everything you need to know.

⁸⁶ NANAeva, Zhamal – AYSAN, Ahmed Farouk – SHIRAZI, Nasim Shah: Open banking in Europe: The effect of the Revised Payment Services Directive on Solarisbank and Insha.

⁸⁷ TANDA, Alessandra – SCHENA, Cristiana-Maria: FinTech, BigTech and Banks. Digitalisation and Its Impact on Banking Business Models. Palgrave Macmillan, London, 2019.

Európában. A kínai techfindominancia és gyors fejlődés egyik lehetséges oka lehet, hogy az EU-ban és az Amerikai Egyesült Államokban a meglévő pénzügyi szolgáltatások infrastruktúrái fejlettebbek, így a délkelet-ázsiai régió technológiai innovációjának kedvezhet a helyzet. A techfinnek tevékenységüket a fentebb felsorolt előnyökre építették a saját területükön, és csak utána kezdték el fontolóra venni azt, hogy belépnek a pénzügyi szektorba.⁸⁸ E vállalatok jelenléte a pénzügyi piacon ugyan fokozhatja a versenyt és az innovációs képességet, de emellett komoly fenyegetést jelentenek az inkumbens bankok és a fintech-cégek számára is, hiszen a techóriások kifinomultabb MI- és gépi tanulási módszereket alkalmaznak az adatok valós idejű feldolgozására.⁸⁹ A bankok is kihasználják ugyan az MI adta lehetőségeket, de nagy volumenű adatgyűjtésre és -feldolgozásra nem képesek annyira, mint a bigtechek. Mindez azzal is magyarázható, hogy a bigtechcégeket nem érintik a pénzügyi szektorra vonatkozó különféle szabályozások, így például több pénzt képesek fordítani a K+F-tevékenységekre.⁹⁰

Szabályozói környezet

Fontos, hogy a szabályozói környezet lépést tudjon tartani a rohamosan fejlődő technológiai vívmányokkal és a pénzügyi szektorban folyamatosan megjelenő innovációkkal, ugyanis számos kockázattal járhat felhasználói, befektetői vagy akár versenyjogi szempontból egy nem megfelelően kezelt újítás. Befektetői és felhasználói oldalról a legnagyobb rizikót az adatvédelem jelentheti. Bármilyen szintű személyes adatkiszivárgás alapjaiban rengetheti meg az adott innovációba vetett bizalmat. Mivel a fintech-megoldások terén az adatvédelmi kockázat sokkal komplexebb formában kezelendő, így erre kiemelt figyelmet szükséges fordítani. Versenyjogi szempontból is kardinális kérdés, hogy hogyan kezeljük a megjelenő fintech-cégek rendszerszinten jelentős innovációit, ugyanis az ilyen szervezeteknél könnyedén koncentrálódhat a piaci részesedés. E kérdésben említendő a klasszikus fintech-innovációkkal kapcsolatos szabályozói dilemma, miszerint a megoldás a két véglet között keresendő, amelyek a *laissez-faire* és a túlzott szigor.

A *laissez-faire* felfogás szerint a szabályozói oldalnak csak a lehető legkisebb mértékben szabadna kontrollálnia a gazdasági innovációs folyamatokat. Ez a szemlélet semmiféle gátat nem szabna a fejlődésnek, kontroll nélkül azonban könnyedén sérülhetnének a fentebb említett jogok. A másik végletet tekintve a túlzott szigor is működésképtelen, hiszen a fintech-irányzat központi elemét, az innovativitást korlátozná. Ez emellett a megjelenő innovációk és fintech-cégek magyar piactól történő teljes elfordulásához is vezetne, aminek hatására hazánkban nagymértékű pénzügyi-technológiai lemaradást tapasztalhatnánk. Ekkor számos hazai felhasználó nyithatna a külföldi piac felé, amelynek hatására a szolgáltatások díja növekedne.

⁸⁸ OMARINI, Anna Eugenia: Banks and Fintechs: How to Develop a Digital Open Banking Approach for the Bank's Future. International Business Research, Volume 11, Issue 9, 2018.
<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/download/76769/42646>; letöltés: 2022.08.01.

⁸⁹ PALMIERI, Alessandro – NAZERAJ, Blerina: Open Banking and Competition: An Intricate Relationship.

⁹⁰ TANDA, Alessandra – SCHENA, Cristiana-Maria: FinTech, BigTech and Banks. Digitalisation and Its Impact on Banking Business Models.

A fintech-szervezetek jelentős része összetett IT-struktúrával és -szoftverekkel rendelkezik. Ennek okán kiberkockázati szempontból is nehezen azonosíthatók egyes hiányosságok. Ilyen esetekben fontos a rendszer átláthatósága, kritikus pontjainak felmérése és a krízishelyzetek megelőzése vagy azoknak gyors felismerése, majd megfelelő akciótervvel a kár minimalizálása. Abban az esetben, ha egy harmadik feles szolgáltatónak együttműködés során nagy volumenű megosztott adat kerül a birtokába, annak kezelése igen nagy körültekintést kíván. Esetleges hibánál közvetlenül a felhasználót érheti kár, ami bekövetkezhet adatvesztéstől, adatminőségromlástól vagy nem megfelelően megírt automatizálástól, elemzéstől. Ilyen esetekben felmerülhetnek a károkozáson kívül megtévesztéssel kapcsolatos vádak is, hiszen a nem megfelelő elemzések nem megalapozott döntésekre vehetik rá a felhasználót.

Makroprudenciális kockázatok szempontból érdemes mérlegelni azoknak a vállalatoknak a versenyelőnyt, amelyek a versenytársaiknál korábban integráltak bizonyos funkciót vagy technológiát. Ilyen esetben természetes a versenyelőny kialakulása, de rendszerszinten jelentős működésnél, ha a versenyelőnyt élvező vállalat olyan szinten képes piaci részesedést szerezni, hogy mellette nem képesek potenciális versenytársak felzárkózni, úgy egy vállalati sokk hatására rendszerszinten jelenhet meg krízishelyzet. Más gazdasági ágazatok számára is lehetséges veszélyforrást jelenthet egy ilyen krízis, ugyanis a piaci szereplők közötti összeköttetés növekedésével közös kockázati pontok is megjelennek.⁹¹

Az API-technológia

Az alkalmazásprogramozási interfész (Application Programming Interface – API) technológiája kulcsfontosságú szerepet tölt be az nyílt bankolásban, hiszen ez biztosítja a szoftverek közti adatcseréhez szükséges ki- és bemeneteket. „Az API-hozzáférés szolgáltatók, adatbázisok, funkcionalitások között teremt gyors, dokumentálható, menedzselhető kapcsolatot.”⁹²

Az API-gazdaság mint trend a 2000-es évek elején kezdődött, amikor a technológiai cégek az elsők között kezdték el a fejlesztési folyamataikba történő beintegrálását. Ezzel a megoldással rendszereik hibátűrésének és a fejlesztések gyorsaságának növelését kívánták elérni. Évekkel később a hatékony működésüknek köszönhetően a pénzügyi szektor is felismerte az API-technológia kiaknázhatóságát, és az EU-szabályozásnak (PSD2) köszönhetően ez meg is valósulhatott, így kezdetét vehette a nyílt pénzügyek (*open finance*) kialakítása.⁹³

⁹¹ FÁYKISS Péter – PAPP Dániel – SAJTOS Péter – TÖRÖS Ágnes: A FinTech-innovációk ösztönzésének szabályozói eszközei: Innovation Hub és Regulatory Sandbox a nemzetközi gyakorlatban. Hitelintézeti Szemle, 17. évfolyam 2. szám, 2018. augusztus. pp. 43– 67.

<https://hitelintezetiszemle.mnb.hu/letoltes/hsz-17-2-t2-faykiss-papp-sajtos-toros.pdf>; letöltés: 2022.10.16.

⁹² LEMÁK Gábor: Vizsgálja az MNB a fizetési kérelem kötelező bevezetését. Jön az AFR 2.0! FinTechZone, 2021.12.15.

<https://fintechzone.hu/vizsgalja-az-mnb-a-fizetesi-kerelem-kotelezo-bevezeteset-jon-az-afr-2-0/>;
letöltés: 2022.03.18.

⁹³ Uo.

Az API biztonságkockázati tényezői

Az API-biztonság a kritikus eleme magának a technológiának, hiszen az adatbázisok és a központi rendszerek megnyitásával és más rendszerekkel való összekapcsolásával növekszik a támadható felület és nő a biztonsági kockázat. A pénzügyi szektorban ez még nagyobb problémát okozhat, hiszen nagy mennyiségű érzékeny információ folyik keresztül ezeken a csatornákon. Ilyenek közé sorolhatjuk többek között a személyes és a pénzügyi adatokat, a vállalati titkokat és egyéb privát információkat.⁹⁴ A harmadik feles szolgáltatók belépésével új adatszívási forrás keletkezhet, és ha sérül a felhasználó adata, az a folyószámlájára is hatással lehet. Bár a GDPR a TPP-k számára is előírja az adatok megfelelő és biztonságos kezelését, esetleges fejlesztői biztonsági hibákon keresztül vagy szándékos emberi tevékenységből (szivárogtatás) feltételezhető támadások.

Az ilyenhez hasonló biztonsági rések kiküszöbölését több módon érdemes megközelíteni. A bank oldaláról a tranzakciók és a felhasználói viselkedés folyamatos monitorozása és a kockázatelemzés jelenthet megoldást. Ezek mellett helyet kapott 2021. január 1-jétől a fokozott ügyfélazonosítás is, amelyet többlépcsős PIN-kódmegadással vagy biometrikus adatellenőrzéssel hajtanak végre. A harmadik feles szolgáltatóval való együttműködés során a legfontosabb biztonsági intézkedések a kommunikációs csatorna védelme, valamint a független biztonsági ellenőrzések eredményeinek folyamatos ismertetése a másik féllel. Ezen biztonsági intézkedések mellett említhetünk még néhány alapszabályt, amelyek mind a bankok, mind a külső érdekelteknek iránymutatásul szolgálhat. Az első és legfontosabb, hogy *„a külső szolgáltatónak meg kell győződnie arról, hogy az API által használt adatformátumtól függetlenül az alkalmazásprogramozási felület adatstruktúrákat feldolgozó szoftveres komponense ellenálló a kibertámadásoknak.”* Ennek érdekében minden API-t és minden érintett eszközt le kell tesztelni és biztonsági elemzést kell végrehajtani rajtuk. Az API-struktúrába elengedhetetlen lépés egy biztonsági *gateway* integrálása, amely a jogtalan hozzáféréseket kiszűri, így csak az azonosított féltől érkező kérések jutnak el az adatbázisig. A *gateway* továbbá validálja ezeket a kéréseket, az azokra adott válaszokat, titkosít és tartalmat szűr. A kockázatcsökkentés és a folyamatos tanulás fontos része a naplózás is, amelynek segítségével folyamatosan monitorozhatjuk az esetleges adatbiztonsági incidenseket.⁹⁵

Pénzmosás és a fintech

Valószínűleg a kifejezés nem újszerű senkinek, valamilyen formában mindenki találkozott már a kifejezéssel. De hogyan is lehetne legkönnyebben megfogalmazni, hogy mit is jelent a pénzmosás? Ez egy folyamat, amely során az illegálisan szerzett pénz forrását próbálják megváltoztatni, és ezáltal legális forrásból származóként feltüntetni.⁹⁶ A folyamat lényege minden esetben az, hogy ne látszódjon, honnan is

⁹⁴ Miért van szükség API-biztonságra? Computerworld, 2019.09.25.

<https://computerworld.hu/biztonsag/miert-van-szukseg-api-biztonsagra-268739.html>; letöltés: 2022.10.01.

⁹⁵ IT-biztonsági katasztrófa, ha a jobbról várt pofont balról kapjuk. Bitport, 2020.09.07.

<https://bitport.hu/it-biztonsagi-katasztrofa-ha-a-jobbrol-vart-pofont-balrol-kapjuk-api-security-balasys-open-api>; letöltés: 2022.06.21.

⁹⁶ Képesített pénzmosás és terrorizmus finanszírozása elleni szakértő képzés. Jegyzet. Bankárképző, Budapest, 2018.

származik az összeg, valamint könnyű szerrel a pénz útja is nehezen lekövethető legyen. Más forrás szerint úgy lehet meghatározni, hogy a pénzmosási folyamat az illegális tevékenységből származó haszon eredetének leplezését jelenti.⁹⁷

A pénzmosás folyamatát – vagyis a pénz legalizálásának útját – egy háromfázisú modellel tudjuk szemléltetni. Ez a modell az Amerikai Egyesült Államokból származtatott. A folyamat lépései:

- elhelyezés;
- rétegzés;
- integrálás.⁹⁸

Az első lépésben a tisztára mosni kívánt pénz – ami jellemzően készpénz – elhelyezése történik a pénzügyi rendszerben valamilyen formában. Jellemzően a cél a bankrendszer. Manapság erre a lépésre már világszerte felkészült a pénzügyi szektor. Mindig a legnagyobb indikátor és veszélyjelző a nagy összegű készpénz megjelenése. Ekkor a legfontosabb a pénz forrásáról valahogy meggyőződni, amely hitelesen igazolja, hogy milyen eredetű összeg fog a bankrendszerbe bekerülni. Sok esetben láthatunk adás-vételi szerződést, végkielégítést, vagy akár családi örökséget is.

A folyamat második része a rétegzés. Ennek lényege, hogy bonyolult, több számlán, több érintett ügyfélen keresztül tranzakciókat végeznek. Jellemzően több különböző banknál vezetett számlákon, akár különböző devizákban, több országot érintve, amelyeknél az sem baj, ha olyan országot is érintenek a tranzakciók, ahonnan nehezebb banki információkat szerezni. Ez a folyamat azért is fontos, mert bárki szeretné az átutalásokat visszakeresni, rengeteg erőfeszítésbe kerül és sokszor közel lehetetlen az eredetét megtalálni. Egy-egy tranzakcióra lehet bekérni információt az ügyfelektől, de a teljes lánc visszafejtéséhez akár nemzetközi együttműködés is szükséges lehet. Viszont ha az utalások csak egy kis szeletét nézzük, csak annyit látunk, hogy egy ügyfél egy másiknak utalást teljesít, akár átlagos mértékűt, és ha bekérek információt az utalás háttéréről, készségesen válaszolnak és akár még számlákat, szerződést is be tudnak mutatni. Ezen a ponton már nehéz helyzetben van a pénzmosás megelőzése.

A harmadik lépés – az elhelyezés és a rétegzés után – az integrálás. A második pontban sokáig forgatott összegek felvétele vagy befektetése. Ez valójában már az a lépés, amikor tiszta bevételként kerül feltüntetésre, vagy az ügyfél épp egy nagyobb értékű beruházást végez ebből a pénzből. Forrása tisztának mondható, hiszen az ellenkezőjére sincs bizonyíték. Ez az a lépés, amikor a könyvelő plusz-, vagyis megnövekedett bevételként könyveli szét egy-két hónapra a hozzárakott pénzt. Nagyon sok esetben a folyamat készpénzfelvétellel zárul, adófizetéssel színezett, ezzel méginkább a legalitásának látszatát keltve. Jellemző napjainkra is, hogy az ügyfelek az ATM maximális kapacitásának megfelelően több részletben felveszik a kívánt összeget, csak a fiókba vagy pénztárba ne kelljen bemenni, mert ott van egy számukra veszélyes tényező: a banki dolgozó, aki elsődleges pénzmosásmegelőzési

⁹⁷ Adó-kódex. XXVII. évfolyam, 6. szám. Wolters Kluwer, 2018.

⁹⁸ GÁL István László: A pénzmosás hatályos büntetőjogi szabályozása Magyarországon. Pécs, 2007.
<https://www.mnb.hu/letoltes/pszafhu-rtfkonf-gali.pdf>; letöltés: 2022.07.26.

védelmi vonalként bizony érdeklődni fog az összeggel kapcsolatban. A befizető automaták népszerűsége is jelentősnek mondható hasonló okokból kifolyólag. Erre természetesen a bankoknak fel kell készülniük, és eljárásrendben foglaltaknak megfelelően valamilyen szűrés alapján figyelniük szükséges.

A fenti folyamatból is jól látható néhány figyelmeztető jel. A legelső lépésben a készpénz elhelyezésénél van a legnagyobb lehetőség megakadályozni a folyamatot, a folyamat vége szintén az esetek többségében egy készpénzfelvétel lesz, vagy nagy értékű beruházás. A pénzmosásmegelőzési folyamat nagyon nagy részét a tranzakciók eredetének és azok céljainak a vizsgálata kell, hogy kitöltse.

Összességében kijelenthetjük, hogy a legnagyobb indikátor a pénzmosás jelenlétére a kiemelkedő készpénzforgalom.

Monitoring vagy filtering?

A fenti folyamatokból látható, hogy minél több, minél nagyobb számban szükséges az ügyfelek folyamatos figyelemmel kísérése, a tranzakciók vizsgálata. A 26/2020. (VIII. 25.) MNB rendelet (a pénzmosás és a terrorizmus finanszírozása megelőzéséről és megakadályozásáról szóló törvény végrehajtásának az MNB által felügyelt szolgáltatókra vonatkozó, valamint az Európai Unió és az ENSZ Biztonsági Tanácsa által elrendelt pénzügyi és vagyoni korlátozó intézkedések végrehajtásáról szóló törvény szerinti szűrőrendszer kidolgozásának és működtetése minimumkövetelményeinek részletes szabályairól) 33. §-a szerint:

„Automatikus szűrőrendszer: az ügyfél és az ügylet pénzmosás és terrorizmus finanszírozása szempontjából előzetes paraméterezés alapján történő, emberi beavatkozást nem igénylő leválogatására alkalmas informatikai rendszer.”

A fent idézett jogszabály szerint a szolgáltatónak kötelessége szűrőrendszert alkalmaznia, amely támogatja a pénzmosásmegelőzési tevékenységét, és az alkalmas emberi beavatkozás nélkül jelzések generálására. Nagyon fontos ezzel kapcsolatban meghatározni, hogy mi a különbség a monitoring- és a filteringrendszer között.

A monitoringrendszer utólagos, úgynevezett posztmonitoring tevékenységre alkalmas. A rendszer a megtörtént tranzakciókat utólagosan vizsgálja előre beállított szabályok, scenáriók alapján. Ez a gyakorlatban úgy kivitelezhető, hogy a monitoringrendszerbe folyamatosan betöltésre kerülnek az ügyfelek tranzakciói, amely megszűri azokat, és a beállított szabályoknak megfelelően jelzéseket, riasztásokat generál. Természetesen önmagában a rendszer még nem egy MI, hogy egyértelműen meg tudja mondani számunkra mi pénzmosás és mi nem az, de minél pontosabb beállításaink és szabálymeghatározásaink vannak, annál pontosabb szűrési eredményeket kapunk, és annál valószínűbb, hogy egy ilyen riasztás valós. Ennek egyetlen hátránya, hogy ilyen mélységű szabályrendszert valós időben lehetetlen működtetni, amikor néhány másodperc van egy utalás teljesítésére. Ahogy a fenti példánkban is láthattuk, a problémát az generálja ebben az esetben, hogy a tranzakció már messze több számlán és országon túl lehet, mire a vizsgálat megvalósul. A riasztások kivizsgálására az MNB által meghatározottan 30 vagy 20 munkanap áll rendelkezésre.

A filtering, vagyis szűrőrendszer némileg másképp működik. Az kifejezetten a forgalom valós idejű szűrését hivatott elvégezni. A valós idejű szűrésnél elvárt a szankciós érintettség vizsgálata nemzetközi forgalom esetén. Ezek az utalások naponta több ciklusban kerülnek kiengedésre. Bármilyen hasonlóságot fedez fel a rendszer egy szankciós entitással, szintén egy riasztás generálódik, és a vizsgálat függvényében folytatódik a tranzakció vagy elutasításra kerül. Így szűrni lehet a bejövő és kimenő utalásokat is.

A filteringrendszer jellemzően karakteregyezőséget vizsgál a szankciós listákkal összevetve, miközben az előző, a monitoring pedig előre meghatározott paramétereket. A filteringrendszerrel a program nemcsak gyanús tranzakciókat keres, hanem gyanús ügyfeleket is. A monitoringrendszer a beállított szabály szerint gyanús tranzakciókat detektál részünkre. Egy táblázatba összefoglalva jól összehasonlítható a két rendszer működése, feladata:

	Jogszáály	
	Kit. 2017. évi LII. törvény	Pmt. 2017. évi LIII. törvény
Feladat	Szankciók alá eső ügyfelek és tranzakciók kiszűrése és megakadályozása	Pénzmosási szokatlanság felismerése
Adatforrás	Szankciós listák	Letárolt historikus adatok
Módszer	Összevetés (karakteregyezőség)	Szokatlanságok keresése előre meghatározott paraméterek alapján
Intézkedés	Gyanús ügyfelek és tranzakcióik megállítása, intézkedés megtétele	Gyanús tranzakciók kiszűrése és ellenőrzése, intézkedés megtétele
Időpont	Valós időben, folyamatba építve	Utólagosan, nem valós időben

1. táblázat. Szűrőrendszerek csoportosítása⁹⁹

A hazai és az egyéb nemzetközi szabályozások természetesen messze bővebbek, mint amire a jelen tanulmány lehetőséget ad, de azok bemutatása nem feladat. A tanulmány fő témájához szükséges jogi háttér és fogalmak ismertetésére hagyatkoztam. Talán így is látható, hogy szükséges lesz valamilyen szabály megalkotására a monitoringrendszerben, hogy a kriptovaluták forgalma is látható legyen.

⁹⁹ LUKÁCS Zsolt: Prezentáció. Budapest Institute of Banking, 2022.

Hatósági bejelentés

A 2017. évi LIII. törvény a pénzmosás és a terrorizmus finanszírozása megelőzéséről és megakadályozásáról az alábbi tevékenységet várja el a szolgáltatóktól, jelen tanulmányban a banktól:

„30. § (1) A szolgáltató vezetője, foglalkoztatottja és segítő családtagja

- a) pénzmosásra,*
- b) terrorizmus finanszírozására, vagy*
- c) dolog büntetendő cselekményből való származására*

utaló adat, tény, körülmény (a továbbiakban együtt: bejelentés alapjául szolgáló adat, tény, körülmény) felmerülése esetén köteles a 31. § (1) bekezdésében megjelölt személynek haladéktalanul írásban bejelentést (a továbbiakban: bejelentés) tenni.

(2) Az (1) bekezdésben meghatározott bejelentésnek tartalmaznia kell

- a) a szolgáltató által a 7-14/A. § alapján rögzített adatokat,*
- b) a bejelentés alapjául szolgáló adat, tény, körülmény részletes ismertetését és*
- c) a bejelentés alapjául szolgáló adatot, tényt, körülményt alátámasztó dokumentumokat, amennyiben azok rendelkezésre állnak.*

(3) A szolgáltató vezetője, foglalkoztatottja és segítő családtagja pénzmosásra, terrorizmus finanszírozására vagy dolog büntetendő cselekményből való származására utaló adat, tény, körülmény felmerülését a végrehajtott vagy végrehajtandó ügylet és az ügyfél által kezdeményezett, de végre nem hajtott ügylet esetében, valamint a 13. § (8) bekezdésében meghatározott esetben is köteles vizsgálni.”

Elsősorban a fenti törvényi részlet határozza meg, hogy mi is pontosan egy hatósági bejelentés. Amennyiben a fentebb említett szűrőrendszerek esetében a szolgáltató valamilyen gyanús körülményt vél felfedezni, akkor a c) pont értelmében kötelessége haladéktalanul írásos bejelentést tenni. Ebből az idézetből az nem derül ki, hogy valójában ki részére szükséges ez. Minden bejelentést a Nemzeti Adó- és Vámhivatal Pénzmosás és Terrorizmusfinanszírozás Elleni Iroda (NAV PEI) részére kell megküldeni. A jogszabályi részletből látszik, hogy egy teljes, a szolgáltatók által elérhető összes információt tartalmazó vizsgálati anyagot kell megküldeni a riasztás és a gyanús tevékenység tudomásunkra jutását követően azonnal, vagyis haladéktalanul. Mindig kérdés, hogy ezekkel a bejelentésekkel a NAV oldalán valójában mi történik, hiszen a bejelentett esetek többségéről nincs visszajelzés a szolgáltató felé. A NAV néha küldd egy levelet, amelyben a bejelentés azonosítójára hivatkozva tájékoztatja a szolgáltatót, hogy a bejelentését a hatóság „sikeresen felhasználta”, jelentsen ez bármit is. A NAV-nak a nemzetközi pénzmosás elleni hatóságokkal is van kapcsolata, így képes nemcsak országon belüli mélyebb vizsgálatokra, de nemzetközi együttműködésre is. Ez természetesen a másik oldalról is igaz, a hazai NAV PEI-hez is érkeznek nemzetközi hatósági megkeresések, amelyek megválaszolásában, vagy akár folyamatban lévő nyomozásban is részt kell vennie.

Egy ilyen bejelentésben magánszemélyek, egyéni vállalkozók, illetve céges ügyfelek is szerepelhetnek, akár külön bejelentésben, vagy teljes cégláncolatok egyben küldésével is teljesíthető ez a bejelentési kötelezettség, ilyen hatósági bejelentéseket. A bejelentésnek van egy elvárt minimális adattartalma, de optimális esetben több információt tartalmaz, mintsem kevesebbet. Az esettől függ, hogy mi áll rendelkezésre, de törekedni kell ezek meglétére:

- a tranzakció ténye;
- a gyanút adó tényállás kifejtve;
- a kapcsolódó partnerek;
- nyilvános céginformációk;
- társbanki jelzés, ha volt;
- a tranzakció visszahívását kísérő üzenet, ha volt;
- a tranzakció forrását igazoló dokumentum.

Összességében a hatósági bejelentések kulcsfontosságúak. Ezzel a tevékenységgel ajánljuk a számunkra gyanús tevékenységet folytató ügyfeleket a hatóság számára is megvizsgálandónak. Minél kifinomultabb szűréseket és munkafolyamatokat alakít ki egy szolgáltató, annál nehezebb lesz nála pénzmosást megvalósítani. Minél inkább szofisztikáltabb kockázatérzékenységgel rendelkezik az adott szolgáltató, annál mélyebb elemzéseket tud elvégezni optimális esetben már a saját szűrőrendszerében, vagy kiegészítő riportok és információk segítségével. A kapott információkat pedig haladéktalanul továbbítja a NAV PEI részére, ahol vagy egyetértenek a gyanúval és eljárást kezdeményeznek, vagy megköszönik figyelemzetésünket és a vizsgálatot lezárják. A szolgáltatók kizárólag egy gyanút jelentenek be, a cselekedet törvénytelenységének kimondására nem ők hivatottak.¹⁰⁰

Fenyegetettségek az Európai Unióban

Az EU-ban, ezen belül Magyarországon is az alábbi fenyegetettségekkel kell szembenéznie a pénzügyi szektornak, amelyet az Európai Unió Kiberbiztonsági Ügynöksége (ENISA)¹⁰¹ tesz közzé éves riportjaiban:

1. *ransomware* (zsarolóvírusok);
2. *malware* (rosszindulatú programok);
3. *social engineering threats* (pszichológiai manipuláció);
4. *threats against data* (adatokkal való visszaélés);

¹⁰⁰ Nemzeti Adó- és Vámhivatal Pénzmosás és Terrorizmusfinanszírozás Elleni Iroda. NAV, 2022. <https://pei.nav.gov.hu/penzmosas-es-terrorizmusfinanszirozás-elleni-iroda/penzmosas-es-terrorizmusfinanszirozás-elleni-iroda>; letöltés: 2022.12.11.

¹⁰¹ ENISA Threat Landscape 2022. ENISA, 2022.11.03. <https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-2022>; letöltés: 2022.12.11.

5. *threats against availability: Denial of Service* (túlterheléses támadás);
6. *threats against availability: Internet threats* (általános internetes támadások);
7. *disinformation – misinformation* (dezinformáció);
8. *supply-chain attacks* (ellátási láncok támadása).

Az első, amit a 2022-es listát átolvasva érdemes észrevenni, hogy a harmadik helyre „katapultált” a pszichológiai visszaélések régés-régi technikája, ez az ENISA 2021-es listáján még nem volt megtalálható. Még pontosabban azt lehetne mondani, a *cryptojacking* helyet cserélt a *social engineering threats*-szel; ebben kettős tartalom található: az első, hogy a kriptovaluták árfolyama lassan egy éve a töredékére esett vissza, ezért az érdeklődés is ugyanígy csökkent. A másik tartalom pedig a világjárvány lehet, hogy megváltozott az emberek hozzáállása, és újra előjött a *social engineering* lehetősége. Az ESET vírusirtó gyártója szerint a két legfőbb *social engineering* módszer a *spam* és az *adathalászat*.¹⁰² A *social engineering* ennél sokkal több technikát is magában foglal. Van olyan, amelynek alig van köze az informatikához, például a *baiting* (csalogatás, bevetés), amikor a bűnöző jutalmat ajánl az információkért cserébe.¹⁰³ Érdekesség kedvéért érdemes megjegyezni, hogy a világ egyik leghíresebb hackere, Kevin Mitnick a 90-es években a *social engineering* technikáival, pontosabban rábeszéléses technikákkal jutott be számítógépes rendszerekbe.¹⁰⁴

A pénzügyi intézmények, szolgáltatások ellen irányuló támadások egyre szofisztikáltabban működnek és egyre szélesebb körű megoldásokkal rendelkeznek, Magyarországon az NBSZ-NKI monitorozza és kezeli a támadásokat, de sajnos nem osztanak meg a nyilvánossággal részletes információkat, a heti hírlevelükben is csak olyan információ olvasható, hogy mekkora az adott fenyegetettség fok, vagyis pl. 2022. 50. hetében a zsarolóvírusok fenyegetettség szintje közepes.¹⁰⁵ Ugyanakkor az MNB közölt ennél pontosabb, az NBSZ-NKI-tól származó adatokat, így számosítva olvashatjuk, hogy pl. 2022. február 1. – július 31. között összesen 21 fenyegetettséget követtek nyomon. Ennél részletesebb információt azonban ott sem kapunk, így azt sem tudjuk meg, hogyan sikerültek ezek a támadások és hogy mely intézettel szemben történt támadás. Gondolok itt arra, hogy bank, pénzügyi intézmény elleni vagy fintech-támadásról beszélhetünk.¹⁰⁶ Mindez azt jelzi, hogy Magyarországon is jelen vannak ezek a támadások. Az előbbi statisztika azt mutatja, hogy a hatóság havonta 4-5 ilyen támadásról szerez tudomást, a fenti jelentés a védelemben részt vevő összes hatóságtól is kapott információt. Az MNB az említett öt hónap alatt 765 incidensről tud, ami már egy aggasztóan magas mértékű tevékenységeket feltételez.

¹⁰² Social engineering: Hogyan veszélyezteti ez a támadási forma vállalkozását? ESET, 2022.
<https://www.eset.com/hu/it-biztonsagi-temak-cegeknek/social-engineering/>; letöltés: 2022.12.07.

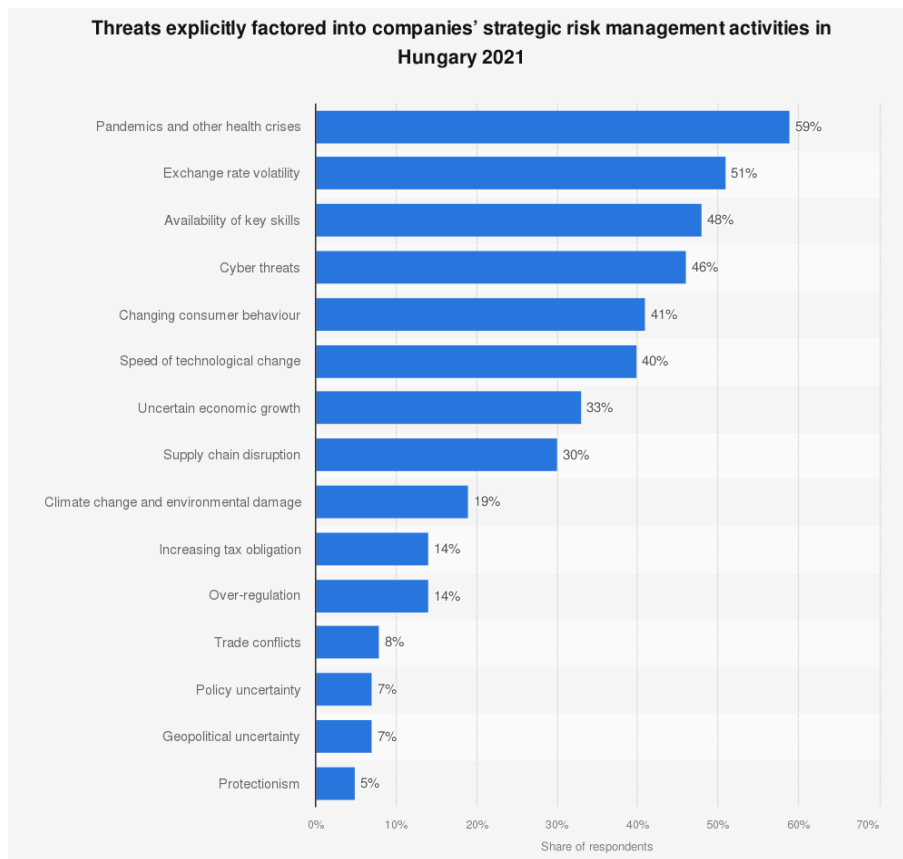
¹⁰³ 9 Examples of Social Engineering Attacks. Terranova Security, 2022.04.19.
<https://terranovasecurity.com/examples-of-social-engineering-attacks/>; letöltés: 2022.12.08.

¹⁰⁴ MITNICK, Kevin: The History of Social Engineering & How to Stay Safe Today. Mitnick Security, 2022.
<https://www.mitnicksecurity.com/the-history-of-social-engineering>; letöltés: 2022.06.17.

¹⁰⁵ Nemzetközi IT-biztonsági sajtószemle. 2022. 50. hét. NBSZ-NKI, 2022.
https://nki.gov.hu/wp-content/uploads/2022/12/Sajtoszemle_50.-het.pdf; letöltés: 2023.02.13.

¹⁰⁶ A magyar pénzügyi szektor kiberfenyegetettség térképe. MNB, 2022.
<https://www.mnb.hu/letoltes/kiberfenyegetettsegi-terkep-2022.pdf>; letöltés: 2023.01.23.

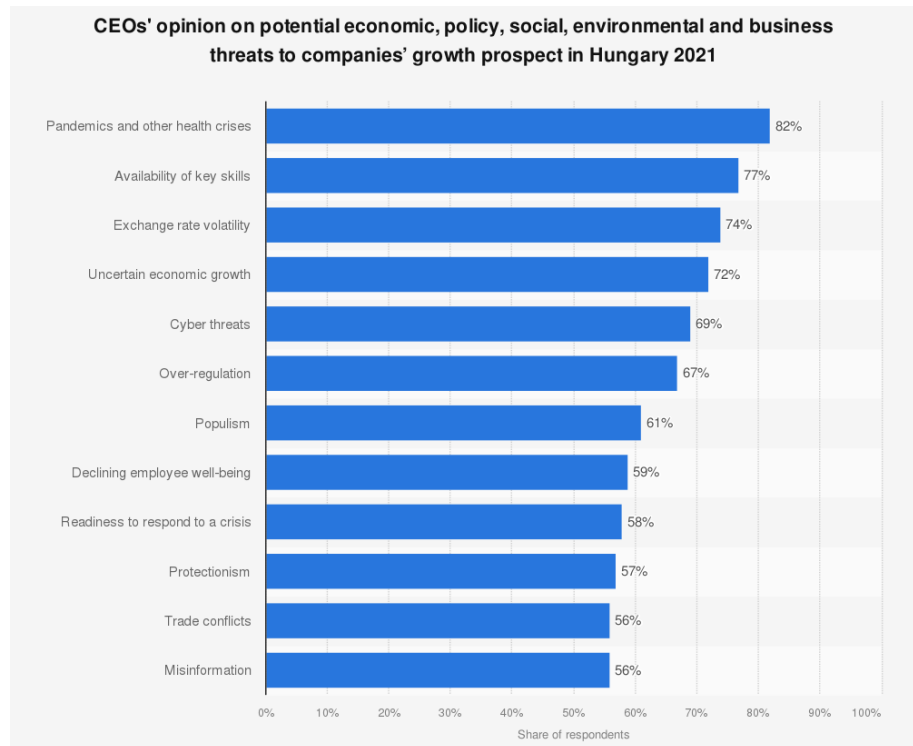
Érdeemes megnézni, hogy a vállalatok hogyan vélekednek ebben a témában. A következő ábra a vállalatok alaptevékenységébe beépített veszélyeket mutatja. Mint látható, majdnem minden második vállalat számol az online fenyegetéssel.



1. ábra. A vállalatok stratégiai kockázatkezelési tevékenységébe beépített veszélyek Magyarországon 2021-ben¹⁰⁷

A következő ábra még inkább hangsúlyozza a fenyegetések kezelésének fontosságát, mivel a vállalatvezetők közel kétharmada szerint ez a fenyegetettségi módszer hatással lehet a növekedésre:

¹⁰⁷ Threats explicitly factored into companies' strategic risk management activities in Hungary 2021. Statista, 2022. <https://www.statista.com/statistics/1239649/hungary-threats-factored-into-companies-strategic-risk-management/>; letöltés: 2022.07.15.



2. ábra. A vállalatvezetők véleménye a magyarországi vállalatok növekedési kilátásait érintő lehetséges gazdasági, politikai, társadalmi, környezeti és üzleti veszélyekről 2021-ben¹⁰⁸

Mesterséges intelligencia a pénzügyekben

Nagyon fontos újra megemlékezni a Pmt. 2017. évi LIII. törvény részleteiről, röviden:

- pénzmossási szokatlanság felismerése;
- letárolt historikus adatok;
- szokatlanságok keresése előre meghatározott paraméterek alapján;
- gyanús tranzakciók kiszűrése és ellenőrzése, intézkedés megtétele;
- utólagosan, nem valós időben.

¹⁰⁸ CEOs' opinion on potential economic, policy, social, environmental and business threats to companies' growth prospect in Hungary 2021. Statista, 2022.
<https://www.statista.com/statistics/1234133/hungary-potential-threats-to-companies-growth/>; letöltés: 2022.07.15.8

Ha ezeket gyorsan áttekintjük, akkor láthatjuk, hogy egyből olyan fogalom jut eszünkbe, mint a BigData, ami magában foglalja az összes olyan rendszert, amelyek a rendszeresen keletkező nagy mennyiségű adatot strukturált vagy strukturálatlan formában kezelik, tárolják, létrehozzák vagy kategorizálják. Az adatok tekintetében beszélhetünk szigorúan csak az elektronikus úton képződő adatokról, de a témával kapcsolatban tulajdonképpen minden olyan dolgot figyelembe kell vennünk, aminek információs értéke van. Ebből adódóan az emberek között zajló információcserét is számításba kellene vennünk, ami írásos és/vagy digitalizált forma hiányában nem túl hatékony. A Belényesi által leírt elvek szerint: „*A Big Data a nagy mennyiségű strukturálatlan adat, amely megjelenése az utóbbi évek felgyorsult technikai fejlődésének eredménye.*”¹⁰⁹ Tehát amikor a BigDatáról beszélünk, olyan állományra gondolunk, amely egy nyers információforrás, és amit szabad szemmel és kézzel szinte lehetetlen megfogni és elemezni, vagy kiolvasni belőle valós lényegi döntést támogató információkat.

Ugyanakkor be kell látnunk, hogy ezeknek az eszközöknek a lehetőségeit tárgyalva számításba kell vennünk az olyan rendszereket és technológiai vívmányokat is, amelyek képesek ezeket az adatokat megfelelően rendszerezni, csoportosítani, majd a végén könnyen átlátható, strukturált és vizualizált formában prezentálni.¹¹⁰ A felhasználás előfeltétele, hogy a nyers adatokat már rendszerezett formában tároljuk a megfelelő metaadat-címkekkel és -tulajdonságokkal ellátva. Az előzetes munkát a legtöbb komplex rendszernél okosan megírt matematika algoritmusok végzik. Programtervezési és megoldási megvalósítási szempontból fontos megjegyezni, hogy a kezdeti fázisban ugyan sok hasonlóság lehet egy okos algoritmus és az MI adta lehetőségekre épülő szoftverek között, de lényegében nem hasonlíthatók össze. Míg az MI-t nem használó algoritmust szabványosított bejáratott módszerekkel erre szakosodott emberek írják és építik ki, addig egy MI megírásánál fontos, hogy szimulációk és próbálkozások révén, az úgynevezett mély tanulás módszerével hozzunk létre egy szoftvert, amely utána minimális hibaszázalékkal dolgozva önállóan is képes elvégezni feladatát. E kódok struktúrája és tartalma az ember számára általában átláthatatlan.¹¹¹ Egy algoritmus létrehozásánál van lehetőség egy kész MI-t használni (például tesztelesek, szimulációk), de a végső termék nem tükrözi egy komoly MI-re épülő szoftver komplexitását. Mindezek ellenére az MI és az okos algoritmusok a köznyelvben sokszor hasonló tekintélyt és rangot kapnak, ezért nehéz a kettőt jól elválasztani egymástól, amikor ezeket az eszközöket tárgyaljuk. A strukturálatlan adatokat feldolgozás és rendszerezés után lényegesen egyszerűbb felhasználni. Ezek a BigData-algoritmusok képesek az adatokat rendszerezni és egységes formában tárolni különböző adattárházakban, ahonnan a különböző felhasználók igényük szerint további programokkal feldolgozhatják azokat.

¹⁰⁹ BELÉNYESI Pál: Digitális Platformok és a Big Data. In: VALENTINY Pál – KISS Ferenc László – NAGY Csongor István (szerk.): Verseny és Szabályozás – 2016. MTA KRTK Közgazdaságtudományi Intézet, Budapest, 2016. pp. 127–162.
<http://real.mtak.hu/48669/1/teljes.pdf>; letöltés: 2022.11.04.

¹¹⁰ Uo.

¹¹¹ CHEN, Hsinchun – CHIANG, Roger H. L. – STOREY, Veda C.: Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. MIS Quarterly, Volume 36, Issue 4, December 2012. pp. 1165–1188.
<https://www.jstor.org/stable/41703503>; letöltés: 2022.09.07.

Az adattárházból kinyert adat az információtartalma és az olvashatósága szempontjából még nem érte el a teljes potenciálját, de szakemberek, szoftverek, algoritmusok és MI-k segítségével könnyen és gyorsan mindenki számára értelmezhető és vizualizált egységgé állnak össze. Ezek különböző diagramokban, táblázatokban kerülnek a döntéshozókhöz, akik az értelmezhető információ feldolgozása után képesek lesznek dönteni.¹¹² A rendelkezésre álló strukturált adat a cégek működésében jelentős szerepet tölthet be, mint például a vállalati működés optimalizálásánál, az értékesítés folyamat különböző lépéseinek fejlesztésénél, vagy akár vállalati stratégia tervezésénél, annak döntéshozatalánál is.

A mai világban a termékekkel és a szolgáltatásokkal foglalkozó szervezetek számára a legfontosabb dolog, hogy megtartsák ügyfeleiket és fogyasztóikat, ehhez azonban pontos adatokra van szükségük a felhasználóktól és a vásárlóktól. Nagyon sok módszer van már arra és implementálva a hétköznapi termékekbe, hogy hogyan mérjék a fogyasztók viselkedését a fogyasztott termékkel kapcsolatban.

A keletkező adatmennyiség nagyobb hányadért természetesen a vállalatok felelnek, ez alól nem lehetnek kivételek a pénzügyi szektorba tartozó szervezetek sem vagyongazdálkodók, sem a kereskedelmi és a befektetői bankok, sem az egyszerű kereskedők. A megszámlálhatatlan tranzakciók során keletkező adatmennyiség egy jó részét a tranzakciós adatok köré épített védelmi protokollok és fordítási csomagok teszik ki. Bár az adatbiztonság és a személyes adatok kérdése sok helyen vitatott és tárgyalt, ebben a tanulmányban nem részletezem, de nem hagyható figyelmen kívül a BigData és az MI-k szempontjából sem.¹¹³ A fentiekben tárgyaltak alapján már tudjuk, hogy a rendszerezett adatok nagy segítséget nyújthatnak egy jól kiépített rendszer szakszerű használatának.

Az MI által nyújtott előnyök megértéséhez fontos, hogy először meghatározzuk azokat a tulajdonságokat és lehetőségeket, amelyekben az eltér egy lehetőségekben gazdag algoritmus működésétől. Fel kell térképeznünk, hogy mikortól is hívhatunk egy programot MI-nek, illetve mi az a különbség, ami a tudomány állásfoglalása és a köznyelv között eltérhet és félreértésre adhat okot. Több szempont alapján kell megvizsgáljunk egy ilyen szoftvert, hogy szakmai tekintetben is MI-minősítést kaphasson.

Összegezve, a mesterséges intelligencia a pénzügyekben az egész iparágat modernizálja a hagyományosan manuális banki folyamatok racionalizálásával és a generált adatokból mélyebb betekintést engedve, ami segít meghatározni, hogyan és hol történjenek a befektetések. Az MI megváltoztatja az ügyfélélményt is a gyorsabb, érintkezés nélküli interakciók létrehozásával, amelyek magukban foglalják a valós idejű hitelengedélyezést, a hatékonyabb csalásvédelmet és kiberbiztonságot.

¹¹² BENGIO, Yoshua – LECUN, Yann André: Scaling Learning Algorithms towards AI. In: BOTTOU, Léon – CHAPELLE, Olivier – DECOSTE, Dennis – WESTON, Jason (szerk.): Large-Scale Kernel Machines. The MIT Press, Cambridge, 2007.

<http://yann.lecun.com/exdb/publis/pdf/bengio-lecun-07.pdf>; letöltés: 2023.01.07.

¹¹³ HALASKA Gábor: Mire jó a Big Data? – interjú Huszics Györggyel. DigitalHungary, 2016.07.29. <https://www.digitalhungary.hu/marketing/Mire-jo-a-Big-Data-interju-Huszics-Gyorggyel/2586/>; letöltés: 2022.05.04.

A mesterséges intelligencia nagyban befolyásolja a pénzügyi szervezetek kockázatkezelésének módját, ami magában foglalja a biztonságot, a szabályozói megfelelést, a csalás, a pénzmosás elleni (AML) és a *know-your-customer* (KYC) irányelveket. A bankok, a befektetési cégek és a biztosítótársaságok azzal, hogy az MI az infrastruktúrájuk része, valós idejű számításokat végezhetnek a teljesítmény előrejelzésére, az anomális költési magatartás észlelésére és a megfelelés fenntartására – számos más alkalmazás mellett.

A pénzintézetek számára az MI lehetővé teszi, hogy felgyorsítsák és automatizálják a történelmileg manuális és időigényes feladatokat, például a piackutatást. Az MI gyorsan képes nagy mennyiségű adatot elemezni a trendek azonosítása és a jövőbeli teljesítmény előrejelzésének segítése érdekében, lehetővé téve a befektetők számára a befektetések növekedésének feltérképezését és a potenciális kockázatok értékelését. Az értékelés a biztosítások esetében is alkalmazható, ahol a személyes adatok összegyűjthetők és felhasználhatók a biztosítási fedezet és a díjak meghatározásához. Az MI kiberbiztonsági célokra is használható, különösen a csalárd tranzakciók azonosítására. A vásárlási viselkedés szoros figyelemmel kíséréssel és a korábbi adatokkal történő összevetésével az MI képes jelezni a rendellenes tevékenységet, figyelmeztetni az intézményt és az ügyfelet is, hogy valós időben ellenőrizze a vásárlást vagy átutalást, és ha szükséges, lépéseket tegyen a probléma megoldására.

A banki ügyfelek számára az MI és a gépi tanulás (*machine learning* – ML) javíthatja az általános ügyfélélményt. Az online bankolás (azaz az érintésmentes bankolás) térhódítása minimalizálja a személyes interakciók szükségességét, de a virtuálisra történő áttérés több végponton (pl. okostelefonok, asztali számítógépek és mobil eszközök) jelenthet sérülékenységet. Az MI számos alapvető banki tevékenységet, például a fizetéseket, befizetéseket, átutalásokat és ügyfélszolgálati kéréseket automatizálhatja, valamint képes kezelni a hitelkártyák és a hitelek kérelmezési folyamatait is, beleértve az elfogadást és az elutasítást is, szinte azonnali válaszokat adva. Bár a legtöbb intézmény úgy véli, hogy az MI és az ML javíthatja az üzletmenetet és versenyelőnyt biztosíthat számukra (a Forrester egyik felmérése szerint 98%), az ML-projektek 80–85%-a nem indul el különböző logisztikai és irányítási problémák vagy „utolsó mérföld” problémák miatt. Ez arra utal, hogy az intézményeknek az IT és az MI hálózati szakemberei segítségére van szükségük az MI-projektek befejezéséhez.

A logisztikán túl a pénzügyi szervezeteknek számos biztonsági és megfelelési előírással is szembe kell nézniük, mivel folyamatosan érzékeny és személyes adatokat használnak. Bármely MI-megoldásnak képesnek kell lennie arra, hogy megvédje ezeket az adatokat, és be kell tartania az iparág- és régióspecifikus irányelveket – mivel a pénzügyek globális jelentőségűek, és a vállalatok nagy részét lefedik. Az adatok pusztán mennyisége önmagában is összetett kihívást jelent. Ahhoz, hogy bármilyen MI-megoldás hatékonyan működjön, az intézményeknek az összes adatot rendezett csővezetékben és silókban kell tárolniuk, lehetővé téve az ML számára, hogy a piaci mozgásokat pontosan megjósolja és előrejelezze a konkrét üzleti céloknak megfelelően.

Fel kell tenni a kérdést, vajon a gépi tanulás-e a hatékony pénzügyi műveletek kulcsa? Az ML-alkalmazások a kockázatértékeléstől az eszökgazdálkodásig mindenre használhatók, az adatok felhasználásával kritikus betekintést nyerhetnek,

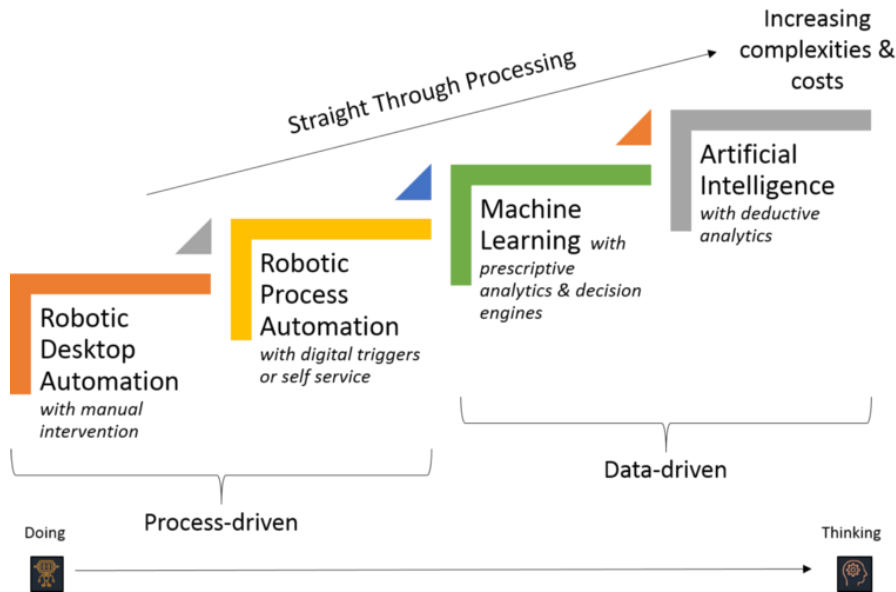
és az eredmények optimalizálásán túl racionalizálhatják a különböző folyamatokat. Az ML alkalmazása a pénzügyi folyamatokban egy fejlődő gyakorlat, amelyet az iparágban többféleképpen alkalmaznak. Annak változatos alkalmazásai a pénzügyekben számos új, az ML-lel kapcsolatos pénzügyi állást is megnyitottak. De először is segít megérteni az ML-t a pénzügyekben, és azt, hogy hogyan használható a karrierépítésben. Az ML az MI fogalomkörébe tartozik. Olyan algoritmusok tervezésével és fejlesztésével foglalkozik, amelyek képesek adatokból tanulni és előrejelzéseket készíteni az adatok alapján. Az ML-modellek a kognitív feladatok automatizálásának technológiáját biztosítják. A gépi tanulási technológiát különböző pénzügyi feladatokban használják, ilyenek a hitelpontozás, a befektetések nyomon követése és ajánlása, a csalásfelismerés és az algoritmikus kereskedelem. Az ML segíthet a pénzügyi vállalatoknak abban, hogy jobb árképzési, kockázati és ügyfélmagatartási döntéseket hozzanak. Ez a technológia képes olyan modelleket építeni, amelyek javítják a nagy adathalmazok megértését, és olyan mintákat tárnak fel, amelyek megkönnyítik az új üzleti rendszerek és folyamatok kialakítását. A pénzügyi területen dolgozva számos előnnyel jár a különböző folyamatok ML-lel történő racionalizálása és automatizálása. A pénzügyi vállalatok e technológiákat olyan feladatok automatizálására használhatják, mint a papírmunka, a számítások, az adatfigyelés és a követelések feldolgozása. Így az alkalmazottak felszabadulhatnak, hogy több értékteremtő tevékenységre összpontosíthassanak. Egy másik kritikus terület az ügyfelek elkötelezettsége, ahol a gépi tanulás és az MI felhasználható. Az IoT-eszközök jelentős mennyiségű adatot generálhatnak, amelyek segítik az ügyfelek viselkedésének és preferenciáinak a megértését. Az adatok ezután személyre szabott marketingkampányok létrehozására és az ügyfélszolgálat javítására is felhasználhatók. Összességében a jobb ügyfélszolgálat és a jobb ügyfélélmény jellemzően több eladást és magasabb ügyfél-elégedettségi arányt eredményez. Ezért mindenképpen érdemes nem összekeverni a mesterséges intelligenciát, a gépi tanulás és az automatizálás fogalmakat.

A robotizált folyamatautomatizálás (Robotic Process Automation – RPA) olyan előre konfigurált szoftver használatára utal, amely üzleti szabályokat és előre meghatározott tevékenységkoreográfiát használ a folyamatok, tevékenységek, tranzakciók és feladatok kombinációjának autonóm végrehajtására egy vagy több, egymástól független szoftverrendszerben, hogy emberi kivételkezeléssel eredményt vagy szolgáltatást nyújtson.

Az MI¹¹⁴ a kognitív automatizálás, a ML¹¹⁵ az érvelés, a hipotézisgenerálás és -elemzés, a természetes nyelvi feldolgozás és a szándékos algoritmusmutáció kombinációja, az emberi képességek szintjén vagy azok felett meglátásokat és elemzést eredményez.

¹¹⁴ Példa az MI-alkalmazásokra: SCHROER, Alyssa: 29 Examples of AI in Finance. BuiltIn, 2023.03.21. <https://builtin.com/artificial-intelligence/ai-finance-banking-applications-companies>; letöltés: 2023.04.05.

¹¹⁵ Példa az ML-alkalmazásokra: 15 Projects on Machine Learning Applications in Finance. ProjectPro, 2021. <https://www.projectpro.io/article/projects-on-machine-learning-applications-in-finance/510>; letöltés: 2023.04.05.



3. ábra. A folyamatvezérléstől az adatvezérlésig¹¹⁶

Az egyszerűség kedvéért az RPA-ra szoftverrobotként is gondolhatunk, amely emberi tevékenységeket utánoz, míg az MI az emberi intelligencia gépek általi szimulációjával foglalkozik. A legalapvetőbb szinten az RPA a „csinálással” kapcsolatos, míg az MI és az ML a „gondolkodással”, illetve a „tanulással” foglalkozik, vagy ha úgy tetszik: izom kontra agy.

Például a beszállító elektronikus számlákat küldenek e-mailben, letöltjük a számlákat egy mappába, kiszedjük a releváns információkat a számlákból, és végül létrehozuk a számlákat a könyvelőszoftverben. Ebben a forgatókönyvben az RPA alkalmas az e-mailek lekérdezésének (az egyszerűség kedvéért a lekérdezés az e-mail tárgya alapján történik), a mellékletek (azaz a számlák) letöltésének automatizálására egy meghatározott mappába, és a számlák létrehozására a könyvelőszoftverben (főként másolási és beillesztési műveletekkel). Másrészt MI-re van szükség a számlák intelligens „olvasásához”, és az olyan lényeges információk kinyeréséhez, mint a számlaszám, a szállító neve, a számla esedékességi dátuma, a termékleírás, az esedékes összegek és még sok más. A számlák lényegében strukturálatlan, vagy legjobb esetben is félig strukturált adatok. A különböző beszállítóknak például különböző számlasablonjaik és formátumaik vannak. A különböző számlákon különböző számú sorszámozott tételek is szerepelnek. Mivel az RPA-ban minden tevékenységet kifejezetten programozni vagy szkriptelni kell, gyakorlatilag lehetetlen

¹¹⁶ BIRNBAUM, Brad: Should You Be Using RPA For More Efficient Service? Forbes, 2018.09.07. <https://www.forbes.com/sites/bradbirnbbaum/2018/09/07/rda-rpa-service/?sh=a42c955b8e2b>; letöltés: 2022.09.07.

megtanítani a robotot arra, hogy pontosan honnan vegye ki a releváns információkat minden egyes számlázott fogadáshoz. Ezért van szükség arra, hogy a mesterséges intelligencia intelligensen megfejtse a számlát, ahogyan egy ember tenné. Az biztos, hogy a számlafeldolgozást kizárólag RPA segítségével is lehet kezelni. Ebben az esetben azt fogjuk bevetni, amit általánosságban jelenlévő automatizálásnak nevezünk.

A robotizált desktopautomatizáció (Robotic Desktop Automation – RDA) olyan, mint egy virtuális asszisztens, amely kéz a kézben dolgozik az emberi alkalmazottakkal. Visszatérve a példánkhoz, a számlák letöltése után átmennek egy optikai karakterfelismerő (OCR) szoftverre, amely megpróbálja kinyerni a szükséges információkat. Ezt követően egy emberi alkalmazott hitelesíti ezeket az információkat, mielőtt visszaadja a munkát az RPA-robotnak, hogy létrehozza a számlákat a rendszerben. Az RPA- és az MI-megoldás használatának fő előnye tehát az, hogy (minimális emberi beavatkozással) egyenes feldolgozás érhető el. Hátránya a megnövekedett költség és a projekt összetettsége.

Az RPA erősen folyamatorientált – az ismétlődő, szabályalapú folyamatok automatizálásáról szól, amelyek jellemzően több, eltérő IT-rendszerrel való együttműködést igényelnek. Az RPA bevezetésénél általában előfeltétel a folyamatfeltáró workshopok megtartása, amelyek célja a meglévő „jelenlegi” folyamatok feltérképezése és dokumentálása a folyamatdefiníciós dokumentumban (PDD). A számlafeldolgozással kapcsolatos példánk esetében többek között azzal foglalkozunk, hogy elegendő mintaszámlát találjunk az ML-algoritmuskok betanításához, biztosítsuk, hogy a mintáink jó minőségűek legyenek (különösen, ha a számlákat beszkeneljük), és hogy a számlák reprezentatívak legyenek az adathalmazra nézve. Ezt követően a feladat a megfelelő ML-algoritmus kiválasztása, majd az algoritmus megfelelő képzése, hogy az képes legyen más új számlákat az embernél gyorsabban és pontosabban felismerni. Végül soron az RPA és az MI nem más, mint értékes eszköztár, amellyel segítheti szervezetének digitális átalakulását. Az RPA vagy az MI (vagy mindkettő) bevezetése a konkrét felhasználás esetétől függ, és a „célra való megfelelés” biztosítása a legfontosabb. Az RPA esetében sok szervezet olyan okokra hivatkozik, mint például az „alacsonyan lógó gyümölcsök” megragadása, a gyors megvalósítás és piacra kerülés (általában hetek vagy hónapok alatt), az alacsony költségek és komplexitás, valamint egyéb okok. Sokan pedig okosan fogadnak arra, hogy az RPA-t az intelligens automatizáláshoz vezető digitális lépcső első lépcsőfokaként használják.

Összegzés

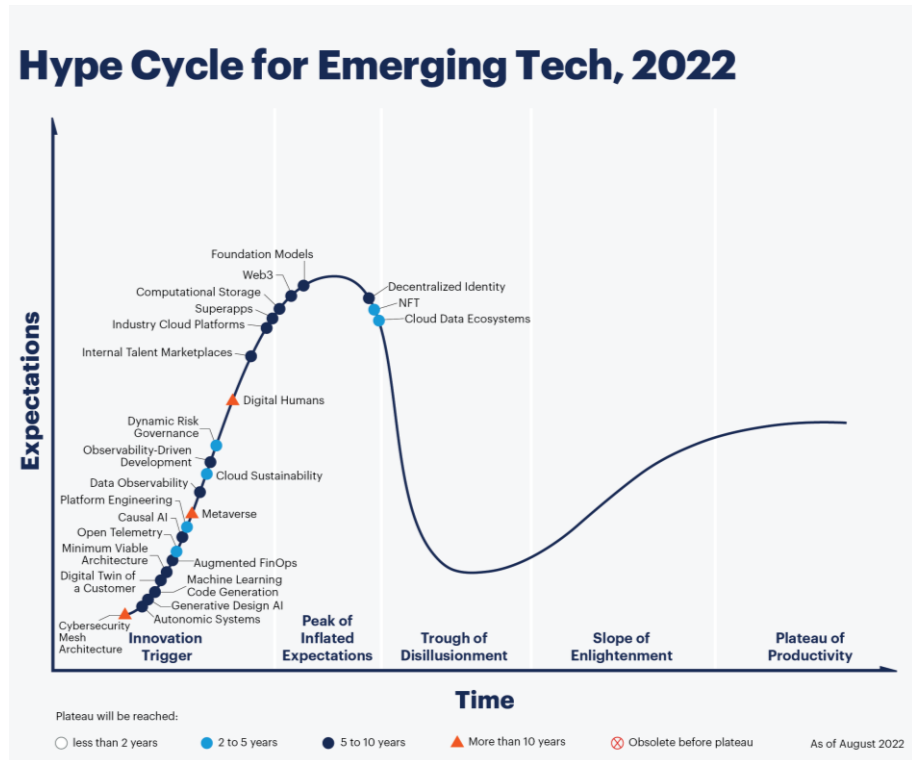
A pénzügyi technológiák, a fintech, a *financial technology* határozzák meg a mostani pénzügyi világunkat. A fintech három olyan korszakon lépdelt előre, amelyek elhozták számunkra az MI korszakát, ahol a számítógépek kereskednek egymással, és az ügyfelek interakcióit sem manuálisan végezzük. A fintech fejlődése együtt járt az informatika fejlődésével, a fintech 1.0-ás korszakot a távíró hozta el, a mostani, 3.5-ös korszakot meg olyan technológiák, mint a mobiltelefon, a BigData, az internet, de még a számítási teljesítmény növekedése is hozzájárult ehhez a fejlődéshez.

Ezért nyugodtan kijelenthetjük, hogy a fintech fejlődése együtt mozog az informatika fejlődésével. Lehetne ezt evolúciós informatikának is hívni, mert a lépéseket vissza tudjuk követni az első számítógépig, ugyanakkor a „mutációk” tudatosan vitték előre a fejlődést, és szinte napról-napra hozzáadtak valamit a pénzügyi világhoz. Gondoljunk itt az első internetes banktól mekkora fejlődés a mobilbank megjelenése és a hozzá kapcsolható technológiák megléte. A pénzügyi megoldások digitalizációja az evolúciós informatikának köszönhető, egyszerű logikával kikövetkeztethető, hogy mihelyest a mobiltelefonok alkalmassá váltak mobilbankolásra, azonnal megjelentek a mobilbankok. De ugyanezt lehet elmondani az internetes bankolásra is, maga az internetes protokollok vagy azok titkosítása is akkor történt meg, amikor a technológia képessé vált rá. Külön tanulmányt lenne érdemes írni arról, hogy az internet az IPV4-es technológiával milyen régi, és erre a régi technológiára ültették rá a mostani alkalmazásokat, ez meg milyen biztonsági problémákkal jár a mai napig.

A pénzügyi technológiák felnőttek az informatika jelenlegi szintjére, első lépés a digitalizáció volt, utána az RDA, robotizált desktopautomatizáció, és igazából ez volt az, amikor a digitalizáció után rájöttek, hogy nem lehet mindent manuálisan feldolgozni. Utána jött az RPA, a robotizált folyamatautomatizálás, ami előre konfigurált szoftver használatára utal, amely üzleti szabályokat és előre meghatározott tevékenység-koreográfiát használ a folyamatok, tevékenységek, tranzakciók és feladatok kombinációjának autonóm végrehajtására egy vagy több, egymástól független szoftverrendszerben, hogy emberi kivételkezeléssel eredményt vagy szolgáltatást nyújtson.

Érdeemes megnézni a Gartner-féle *hype cycle* ábrát (lásd 4. ábra), hogy milyen új technológiák fogják meghatározni a jövőnket. Ez azért is fontos, mert az olyan technológiák, mint az NFT (*non-fungible token*) vagy a *cloud-data* ökoszisztéma, már leszálló ágban vannak. Természetesen ezzel a nézettel lehet egyet nem érteni, de a Gartner már elég régóta foglalkozik a „*hype cycle*” módszertannal, ezért bízunk abban, hogy az ábrán található MI-technológiák valóban felívelőben vannak.

Olyan kifejezések jelennek meg a jövőbeli irányok között, mint a *casual AI*, ami az MI olyan ága, amely leginkább hasonlít az emberi választásokra és döntésekre. De olyan kifejezéseket is lehet említeni, mint a fenntartható felhő vagy az *open telemetry*. A decentralizált identitás a magyarban némileg másképp hangzik, itt inkább a külön álló adatok felhasználhatóságáról beszélhetünk, vagyis az egészségügyi, adózási, oktatási és közlekedési adatok mind-mind különállóan szerepelnek, de egy központi rendszerből érhetők el. Ez a decentralizált identitás valójában a BigData-ról szól, ami leginkább az egyén személyes adatait tartalmazza. Azért van leszálló ágban, mert ez csak egyszerű adatkapcsolatról szól, míg az MI ennél sokkal többre képes. Az MI nemcsak mintázatokat keres, hanem ennél sokkal többre képes, olyan összefüggéseket tár fel, amelyeket manuális úton már nem vagyunk képesek kimutatni. A legfontosabb, hogy a háttérben lévő adatok, adatbázisok és strukturált erőforrások mind-mind rendelkezésre álljanak és stabilan, megbízhatóan működjenek.



4. ábra. A Gartner-féle *hype-cycle* 2022-es változata¹¹⁷

A pénzügyi adatok esetében nem szabad nem helyesen tárolni az adatokat, nincs lehetőség arra, hogy azt mondjuk az ügyfélnek, körülbelül megvan a fizetése vagy a befektetése. Ha az alapinfrastruktúra megbízhatóan működik, akkor jöhet a gépi tanulás vagy a mesterséges intelligencia. A pénzügyi termékek esetén a törvényi szabályozást mindenképpen kiemelném, hogy megfelelő tájékoztatást adjanak a pénzügyi szektor szereplőinek. A bizalomról is szól ez a kérdés, ugyanis a klasszikus pénzintézetekbe vetett bizalom a 2008-as válság körül megingott, onnan indultak a finech megoldások, ők alapvető bizalomra alapoztak, onnan kellett tovább építkezni. 14 év elteltével már komplett megoldások születtek, érdemes a Revolutra, Wise-ra gondolni. A digitalizáció, az evolúciós informatika az, ami elhozta ezt a korszakot, a továbblépés viszont kérdéses, méghozzá az, hogy milyen irányba. Ennek egyik lehetséges forgatókönyve a mesterséges intelligencia, a gépi tanulás és az, hogy minél jobban automatizáljuk azt, amit már nem lehetséges manuális módon elvégezni.

¹¹⁷ PERRI, Lori: What's New in the 2022 Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies. Gartner, 2022.08.10.
<https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-the-2022-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies>; letöltés: 2022.08.15.

IRODALOMJEGYZÉK

- 9 Examples of Social Engineering Attacks. Terranova Security, 2022.04.19.
<https://terravasecurity.com/examples-of-social-engineering-attacks/>; letöltés: 2022.12.08.
- A magyar pénzügyi szektor kiberfenyegetettségi térképe. MNB, 2022.
<https://www.mnb.hu/letoltes/kiberfenyegetettsegi-terkep-2022.pdf>; letöltés: 2023.01.23.
- Account Information Service Provider (AISP License). PSP Lab, 2022.
<https://psplab.com/services/pi-emi-authorisation/account-information-service-provider-aisp/>;
letöltés: 2022.09.04.
- Adó-kódex. XXVII. évfolyam, 6. szám. Wolters Kluwer, 2018.
- AFR – the Hungarian Retail Instant Payment System.
European Payments Council (EPC), 2020.04.14.
<https://www.europeanpaymentscouncil.eu/news-insights/insight/afr-hungarian-retail-instant-payment-system>; letöltés: 2022.09.30.
- ARNER, Douglas W. – BARBERIS, Janos Nathan – BUCKLEY, Ross P.: The Evolution of Fintech: A New Post-Crisis Paradigm? University of Hong Kong Faculty of Law, Research Paper No. 2015/047. SSRN Electronic Journal, Volume 47, Issue 4, 2015. pp. 1271–1319.
https://www.researchgate.net/publication/313365410_The_Evolution_of_Fintech_A_New_Post-Crisis_Paradigm; letöltés: 2022.10.11.
- ASHTA, Arvind – BIOT-PAQUEROT, Guillaume: FinTech evolution: Strategic value management issues in a fast changing industry. Strategic Change, Volume 27, Issue 4, July 2018. pp. 301–311.
- AYTAŞ, Baran – ÖZTANER, Serdar Murat – ŞENER, Emrah: Open banking: Opening up the 'walled gardens'. Journal of Payments Strategy & Systems, Volume 15, Issue 4, December 2021. pp. 419–431.
<https://discovery.ebsco.com/c/n3fo33/viewer/pdf/pcombonva7z>; letöltés: 2022.12.04.
- Az Azonnali Fizetési Rendszer (AFR). Takarékbank, 2022.
<https://www.takarekbank.hu/azonnali-fizetesi-rendszer#>; letöltés: 2022.03.25.
- BARBASURA, Dmitrii: Working with Technical Service Providers under PSD2. Finextra, 2019.07.30.
<https://www.finextra.com/blogposting/17686/working-with-technical-service-providers-under-psd2>; letöltés: 2022.05.04.
- BELÉNYESI Pál: Digitális Platformok és a Big Data. In: VALENTINY Pál – KISS Ferenc László – NAGY Csongor István (szerk.): Verseny és Szabályozás – 2016. MTA KRTK Közgazdaságtudományi Intézet, Budapest, 2016. pp. 127–162.
<http://real.mtak.hu/48669/1/teljes.pdf>; letöltés: 2022.11.04.
- Belvo Team: Financial data enrichment: when data science meets open banking APIs. Belvo, 2022.02.09.
<https://belvo.com/blog/financial-data-enrichment-open-banking-apis/>; letöltés: 2022.05.21.
- BENGIO, Yoshua – LECUN, Yann André: Scaling Learning Algorithms towards AI. In: BOTTOU, Léon – CHAPPELLE, Olivier – DECOSTE, Dennis – WESTON, Jason (szerk.): Large-Scale Kernel Machines. The MIT Press, Cambridge, 2007.
<http://yann.lecun.com/exdb/publis/pdf/bengio-lecun-07.pdf>; letöltés: 2023.01.07.

BIRNBAUM, Brad: Should You Be Using RDA For More Efficient Service?

Forbes, 2018.09.07.

<https://www.forbes.com/sites/bradbirnbaum/2018/09/07/rda-rpa-service/?sh=a42c955b8e2b>;
letöltés: 2022.09.07.

BUSSMANN, Oliver: The Future of Finance: FinTech, Tech Disruption, and Orchestrating Innovation. In: FRANCIONI, Reto – SCHWARTZ, Robert A. (szerk.): Equity Markets in Transition. Springer, Cham, 2017. pp. 473–486.

CEOs' opinion on potential economic, policy, social, environmental and business threats to companies' growth prospect in Hungary 2021. Statista, 2022.

<https://www.statista.com/statistics/1234133/hungary-potential-threats-to-companies-growth/>;
letöltés: 2022.07.15.

CHEN, Hsinchun – CHIANG, Roger H. L. – STOREY, Veda C.: Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. MIS Quarterly, Volume 36, Issue 4, December 2012. pp. 1165–1188.

<https://www.jstor.org/stable/41703503>; letöltés: 2022.09.07.

DE JESSÉ, Marc Bayle: TARGET Instant Payment Settlement: The Eurosystem's response to an evolving payments landscape. Journal of Payments Strategy & Systems, Volume 12, Issue 4, 2018. pp. 322–327.

<https://discovery.ebsco.com/c/n3fo33/viewer/pdf/h4exqdmysf>; letöltés: 2022.12.15.

Elérhetővé vált az azonnali fizetés! MNB, 2022.

<https://www.mnb.hu/azonnalifizetes>; letöltés: 2022.08.25.

ENISA Threat Landscape 2022. ENISA, 2022.11.03.

<https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-2022>; letöltés: 2022.12.11.

Equity crowdfunding. European Commission, 2022.

https://single-market-economy.ec.europa.eu/access-finance/guide-crowdfunding/different-types-crowdfunding/equity-crowdfunding_en; letöltés: 2022.07.01.

Evolution of Fintech: The 5 Key Eras. Zigurat, 2022.08.25.

<https://www.e-zigurat.com/innovation-school/blog/evolution-of-fintech/>; letöltés: 2022.09.17.

EWIN, Brad: What is open banking: Everything you need to know. GoCardless, 2023.

<https://gocardless.com/guides/posts/open-banking/>; letöltés: 2023.04.11.

FARROW, Gary S. D.: An application programming interface model for open banking ecosystems. Journal of Payments Strategy & Systems, Volume 14, Issue 1, March 2020. pp. 75–91.

<https://discovery.ebsco.com/c/n3fo33/viewer/pdf/jknjfoxnmz>; letöltés: 2023.01.07.

FÁYKISS Péter – PAPP Dániel – SAJTOS Péter – TÖRÖS Ágnes: A FinTech-innovációk ösztönzésének szabályozói eszközei: Innovation Hub és Regulatory Sandbox a nemzetközi gyakorlatban. Hitelintézeti Szemle, 17. évfolyam 2. szám, 2018. augusztus. pp. 43–67.

<https://hitelintezetiszemle.mnb.hu/letoltes/hsz-17-2-t2-faykiss-papp-sajtos-toros.pdf>;
letöltés: 2022.10.16.

GÁL István László: A pénzmosás hatályos büntetőjogi szabályozása Magyarországon. Pécs, 2007.

<https://www.mnb.hu/letoltes/pszafhu-rtfkonf-gali.pdf>; letöltés: 2022.07.26.

GAYNOR, Brian: Payment Services Directive 2 – an overview. J.P.Morgan, 2022.05.18.

<https://www.jpmorgan.com/europe/merchant-services/insights/PSD2-all-you-need-to-know>;
letöltés: 2022.06.11.

GIRO. MNB, 2022.

<https://www.mnb.hu/penzforgalom/a-hazai-penzforgalmi-infrastruktura/giro/>;
letöltés: 2022.11.23.

HALASKA Gábor: Mire jó a Big Data? – interjú Huszics Györggyel.
DigitalHungary, 2016.07.29.

<https://www.digitalhungary.hu/marketing/Mire-jo-a-Big-Data-interju-Huszics-Gyorggyel/2586/>; letöltés: 2022.05.04.

IT-biztonsági katasztrófa, ha a jobbról várt pofont balról kapjuk. Bitport, 2020.09.07.
<https://bitport.hu/it-biztonsagi-katasztrofa-ha-a-jobbrol-vart-pofont-balrol-kapjuk-api-security-balaysys-open-api/>; letöltés: 2022.06.21.

KEATING, ROB: Open banking data: what is it and what is it good for? GoCardless, 2023.
<https://gocardless.com/guides/posts/open-banking-data/>; letöltés: 2023.05.24.

Képesített pénzműos és terrorizmus finanszírozása elleni szakértő képzés. Jegyzet.
Bankárképző, Budapest, 2018.

KISKYTE, Adelina: Kevin. reduces Decathlon's abandoned carts by 50%. Kevin, 2022.02.25.
<https://www.kevin.eu/blog/decathlon-success-story/>; letöltés: 2022.05.11.

KISKYTE, Adelina: What are account-to-account (A2A) payments? Kevin, 2022.05.30.
<https://www.kevin.eu/blog/what-are-account-to-account-payments/>; letöltés: 2022.06.13.

LAPLANTE, Phil – KSHETRI, Nir: Open banking: Definition and Description. Computer,
Volume 54, Issue 10, October 2021. pp. 122–128.

LEE, In – SHIN, Yong Jae: Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and
challenges. Business Horizons, Volume 61, Issue 1, 2018. pp. 35–46.
<https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/94413.pdf>; letöltés: 2022.10.14.

LEMÁK Gábor. Itt a hazai open banking lista! 20-ból 17 magyar bank elstartolt.
Fintechzone, 2019.03.18.
<https://fintechzone.hu/itt-a-hazai-open-banking-lista/>; letöltés: 2022.03.11.

LEMÁK Gábor: Vizsgálja az MNB a fizetési kérelem kötelező bevezetését. Jön az AFR 2.0!
FinTechZone, 2021.12.15.
<https://fintechzone.hu/vizsgalja-az-mnb-a-fizetesi-kerelem-kotelezo-bevezeteset-jon-az-afr-2-0/>;
letöltés: 2022.03.18.

LUKÁCS Zsolt: Prezentáció. Budapest Institute of Banking, 2022.

Market Guide: Fintech. Energy Catalyst, June 2020.
<https://energycatalyst.community/developer/wp-content/uploads/2020/12/Market-Guide-Fintech.pdf>; letöltés: 2022.06.27.

Miért van szükség API-biztonságra? Computerworld, 2019.09.25.
<https://computerworld.hu/biztonsag/miert-van-szukseg-api-biztonsagra-268739.html>;
letöltés: 2022.10.01.

Mit jelent a KYC? Fintech.hu, 2018.09.01.
<https://fintech.hu/mit-jelent-a-kyc/>; letöltés: 2022.04.05.

MITCHELL, Cory: Program Trading: Meaning, Purpose, Example. Investopedia, 2022.05.25.
<https://www.investopedia.com/terms/p/programtrading.asp>; letöltés: 2022.08.17.

MITNICK, Kevin: The History of Social Engineering & How to Stay Safe Today.
Mitnick Security, 2022.
<https://www.mitnicksecurity.com/the-history-of-social-engineering/>; letöltés: 2022.06.17.

- NANAIEVA, Zhamal – AYSAN, Ahmed Farouk – SHIRAZI, Nasim Shah: Open banking in Europe: The effect of the Revised Payment Services Directive on Solarisbank and Insha. *Journal of Payments Strategy & Systems*, Volume 15, Issue 4, December 2021. pp. 432–444. <https://discovery.ebsco.com/c/n3fo33/viewer/pdf/37bjtmjev; letöltés: 2022.07.28>.
- Nemzeti Adó- és Vámhivatal Pénzmosás és Terrorizmusfinanszírozás Elleni Iroda. NAV, 2022. <https://pei.nav.gov.hu/penzmosas-es-terrorizmusfinansziroz-as-elleni-iroda/penzmosas-es-terrorizmusfinansziroz-as-elleni-iroda; letöltés: 2022.12.11>.
- Nemzetközi IT-biztonsági sajtószemle. 2022. 50. hét. NBSZ–NKI, 2022. https://nki.gov.hu/wp-content/uploads/2022/12/Sajtoszemle_50.-het.pdf; letöltés: 2023.02.13.
- OMARINI, Anna Eugenia: Banks and Fintechs: How to Develop a Digital Open Banking Approach for the Bank’s Future. *International Business Research*, Volume 11, Issue 9, 2018. <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/download/76769/42646; letöltés: 2022.08.01>.
- Open Banking and sharing your information online. MoneyHelper, 2022. <https://www.moneyhelper.org.uk/en/everyday-money/banking/open-banking-and-sharing-your-online-banking-information; letöltés: 2022.10.11>.
- Open banking: Definition, How It Works, and Risks. Investopedia, 2022.04.04. <https://www.investopedia.com/terms/o/open-banking.asp; letöltés: 2022.05.17>.
- Opportunities in Open Banking. FDATA North America, 2019. <https://fdata.global/north-america/wp-content/uploads/sites/3/2019/04/FDATA-Open-Banking-in-North-America-US-version.pdf; letöltés: 2022.04.26>.
- PALMIERI, Alessandro – NAZERAI, Blerina: Open Banking and Competition: An Intricate Relationship. In: ERCEG, Aleksandar – AKŠAMOVIĆ, Dubravka: *Competition Law (in Pandemic Times): Challenges and Reforms*. Conference book of proceedings In Osijek, 13 May 2021. pp. 217–237. <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/eclac/article/view/18822/10290; letöltés: 2022.06.25>.
- Pán-európai elszámolásforgalmi rendszerek. MNB, 2022. <https://www.mnb.hu/penzforgalom/az-euro/pan-europai-elszamolasforgalmi-rendszerek; letöltés: 2022.11.23>.
- PERRI, Lori: What’s New in the 2022 Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies. Gartner, 2022.08.10. <https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-the-2022-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies; letöltés: 2022.08.15>.
- PUSCHMANN, Thomas: Fintech. *Business and Information Systems Engineering*, Volume 59, Issue 1, 2017. pp. 69–76. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0464-6; letöltés: 2022.05.21>.
- Rewards-based crowdfunding. European Commission, 2022. https://single-market-economy.ec.europa.eu/access-finance/guide-crowdfunding/different-types-crowdfunding/rewards-based-crowdfunding_en; letöltés: 2022.07.01.
- RODRIGUES, Abílio: PSD2 explained: understand the regulations and fraud monitoring. GoCardless, 2023. <https://gocardless.com/guides/posts/an-introduction-to-psd2/; letöltés: 2023.04.08>.

- SHLIAKHOUSKI, Alexey: Security In Open Banking: Concerns And Solutions. Forbes, 2021.08.19.
<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/08/19/security-in-open-banking-concerns-and-solutions/?sh=3612304c6329>; letöltés: 2022.10.01.
- Social engineering: Hogyan veszélyezteti ez a támadási forma vállalkozását? ESET, 2022.
<https://www.eset.com/hu/it-biztonsagi-temak-cegeknek/social-engineering/>;
letöltés: 2022.12.07.
- TANDA, Alessandra – SCHENA, Cristiana-Maria: FinTech, BigTech and Banks. Digitalisation and Its Impact on Banking Business Models. Palgrave Macmillan, London, 2019.
- The revised Payment Services Directive (PSD2) and the transition to stronger payments security. European Central Bank, March 2018.
https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/mip-online/2018/html/1803_revisedpsd.en.html;
letöltés: 2022.06.04.
- The Story Behind The Card. Diners Club International, 2022.
<https://www.dinersclub.com/home/about/dinersclub/story>; letöltés: 2023.01.04.
- Threats explicitly factored into companies' strategic risk management activities in Hungary 2021. Statista, 2022.
<https://www.statista.com/statistics/1239649/hungary-threats-factored-into-companies-strategic-risk-management/>; letöltés: 2022.07.15.
- TURZÓ Ádám Pál: Készül az AFR 2.0 – Elmondta az MNB, mit terveznek az azonnali fizetéseknél. Portfolio, 2022.12.12.
<https://www.portfolio.hu/bank/20220912/keszul-az-afr-20-elmondta-az-mnb-mit-terveznek-az-azonnali-fizeteseknel-564845>; letöltés: 2023.01.10.
- VOAS, Jeffrey – LAPLANTE, Phil – LU, Steve – OSTROVSKY, Rafail – KASSAB, Mohamad – KSHETRI, Nir: Cybersecurity Considerations for Open Banking Technology and Emerging Standards. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, 2022.
<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2022/NIST.IR.8389-draft.pdf>; letöltés: 2023.01.17.
- VRAZSOVITS Rita: Fizetési kérelem: már kérni is lehet az utalást, nemcsak kapni. Bank360.hu, 2022.08.19.
<https://bank360.hu/fizetesi-kerelem>; letöltés: 2022.10.27.
- VRAZSOVITS Rita: Március 2-án indul az azonnali fizetési rendszer Magyarországon! Bank360.hu, 2022.01.18.
<https://bank360.hu/blog/azonnali-fizetesi-rendszer>; letöltés: 2022.11.04.
- What is API? Red Hat, 2022.06.02.
<https://www.redhat.com/en/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>;
letöltés: 2022.08.11.
- What is SCA, and what is it good for? Tink, 2021.04.13.
<https://tink.com/blog/open-banking/strong-customer-authentication/>; letöltés: 2022.09.16.
- What is TARGET Instant Payment Settlement (TIPS)? European Central Bank, 2022.
<https://www.ecb.europa.eu/paym/target/tips/html/index.en.html>; letöltés: 2022.06.04.
- ZACHARIADIS, Marcos – OZCAN, Pinar: The API Economy and Digital Transformation in Financial Services: The Case of Open Banking. SWIFT Institute Working Paper, 2016-001.
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2975199>; letöltés: 2022.09.07.

KOVÁCS ESZTER

**ÚJRAGONDOLT TERMELÉS: A DIGITALIZÁCIÓ,
AZ AUTOMATIZÁCIÓ ÉS A ROBOTIZÁCIÓ HATÁSAI
A GLOBÁLIS ELLÁTÁSI LÁNCOKRA¹**

*„Nem, a jövő kevés reményt kínál azoknak, akik mechanikus rabszolgáinktól olyan világot várnak, amelyben nem kell gondolkodni.
... A jövő világa egy állandóan megterhelő küzdelem lesz intelligenciánk korlátai ellen, nem pedig egy kényelmes függőség, amelyben lefejkhetünk, hogy várjanak ránk robotrabszolgáink.”²*

BEVEZETÉS

A világban tapasztalt sokkok erőteljesen formálhatják a gazdasági értékteremtés működését. A közvetlen hatások szempontjából normális időszakokban a globális értékláncokat érő feszültségek földrajzilag és/vagy szektorálisan koncentrálnak. Ezek később globális méretűvé válhatnak. Az újabb turbulenciák feltűnése azonban nehezítheti a helyreállítás folyamatát válságok esetén.

A rendszerszintű zavarok megjelenése felhívja a figyelmet a globális ellátási láncok kockázatára. Ha csak az elmúlt két év távlatát tekintjük, éghajlati események (extrém hideg tél Texasban, tajvani aszály), geo- és gazdaságpolitikai feszültségek (vámháború, orosz–ukrán konfliktus) és egyedi körülmények (koronavírus-világjárvány, a Szezei-csatorna eltorlaszolása, tüzeset egy német chipgyártó üzemben) is jelentkeztek, amelyek megakasztották az ellátási rendszereket és késleltetett helyreállást idéztek elő. A legnagyobb kockázatot az alkatrészhiány, a szállítási nehézségek (konténerhiány, megtelt konténerdepók, késett vagy törölt szállítás) és az iparági koncentráció okozták. Utóbbi azért, mert a K+F+I-re erősen támaszkodó iparágakban az értékteremtési tevékenységek erősen töredezték és az előállítás részfolyamat szerint koncentrálnak. A magas hozzáadott értékű feladatok jelentős részét az Amerikai Egyesült Államokban szakosodott vállalatok végzik. Az alacsonyabb hozzáadott értéket képviselő tevékenységeket Ázsiába szervezik ki. Ezek a turbulenciák egyre bizonytalanabb környezetet teremtettek, jelezve, hogy érdemes újragondolni a globális ellátási rendszereket.

¹ A rendelkezésre álló adatok alapján a tanulmány megállapításait, következtetéseit a szerző 2022. december 15-ei záródátum figyelembevételével tette. Az adatok frissítésének utolsó időpontja 2023. január 15.

² WIENER, Norbert: God & Golem, Inc. A Comment on Certain Points where Cybernetics Impinges on Religion. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1966. p. 69.
https://monoskop.org/images/1/1f/Wiener_Norbert_God_and_Golem_A_Comment_on_Certain_Points_where_Cybernetics_Impinges_on_Religion.pdf; letöltés: 2022.11.30.

A fennakadások kezelésére a gazdasági szereplők egyrészt *ad hoc* megoldásokkal (magasabb készletezés, új beszállítók felkutatása),³ másrészt innovációval válaszoltak. A K+F+I (kutatás-fejlesztés-innováció) az elmúlt néhány évtizedben egyébként is felgyorsult, de a világban tapasztalt extrém körülmények érezhetően felerősítették az ezekhez kapcsolódó folyamatokat. A korábbi lineáris információáramlás helyébe az ellátási láncokat felépítő tevékenységek közötti két- vagy többirányú adatáramlás lépett. Az automatizált ellátási láncokban az ipari robotok és a digitális, intelligens technológiák (Big Data, GPS, IoT, InControl, felhő, RFID, Blockchain stb.) is központi szerepet kaptak, amelyek lehetővé tették a végpontok közötti reakcióidő rövidítését és a folyamatok egyszerűsítését. A termelés hatékonyabbá tétele (kiszervezett gyártás) azonban bonyolította az ellátási láncok kezelését és a napi műveletek nyomon követését. Kiküszöbölésükre egyre elterjedtebbé vált, hogy a vállalatok erőforrás-tervezési, készletezéshatékonyosságnövelési, ügyfélkapcsolat-kezelő és anyagszükséglet-tervező rendszereket vesznek igénybe.⁴ Ennek a tanulmánynak azonban témája és terjedelmi korlátai sem teszik lehetővé, hogy mélyebb elemzést adjon az imént említett technológiák bemutatásáról, ezekről a tanulmánykötet egyéb fejezeteiben olvashatunk.

A tanulmány az automatizáció, a digitalizáció és a robotizáció szerepét vizsgálja a globális ellátási láncokban. Bemutatja, hogy (1) a szakirodalom hogyan vélekedik a DAR-technológiák (digitalizált-automatizált-robotizált) szerepéről a logisztikai folyamatok kontextusában. Továbbá, hogy (2) szükség van-e az ilyen típusú technológiák körüli gondolkodás megváltoztatására.

Ehhez elsőként a globális értékláncok jelenlegi helyzetét mutatja be. A logisztikai rendszerek rugalmasságát, kockázatait és az ezeket érő sokkokat. Majd az újabb technológiák munkaerőpiaci és makrogazdasági hatásait szemlélteti a globális termelésre vonatkozóan. Végül ismerteti a globális ellátási láncok jövőjét, kitérve az előnyök és a kockázatok értékelésére is. A tanulmány a vizsgálathoz témaspecifikus szakirodalmat és kontrollstatisztikákat használ fel.

Az elemzésben megfogalmazott állítások keretet nyújtanak, amely segítheti a szakpolitikai döntéshozókat és a globális ellátási láncokban szereplő vezetőket a jövőbeli döntéseik meghozatalakor.

A GLOBÁLIS ELLÁTÁSI LÁNCOK HELYZETE

A globális értéklánc az értékteremtés folyamatát (tervezés, K+F+I, előállítás, marketing, disztribúció, vásárlás utáni szolgáltatások, támogatás), míg a globális ellátási lánc az értékteremtés megszervezését (milyen vállalatok és mely országokban állítják elő végtermékhez szükséges köztes termékeket) szemlélteti. „Az ellátási láncokat nem

³ Global Supply Chains in Turbulence. In: Transition Report 2022-23, Business Unusual, EBRD, 2022. pp. 52–75.
<https://www.ebrd.com/transition-report-2022-23>; letöltés: 2023.01.04.

⁴ Jabil: From Pallets to Personalization: Intelligent Digital Supply Chain Trends.
<https://jabil.com/blog/from-pallets-to-personalization-the-evolution-of-the-intelligent-digital-supply-chain.html>; letöltés: 2022.10.16.

*szabad összetéveszteni az értékláncokkal. Az ellátási láncok meghatározott tevékenységeket nyújtó vállalatok olyan összekapcsolódó sorozata, amelyben mindegyik érintett szereplő tevékenysége a legvégső fogyasztó igényeinek kielégítését szolgálja. Azaz fogalmazhatunk úgy is, hogy az ellátási lánc a legvégső fogyasztói igény szempontjából egymáshoz kapcsolódó vállalatok, vállalati értékláncok sorozata...”*⁵

A globális értékláncokat a szakirodalom gyakran értékhalózatoknak nevezi, ugyanis az egyes értékteremtő szakaszok nem lineárisan, hanem hálózatban kapcsolódnak össze. Ebből azonban leképezhető egy végermék-láncolat, amelyben a végső termék előállítása nyomon követhető az egyes szakaszok mentén a tervezéstől az inputokon át egészen a végső fogyasztóig.⁶

Ugyan a globális ellátásban tapasztalt fennakadások a közelmúltban enyhültek, a koronavírus újabb hullámai és az orosz–ukrán konfliktus, illetve annak hatásai továbbra is növekvő kockázatokat hordoznak. Ezek következtében a termelési zavarok újra fennakadásokat eredményezhetnek az alkatrész-beszállításban, a szállítmányozásban, az elosztásban és az értékesítésben, ezek mellett a törések felerősödhetnek.

A 2019 végén elsőként Kínában bejelentett lezárások hatásai hamar begyűrűztek a világgazdaságba. A szállítás befagyasztása, a személyi szabadságot korlátozó intézkedések és a gyárleállások egyensúlyhiányt okoztak a világkereslet és a Kínából érkező termékek és szolgáltatások kínálata között. 2020 elejére a vírus szinte minden kontinensen megjelent, így a globális gazdaság lelassult. A negatív gazdasági hatások elsőként a kiskereskedelemben, a szolgáltatószektorokban, a vendéglátásban és a szállítmányozásban jelentkeztek. Számos üzlethelyiség, értékesítési lánc, vendéglátási egység (éttermek, szállodaláncok), utazásszervező, kulturális szolgáltatóvállalat (mozik, színházak), sportegyesület korlátozta vagy ideiglenesen felfüggesztette a működését. Ennek következtében a fogyasztás eltolódott a szolgáltatásoktól az áruk felé,⁷ és az online vásárlások soha nem látott szintekre emelkedtek. A háztartások a diszkrécionális kiadások jelentős részéből óvatossági megtakarításokat halmoztak fel. A személyszállítás – amely a távolsági és a helyközi, a közúti, a vasúti és a légi személyszállítást egyaránt magában foglalja – átmenetileg visszaesett vagy teljesen leállt. Az áru fuvarozás teljesítménye a szigorúbb határellenőrzések bevezetése, a feldolgozóipar lassulása, a

⁵ JUHÁSZ-DÓRA Katalin: Érték-konfigurálás a versenyelőnyért: értékláncok, érték-műhelyek és érték-hálózatok. In: CZAKÓ Erzsébet (szerk.): A globális értékláncok – elméleti alapok és számbavételi lehetőségek. 163. sz. Műhelytanulmány. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 2016. szeptember. pp. 18–26.

https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/2613/1/Nkzi_163.pdf; letöltés: 2022.12.02.

A koronavírus-járvány kitörése óta a tanulmányok jelentős része inkább a globális ellátással foglalkozott, tehát a különböző turbulenciák okozta megszakadásokat elemezte.

SERIC, Adnan – TONG, Yee Siong: What are global value chains and why do they matter? IAP, August 2019.

<https://iap.unido.org/articles/what-are-global-value-chains-and-why-do-they-matter>; letöltés: 2022.10.16.

⁶ STABELL, Charles B. – FJELDSTAD, Oystein D.: Configuring Value for Competitive Advantage: on Chains, Shops, and Networks. Strategic Management Journal, Volume 19, Issue 5, May 1998. pp. 413–437. <http://repository.wima.ac.id/id/eprint/1282/5/Lampiran.pdf>; letöltés: 2022.11.28.

⁷ Eurostat fogyasztás szerkezet szerinti adatok alapján az EU-s országok viszonylatában.

Eurostat: Final consumption aggregates by durability.

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_FCS__custom_4462273/default/table?lang=en; letöltés: 2022.01.04.

gyártás megrekedése és a nagykereskedelem részleges kiesése miatt visszaesett. A logisztikai hálózatok működését nehezítette a szállítóeszközök szűkössége, a konténer és a munkaerő hiánya, a kikötőkben tapasztalt torlódások. A beszállítói láncok megakadásával jelentős termelés kiesés főként a gyógyszeriparban, a járműveket, akkumulátorokat, valamint az egyéb elektronikai eszközöket gyártó ágazatokban következett be.⁸ A megrendelések sok esetben csökkentett mennyiségben, jelentős késéssel érkeztek meg vagy törölték azokat.

A háztartásoknál és a vállalatoknál jelentkező bevételkiesés kompenzálását a kormányok ösztönző támogatásokkal, kedvezményekkel igyekeztek megvalósítani. A hullámok közötti korlátozásra irányuló intézkedések feloldása pedig csak részleges megoldást jelentett a világgazdaság újraindulásában. A globális termelésben csak parciális visszarendeződést lehetett érzékelni a járvány előtti szinthez képest.⁹ A regenerálódást nagyban nehezítették az újabb lezárások, az egyedi esetek (extrém hideg Amerikában, tüzeset Japánban, aszály Tajvanon, a Szezei-csatorna eltömődése), valamint a termelési tényezők – mint a munkaerő, FDI beáramlása – szűkössége, a nyersanyag- és alkatrészhiány.¹⁰

A munkastruktúra átszerveződött és megnőtt a távmunkában töltött foglalkoztatottak száma. Az elektronikai alkatrészeket és cikkek gyártó ipar azonban nem tudott lépést tartani az átszerveződés hatásaként megjelenő extra kereslettel. Ezen felül egyéb feldolgozóipari termékeknel (élelmiszer, gyógyszer, vegyi anyagok, gépek, villamos berendezések) is jelentkezett egyfajta megnövekedett globális kereslet, ami nem párosult az áru kínálat azonos növekedésével. A kínálat kereslethez történő korrigálását a nyersanyagok, az alkatrészek, de különösen a félvezetők terén jelentkező hiány nehezítette.¹¹

Az orosz–ukrán konfliktus fokozta a koronavírus által generált bizonytalanságokat. A 2022. február 24-én kezdődött háború elsőként az árupiacon fejtette ki azonnali hatását, de annak eskalálódásával a negatív folyamatok a pénzüpiacokra is áterjedtek. Az árak emelkedése begyűrűzött a nyersanyagok, az energiahordozók és a mezőgazdasági termékek piacára, ami globális szinten emelte az inflációt a nemzetgazdaságokban. Tovább súlyosbította a problémát, hogy az orosz és az ukrán mezőgazdasági termékekre erősen támaszkodó élelmiszeriparban hiány lépett fel a lecsökkent kínálat miatt. A nyersanyagok (titán, palládium, nikkell, alumínium,

⁸ Saját számítások az Eurostat GDP termelés oldali dekompozíciója szerinti adatok alapján, az egyes ágazatok GDP-növekedés hozzájárulása szerint. A vizsgálatban a 2010–2019 közötti időszak és a koronavírus kezdetétől számított két év (2020–2021) került összehasonlításra az Európai Unió országaira vonatkozóan.

Eurostat: GDP and main components (output, expenditure and income).

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_GDP/default/table?lang=en&category=na10.nama10.nama_10_ma; letöltés: 2022.01.04.

⁹ Az OECD ipari termelésre vonatkozó adatai alapján.

¹⁰ KOVÁCS Eszter: A globális ellátási láncokat érő sokkok hatásai és a kockázatok értékelése. Magyar Közgazdasági Társaság – Fejlesztésgazdaságtani Szakosztály, 2022.04.25.

<https://fejlodegazdasagtan.hu/2022/04/25/a-globalis-ellatasi-lancokat-ero-sokkok-hatasai-es-a-kockazatok-ertekelese/>; letöltés: 2022.10.19.

¹¹ International Yearbook of Industrial Statistics 2022. UNIDO, 2022.10.10.

<https://stat.unido.org/content/publications/-international-yearbook-of-industrial-statistics-2022.jsessionid=6115678B9C48E2B7F35665E82FD74101>; letöltés: 2022.12.04.

platina, vas, ritkaföldfém-tartozékok, kénzármaszerek) szűkössége megakasztotta az előállítási folyamatokat, ezáltal újra megnőtt a termelési és a szállítási idő. Az energiahordozók (kőolaj, földgáz, szén) hiánya fokozta a kialakult feszültséget.¹² Mindezekből adódóan emelkedtek a piaci szereplők (háztartások fogyasztási kiadásai, vállalatok működési költségei, államháztartási kiadások) költségei, és az inflációs ráta továbbra is magas szinten tartózkodik.¹³

A legtöbb ellátási láncokat érintő zavar megfeleltethető a Sheffi és Rice¹⁴ által illusztrált korlátozott földrajzi kiterjedésű és idejű tipikus törési profilnak. Ezzel szemben a világjárványhoz, illetve az orosz–ukrán konfliktushoz köthető törés globális szintű, elhúzódó hatásokat generált a termelési láncokban, valamint jelentős megrázkódtatást okozott a logisztikai rendszerekben. A szállítási idő a járvány csúcspontjainak időszakában átlagosan több mint nyolcszorosára emelkedett a járvány kitörése előtti értékhez képest, ami azóta valamelyest mérséklődött.¹⁵ Az autópárhuzamban nem tapasztalható enyhülés a járvány kitörése óta, a várakozási idő elérheti a tizenkét hónapot is.¹⁶

A félvezetők esetén viszont megjelentek a csökkenés jelei, ezzel véget érhet a 2020. január óta tartó folyamatos növekedési periódus.¹⁷

A fuvar költségek¹⁸ a 2021. szeptemberi történelmi csúcstól óta mérséklődnek. A raktározási költségekben¹⁹ egyelőre nem látszik korrekció. A pandémia megjelenését követően a globális ellátási lánc súrlódás indexe (*Global Supply Chain Pressure Index – GSCPI*)²⁰ erőteljesen megugrott, ami arra utal, hogy az ellátási láncok töredezetté váltak. Az index 2020 végére nagyrészt visszatért a pandémia előtti trend közelébe. 2021 elejétől az index azonban a járvány újabb hulláma következtében drámai ütemben megugrott oly mértékben, hogy év végére történelmi csúcstól ért el (1. ábra).

¹² The impact on trade and development of the war in Ukraine. UNCTAD Rapid assessment, 2022.03.16. https://unctad.org/system/files/official-document/osginf2022d1_en.pdf; letöltés: 2022.12.16.

¹³ KOVÁCS Eszter: A globális ellátási láncokat érő sokkok hatásai és a kockázatok értékelése. Magyar Közgazdasági Társaság – Fejlesztésgazdaságtani Szakosztály, 2022.04.25.

¹⁴ SHEFFI, Yossi – RICE, James Blayne Jr.: A supply chain view of the resilient enterprise. MIT Sloan Management Review, Volume 47, Issue 1, September 2005. https://www.researchgate.net/publication/255599289_A_Supply_Chain_View_of_the_Resilient_Enterprise; letöltés: 2022.11.28.

¹⁵ ELIA, Stefano – FRATOCCHI, Luciano – BARBIERI, Paolo – BOFFELLI, Albachiara – KALCHSCHMIDT, Matteo: Post-pandemic reconfiguration from global to domestic and regional value chains: the role of industrial policies. Transnational Cooperations, Volume 28, Issue 2, 2021. pp. 67–96. https://unctad.org/system/files/non-official-document/diaeia2021d2a3_en.pdf; letöltés: 2023.01.06.

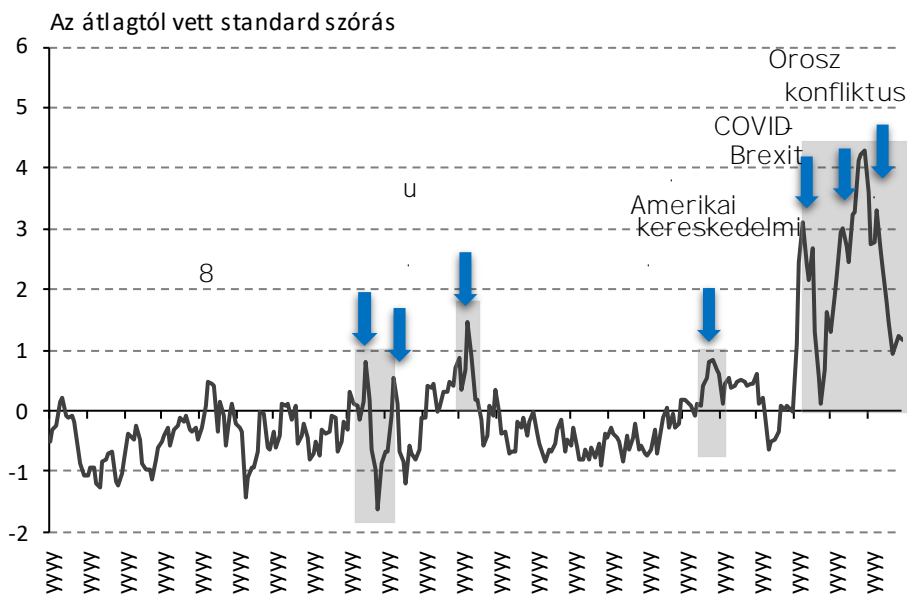
¹⁶ Nationwide: Understanding Delivery Lead Times. 2022.04.27. <https://nationwidevehiclecontracts.co.uk/guides/delivery/understanding-delivery-lead-times>; letöltés: 2023.01.10.

¹⁷ TURNER, Nick: Chip Delivery Times Shrink in Sign That Supply Crunch Is Easing. Bloomberg, 2022.10.17. <https://bloomberg.com/news/articles/2022-10-17/chip-delivery-times-shrink-in-sign-that-supply-crunch-is-easing>; letöltés: 2022.10.17.

¹⁸ Freightos Data: Freightos Baltic Index (FBX) – Global Container Freight Index. <https://fbx.freightos.com/>; letöltés: 2023.01.10.

¹⁹ TOSTEVIN, Paul: Global warehousing costs. Savills, July 2022. <https://savills.com/impacts/market-trends/global-warehousing-costs.html>; letöltés: 2022.10.10.

²⁰ Federal Reserve Bank of New York: Global Supply Chain Pressure Index (GSCPI). <https://newyorkfed.org/research/policy/gscpi/#/overview>; letöltés: 2023.01.10.



1. ábra. A globális ellátási lánc súrlódás indexének (GSCPI) alakulása²¹
Szerkesztette: Kovács Eszter a Federal Reserve Bank of New York adatai alapján²²

Az orosz–ukrán háború erősítette a súrlódásokat, de ezek javarészt 2022 végére mérséklődtek. A feszültségek enyhülésének további jele lehet, hogy az ellátás szakadozása és a szállítási nehézségek következtében megnövekedett félvezetőárak süllyedtek. A problémák tehát fokozatosan rendeződnek. A törések teljes oldódása azonban elhúzódhat, ugyanis az éghajlatváltozás, a geostratégiai feszültségek, az energiapolitikai válság és a járvány újabb hullámai is táplálhatják a meglévő sokkok fennmaradását.

A fenti folyamatok következményeként a világgazdaság termelésének aránya 0,7 százalékponttal csökkent a globális értékláncokban a 2007–2021 közötti időszakban.²³

²¹ Megjegyzés: A mutató 27 indikátor segítségével próbálja megragadni a globális ellátási láncokat érintő zavarok mértékét.

²² Federal Reserve Bank of New York: Global Supply Chain Pressure Index (GSCPI).

²³ OECD: Global value chains and trade.

<https://oecd.org/trade/topics/global-value-chains-and-trade/>; letöltés: 2023.01.10.

AZ INNOVATÍV TECHNOLÓGIÁK MEGJELENÉSÉNEK HATÁSELEMZÉSE – A ROBOTMUNKÁTÓL A MUNKAROBOTOKIG A DAR ELLÁTÁSI LÁNCOKBAN

A digitalizált-automatizált-robotizált (DAR) technológiák elterjedése minőségi és mennyiségi növekedést generál a világtermelésben. A globális ellátási láncok rövidülnek, miközben javul a folyamatok transzparenciája úgy, hogy az előállított termékek és szolgáltatások egyre komplexebbé válnak.

Az ellátási láncokat fejlesztő, átalakulásukat tápláló jelenségek közül az automatizált, digitalizált technológiák elterjedése kereslet és kínálat oldalon is egyre nagyobb prioritássá formálódott. A digitalizáció egy önmagát gerjesztő spirállá alakult, amely egyre nagyobb komfortot nyújt a termelőknek és a fogyasztóknak egyaránt. Az innovatív technológiák iránti igény kereslet oldali nyomást idéz elő, erre válaszként a termelői szektor erőteljesebb K+F+I-tevékenységgel lép fel. A már komplexsőbb termékek azonban újabb elvárásokat támasztanak az előállítók felé, akik további fejlesztéseket eszközölnek a kínálati oldalon.

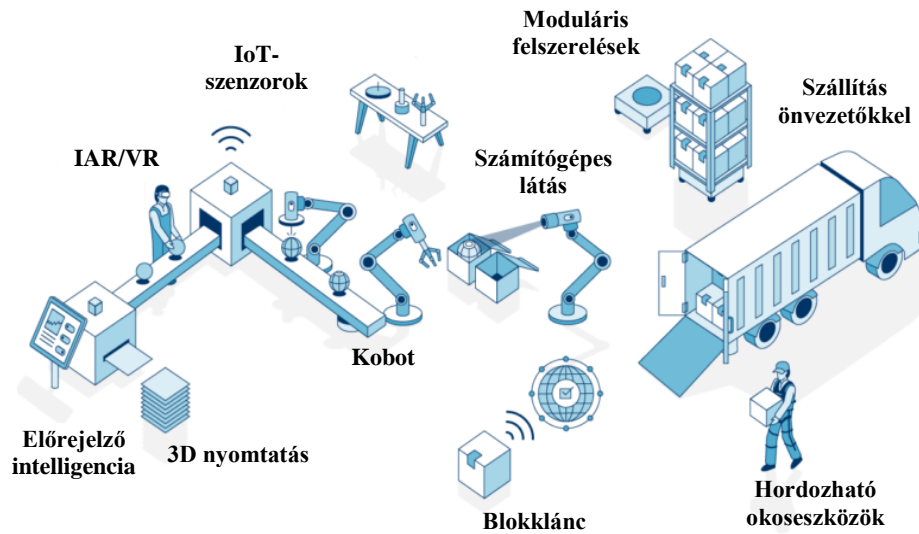
Az innovatív technológiák globális ellátási láncokba gyűrűzése megnyitja a lehetőséget a gyártási folyamat és elosztás szinte minden lépésének digitalizálására, automatizálására. Az önműködő nyersanyag-kiaknázástól az automatizált gyártáson, a robottesztüzemekben és az önvezetőkkel történő szállítmányozáson át az önvezérelt raktározásig. A DAR ellátási láncokban az emberi munkaerő és a ráfordítások háttérbe szorúlnak, elegendővé válhat a folyamatirányító rendszeren keresztüli ellenőrzés. Automatikus hibaelhárításra egyaránt lehetőség nyílik. Az ellátási láncok K+F+I-szakaszában a mesterséges intelligencia (MI) segíti a tudás egy helyen történő összegzését, az újabb megoldások létrehozását vagy a meglévők fejlesztését, valamint feltárja az emberi ötletekben fellelt rejtett hibákat, míg az IAR/VR vizualizálja az elképzeléseket. Az erőforrás-tervezéshez megoldást kínálnak a vállalatirányítási rendszerek. A beszerzést integrált szoftverek végzik. A gyártási folyamatokat hatékonyabbá teszik az emberi munkaerőhöz rendelt okoseszközök és az ipari robotok alkalmazása. A „lekapcsolt gyártás” potenciált teremt az emberi munka nélküli gyártásra. A digitális iker olyan szimulációkat hozhat létre, amelyek megjósolhatják a termelési folyamat teljesítményét.²⁴ A 3D nyomtatók segítenek a termékek személyre szabásában, kezelheti a változatosság iránti egyre nagyobb fogyasztói igényeket. A minőségbiztosítás során a számítógépes látás azonosítja a hiányosságokat és végrehajtja a visszahívásokat, ezáltal kiküszöböli a hibás termékek értékesítését. A szállítás az IoT, az AR és az önvezetők révén hatékonyabb, biztonságosabb lehet.²⁵ (2. ábra)

²⁴ CNC Media: A digitális ikerpiacok felemelkedése.

<https://cnc.hu/2022/02/a-digitalis-ikerpiacok-felemelkedese/>; letöltés: 2022.11.18.

²⁵ MURO, Mark – MAXIM, Robert – WHITON, Jacob: The robots are ready as the COVID-19 recession spreads. Brookings, 2020.03.24.

<https://brookings.edu/blog/theavenue/2020/03/24/the-robots-are-ready-as-the-covid-19-recession-spreads/>; letöltés: 2022.12.15.



2. ábra. A DAR-technológiák szerepe az ellátási láncok működésében²⁶
Szerkesztette: Kovács Eszter a CB Insights²⁷ alapján

Munkaerőpiaci hatások

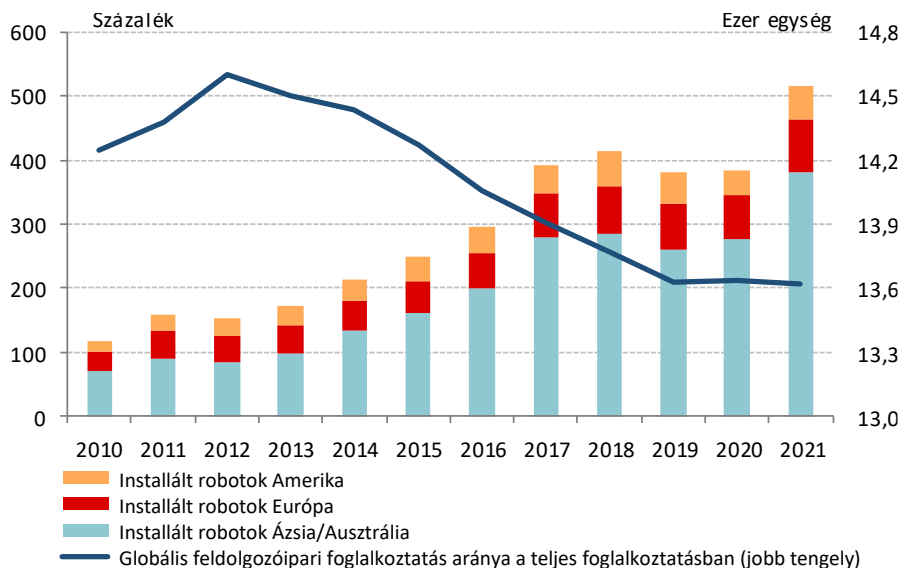
Az automatizált, mesterséges intelligenciával vezérelt gépek, eszközök a fizikai és a szellemi munkavégzést is felválthatják, ami megoldást jelenthet a feldolgozóiparban tapasztalt növekvő globális munkaerőhiányra.

Általános tendenciaként azonosítható, hogy egyre zsugorodik a globális feldolgozóipari foglalkoztatás.²⁸ Már az elmúlt tíz év távlatában is megfigyelhető, hogy a feldolgozóipari foglalkoztatottak aránya globális szinten süllyedt a teljes foglalkoztatáshoz képest. Ezzel párhuzamosan megnőtt az újonnan installált ipari robotok száma. 2010–2021 között több mint ötszörösére nőttek az ázsiai telepítések, de Európa és Amerika is megduplázta az újonnan installált robotok számát. (3. ábra)

²⁶ Megjegyzés: sematikus alak.

²⁷ CB Insights: The Future of the Factory: How technology is transforming manufacturing. 2022.03.16. <https://cbinsights.com/research/future-factory-manufacturing-tech-trends/>; letöltés: 2022.11.05.

²⁸ Az ILOSTAT és a nemzeti statisztikai hivatalok adatai alapján a globális feldolgozóipari kibocsátásban legnagyobb súlyt képviselő országok (Kína, Amerikai Egyesült Államok, Japán, India, Dél-Korea, az EU27, Egyesült Királyság, Indonézia, Banglades) tekintetében 1990–2021 között. A toposzágok a feldolgozóipar GDP-ben megjelenő súlya szerint kerültek meghatározásra 2018-ra vonatkozóan. ILOSTAT: Employees by economic activity and occupation (thousands) | Annual. <https://ilostat.ilo.org/topics/employment/>; letöltés: 2023.01.02.



3. ábra. A feldolgozóipari foglalkoztatottak aránya a teljes foglalkoztatásban és az újonnan installált ipari robotok alakulása
Szerkesztette: Kovács Eszter az ILOSTAT²⁹ és a World Robotics³⁰ adatai alapján

A járvány időszakában a foglalkoztatásban bekövetkezett némi stagnálás, a robotok száma azonban 2021-ben ugrásszerűen megnőtt. A legnagyobb emelkedés Ázsiában/Ausztráliában (37,5%) volt tapasztalható, de Amerika és Európa is 20% feletti növekedést produkált éves összevetésben. (3. ábra)

A feldolgozóiparban tapasztalt munkaerőhiányt az is igazolja, hogy a betöltetlen álláshelyek száma tendenciózusan növekszik.³¹ A „munkás generációs korosztályok” nyugdíjba vonulnak, az újabb munkaerő pótlása szűk keresztmetszetet teremt főként a szakképzettséghez köthető kihívások miatt. A jelenséget tovább nehezíti a társadalmi öregedés, az alacsony születési ráta és az általános népességsökkenés. A foglalkoztatási kihívásra megoldást nyújthat, hogy a méretgazdaságossági előnyök miatt a kibocsátás nagyobb termelékenységére révén kevesebb munkaerőre van szükség azonos termeléshez.³²

²⁹ ILOSTAT: Manufacturing employment as a proportion of total employment (%) | Annual. <https://ilostat.ilo.org/data/#>; letöltés: 2023.01.02.

³⁰ World Robotics: Executive Summary World Robotics 2022 Industrial Robots. https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_2022.pdf; letöltés: 2022.12.15.

³¹ A megfigyelés az üres álláshelyek alakulására vonatkozik 2000–2021 között az EU27 országokban. Eurostat: Job vacancy rate by NACE Rev. 2 activity – annual data. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/JVS_Q_NACE2/default/table?lang=en; letöltés: 2022.01.04.

³² Robots and the Economy. The Role of Automation in Driving Productivity Growth. Investment Research SelectUSA, 2020. <https://www.trade.gov/sites/default/files/2022-08/SelectUSAAutomationReport2020.pdf>; letöltés: 2022.12.14.

Ezt alátámasztja, hogy a feldolgozóipar hozzáadott értéke a globális kibocsátás 16%-a³³ körül maradt a csökkenő foglalkoztatási szint ellenére. Másrészt a technológiai befektetések kivonják az emberi munka szerepét és ennek helyébe automatizált eszközök és berendezések lépnek. Míg az *információ, kommunikáció* vagy a *pénzügy, biztosítási tevékenység* ágazatokban magas, addig a feldolgozóipari ágazatban közepes a digitalizáltság szintje,³⁴ ezáltal van mozgástér az intelligens gyárakhoz köthető beruházások megvalósítására.

További probléma a szakképzett munkaerőhiány pótlása, ugyanis a megfelelő képesséssel rendelkező fiatalabb munkavállalók száma nem tudja helyettesíteni a nyugdíjba menő foglalkoztatottak számát. Másrészt a gyártás műszaki igényei megnöttek, ami megnehezíti a megfelelő ismeretekkel rendelkező munkaerő felvételét, ezért egyre több képzésre van szükség az új eszközök kezelésének betanításához. A munkavállalóknak sokkal képzetebbeknek kell lenniük most, mint a múltban.

Reálgazdasági hatások

A DAR alkalmazása révén az új technológiák kiaknázása növelheti a termelési kapacitásokat, miközben minőségi javulást is előidéz az értékteremtési folyamatban. Az innovatív eszközök gyors, hatékony, önálló munkavégzésre képesek. Nem fáradnak el, így emelkedik az üzemidő, miközben nem romlik a minőség. Mivel elenyésző a hibaarány a teljes kibocsátásban, a hibás termékek előállítására felhasznált alapanyagok mennyisége is alacsony. A digitalizált és automatizált, akár robotokkal végrehajtott termelés hosszú távon csökkenti a termelési költségeket.

Kereslet oldali hatások

Tendenciózus váltás alakulhat ki a hagyományos technológiát felhasználó ellátási egységekről az innovatív eszközöket alkalmazókra, másrészt növekvő igény mutatkozik a gyártás visszahelyezésére a fokozódó verseny, az ellátási láncokban tapasztalt kockázatok és a külföldi országoktól való függés csökkentése nyomán.

A gazdasági szereplők az előállítás során a globális gyártásban elért minél nagyobb részesedésre törekednek. Hosszú időn át a költségminimalizálást, a bevételmaximalizálást, illetve a hatékonyságot jelölték meg prioritásként, ezért az előállítás helyének megválasztását az alacsony munkaerőköltség hajtotta. A termelést a vállalatok főként ázsiai gyárakba költöztették.³⁵ A későbbi, a gazdasági szereplők felől érkező elvárások bekacsolták a fenntarthatóságot, a felelős iparosítást és a társadalmi felelősségvállalást is. Elkezdődött az olyan előállítás, amelynek során csökkentett vízmennyiséget és energiát használnak fel, emellett kevesebb hulladék és szén-dioxid-kibocsátás keletkezik. A fokozódó verseny, a világgazdaságban tapasztalt

³³ OECD: Industrial production. <https://data.oecd.org/industry/industrial-production.htm>; letöltés: 2022.11.05.

³⁴ McKinsey Global Institute: The MGI Industry Digitization Index. <https://geospatial.blogs.com/.a/6a00d83476d35153ef01b7c8dcc0b9970b-popup>; letöltés: 2022.11.05.

³⁵ A németországi cégek 81%-a rendelkezik valamilyen formában kínai beszállítóval. Deutsche Manager: Jeder Fünfte hat Angst vor Produktionsstillständen. Klöpffel Consulting, 2020.02.11. <https://www.kloepffel-consulting.com/presse/pressemitteilungen/deutsche-manager-jeder-fuenfte-hat-angst-vor-produktionsstillstaenden-39187/>; letöltés: 2022.11.18.

gyakori kilengések és a változó fogyasztói igények újabb mérföldkövet jelentettek. A szállítási kockázatok, az alkatrészhiány, a beszerzés akadozása és a munkaerőhiány felerősödtek. A fogyasztói elvárások itértáltak a minél magasabb minőségű, innovatív, egyedi termékek felé. A vevők a megvásárolt termékek és szolgáltatások gyorsabb elérését preferálják, továbbá megjelent az igény az ezekhez kapcsolódó hatékonyabb nyomon követésre és személyre szabásra.

Már a milleniumi és a Z generációs fogyasztók elvárásai is jóval magasabbak a minél fejlettebb, innovatívabb elektronikai termékek iránt, mint az ezeket megelőző generációknál. Másrészt az azonos generációknál tapasztalt megnövekedett elvárások még magasabb követelményeket támasztanak az idő előrehaladtával. A generációváltás pedig felgyorsítja az egyre automatizáltabb eszközök iránti igényt.³⁶ Ezek összességében emelkedett kockázatot és többletköltséget jelentenek a gyártók számára, ezért megnőtt az igény a DAR technológiai befektetések felkutatására, bővítésére. Ahogyan a magas technológia megfizethetőbbé és elérhetőbbé válik, nagyobb az újabb, innovatív eszközökbe történő befektetés és a tengerentúli gyártás visszaszervezésének motivációja.

Kínálat oldali hatások

Az új technológiák beépítése és a visszatelepítés a magasabb munkaerőköltségek és a kezdeti nagyobb ráfordítások mellett is növeli a gyártás során alkalmazott tényezők (munka, tőke, föld) termelékenységét, így a kibocsátás hosszú távon gazdaságosabbá, hatékonyabbá, testreszabottabbá, modulárisabbá, automatizáltabbá válik. Emellett segítséget nyújthat a hulladék- és vízgazdálkodásban, valamint a dekarbonizációban, ezáltal csökkenti a vállalatok ökológia lábnyomát a globális termelési láncokban.

A fokozódó piaci verseny és a fogyasztói igények kielégítése következtében a kínált termékek és szolgáltatások egyre kifinomultabbá, összetettebbé váltak, és ez a trend nemcsak a bonyolultabb rendszerekre (vezeték nélküli hálózatok elterjedése, mikroszenzoros technológia stb.) vonatkozik, hanem az egyszerű eszközök (automaták) is jóval intelligensebbé váltak, mint az egy évtizeddel korábbi elődeik.

Az alapttechnológiák mellett digitális gyártási modellek is rendelkezésre állnak a gyártók részére. A technológia lehetővé teszi a folyamatok streamelését a felhőn keresztül, így a tervezéstől a gyártás végéig minden részfolyamat valós időben nyomon követhető a világ bármely pontjáról.

A feldolgozóipari munkapiacon a fejlettebb technológia integrálása kiválthatja az emberi munkaerőt. Ez rövid távon magasabb egységköltségeket, hosszú távon azonban költségmegtakarítást eredményezhet.

³⁶ Jabil: From Pallets to Personalization: Intelligent Digital Supply Chain Trends.
<https://jabil.com/blog/from-pallets-to-personalization-the-evolution-of-the-intelligent-digital-supply-chain.html>; letöltés: 2022.10.16.

Az ipari és a kiszolgáló robotok³⁷ által végzett munkafolyamatoknál megugró termelésnövekedés azonban már rövid távon is emelkedett bevétel-tömeget generálhat, hosszú távon megduplázza a bevételt.³⁸ Az innováció révén csökken a gyártási idő és a hibaarány, míg nő a termékminőség, a munkaerő termelékenysége és a termelési kapacitás. Összességében a robotállomány 10%-os növekedése 1,2%-os minőségi javulást eredményez a fejlődő és a fejlett országot átlagát tekintve.³⁹

Az előállítási költségek csökkentéséhez az úgynevezett *lekapcsolt gyárak*⁴⁰ is hozzájárulhatnak. Ez olyan automatizált, robotokra áterhelhet munkavégzést tesz lehetővé, ahol az ipari robotok világítás és a megfelelő, munkához szükséges belső hőmérséklet biztosítása nélkül dolgozhatnak emberi jelenlét igénye nélkül. Ezáltal csökkennek a termelési költségek (munkaerőköltség, rezsidíjak).

A DAR-technológiák révén a termelés fenntarthatóvá tehető, ugyanis a nap-, szél- és vízerőművek segítségével előállított elektromos áram nullára redukálhatja a széndioxid-kibocsátást. Az anyagok újrahasznosításával csökkenhet a hulladéktermelés. Az okosrendszerek hatékonyan mérséklék a gyártás során felhasznált víz mennyiségét.

A GLOBÁLIS ELLÁTÁSI LÁNCOK JÖVŐJE

Az automatizáció nem lineáris módon, hanem három, egymással átfedő szakaszban valósulhat meg világszerte. Az algoritmikus (egyszerű számítási feladatok automatizálása, strukturált adatok elemzése) a 2020-as évek elejére, a növekedési (robotokkal vezérelt folyamatok félig önvezérelt környezetben) a 2020-as végére, és az önrendelkező (fizikai munka kiváltása komplex folyamatokban és automatikus problémamegoldás) a 2030-as évek végére már kiteljesedhet.⁴¹

³⁷ „Az ipari robotok olyan robotok, amelyek használhatóak ipari automatizálási folyamatokra, míg a kiszolgáló robotok hasznos feladatokat látnak el emberek vagy berendezések számára, kivéve az ipari automatizálásra való alkalmazást.” Két típusát különböztetjük meg: a professzionális kiszolgáló robotok például a diagnosztikában, az ételkészítésben, az építkezésben vagy a földművelésben, míg a személyes kiszolgáló robotok a takarításban vagy a kertészkedésben nyújtanak segítséget.

ISO 8373:2021: Robotics – Vocabulary.

<https://iso.org/standard/75539.html>; letöltés: 2022.10.23.

³⁸ Universal Robots: Impact of Robotics in Manufacturing. 2022.11.15.

<https://universal-robots.com/in/blog/impact-of-robotics/>; letöltés: 2022.11.23.

³⁹ Az országok státusza a World Bank kategorizálása szerint került meghatározásra.

DEESTEFANO, Timothy – TIMMIS, Jonathan: This is how robots can improve the quality of exports. World Economic Forum, 2021.11.14.

<https://weforum.org/agenda/2021/11/robots-and-export-quality-automation-manufacturing-ai>; letöltés: 2022.11.05.

⁴⁰ CB Insights: The Future of the Factory: How technology is transforming manufacturing. 2022.03.16.

<https://cbinsights.com/research/future-factory-manufacturing-tech-trends/>; letöltés: 2022.11.05.

⁴¹ HAWKSWORTH, John – BERRIMAN, Richard – GOEL, Saloni: Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long-term impact of automation. PricewaterhouseCoopers, 2018.

https://pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf; letöltés: 2022.11.03.

Előnyök és kockázatok értékelése

A gyártók/szolgáltatók egyre inkább a globális piacok számára fejlesztenek és értékesítenek, amelyek a folyamatosan fejlődő közlekedési, kommunikációs és informatikai rendszereknek köszönhetően ma a világ bármely pontjáról szerződhetnek beszállítókat. Elérhetnek alacsonyabb költségű munkaerőt, emiatt az előállítás gyakran harmadik országban végződik.

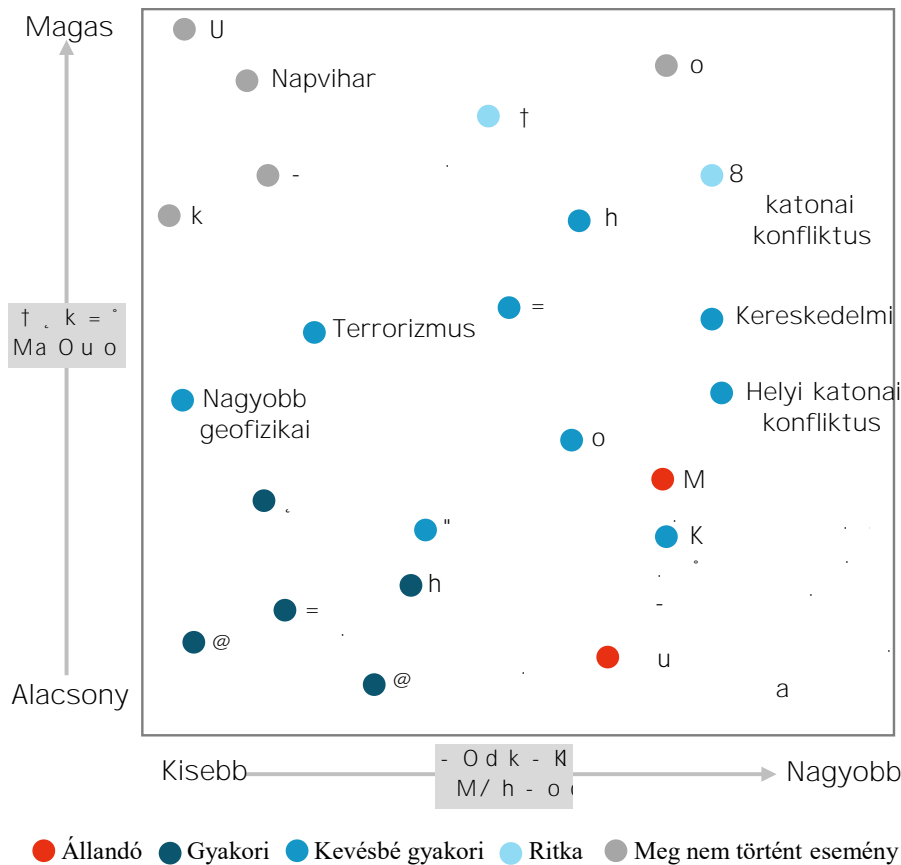
Valamennyi termelési struktúra kockázatot hordoz, a külföldi inputok beszerzése és a kiszervezett gyártás azonban az idegen sokkok bejutását eredményezheti, és a hazai tevékenységek sebezhetővé válhatnak. A kapcsolódás a globális ellátási láncokba nagyobb piaci differenciálódást indukál, ami enyhíti a lokálisan létrejött válságokat, de növeli a kitettséget a globális sokkhatásoknak.⁴² Válsághelyzetben a globális ellátási láncok megszakadhatnak, ezáltal a termelési folyamatok bizonytalan ideig késhetnek.

Leginkább a termelési tényezők hiánya és a klímaváltozás jelent állandó kockázatot, de ezek előrejelezhetősége miatt az okozott költségek mérsékelhetők. A geopolitikai konfliktusok vagy a természeti csapások általánosságban ezeknél már nagyobb kiadást generálnak. Míg előbbire van, utóbbira javarészt nincs lehetőség a előrejelzésre. A legkisebb kockázata az űrből érkező katasztrófáknak van, ezek bekövetkezése azonban rendkívül magas költségekkel jár globális szinten. (4. ábra)

Ha egy bekövetkező zavar stratégiai iparágakat érint, akkor a nemzetgazdaságok önellátása veszélybe kerülhet. Az élelmiszeripari fennakadások kockáztatják az alapvető szükségletek kielégítését. A gyógyszeripari előállítás megakadása az egészségi állapot javulását veszélyezteti.

Az országspecifikus körülmények és a kockázattűrési mérlegelése kulcsfontosságú a globális ellátási láncokba kapcsolódás mértékének megválasztásakor. Végül soron ez határozza meg a kínált termékek és szolgáltatások körét a fogyasztó számára. Ez lehet széles skálájú is, de állhat hiánycikkekből is.

⁴² BALDWIN, Richard – FREEMAN, Rebecca: Staff Working Paper No. 942: Risks and global supply chains: what we know and what we need to know. Bank of England, September 2021. <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/working-paper/2021/risks-and-global-supply-chains-what-we-know-and-what-we-need-to-know.pdf>; letöltés: 2022.10.26.
KOVÁCS Eszter: A globális ellátási láncokat érő sokkok hatásai és a kockázatok értékelése. Magyar Közgazdasági Társaság – Fejlesztésgazdaságtani Szakosztály, 2022.04.25.



4. ábra. A globális ellátási láncok kockázati térképe⁴³
 Szerkesztette: Kovács Eszter a GRMI,⁴⁴ a McKinsey,⁴⁵ a Miroudot,⁴⁶ a Moody's⁴⁷
 és a Shih⁴⁸ ajánlása alapján

⁴³ Megjegyzés: sematikus alak. Gyakori esemény, ami nagyjából 5 évente vagy ennél kisebb időtávon következik be. A kevésbé gyakori jelenség körülbelül 10–20 évente, míg a ritka esemény tíz vagy ennél kevesebbszer fordult elő az újkorban. Meg nem történt esemény, ami egyáltalán nem, vagy a modern korban nem következett be.

⁴⁴ Global Risk Management Institute: Risks in Global Supply Chain.

<https://grm.institute/blog/global-supply-chain-risks/>; letöltés: 2022.11.13.

⁴⁵ LUND, Susan – MANYIKA, James – WOETZEL, Jonathan – BARRIBALL, Edward – KRISHNAN, Mekala – ALICKE, Knut – BIRSHAN, Michael – GEORGE, Katy – SMIT, Sven – SWAN, Daniel – HUTZLER, Kyle: Risk, resilience, and rebalancing in global value chains. McKinsey Global Institute, August 2020.

<https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/risk-resilience-and-rebalancing-in-global-value-chains>; letöltés: 2022.11.15.

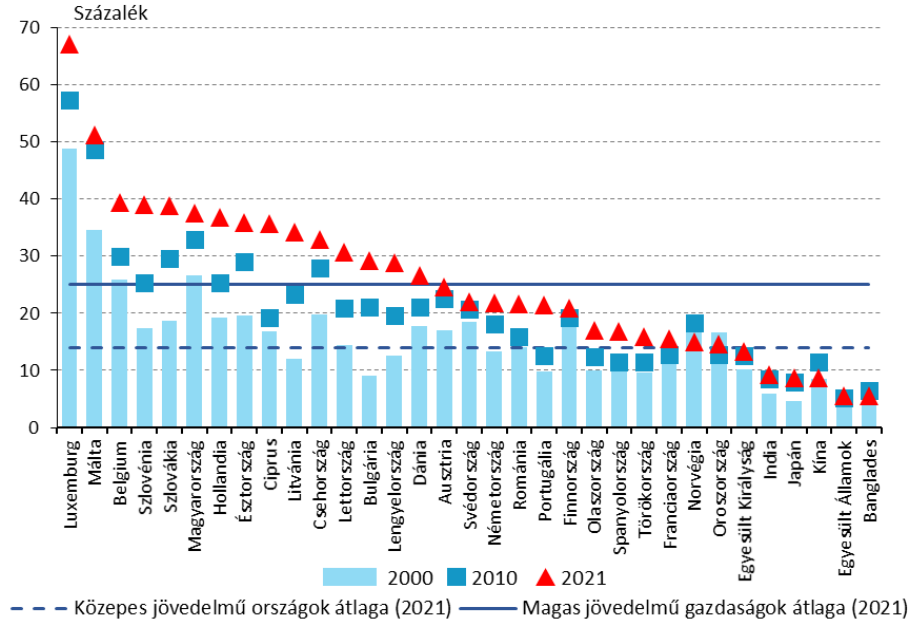
⁴⁶ MIROUDOT, Sébastien: Resilience versus robustness in global value chains: Some policy implications. CEPR, 2020.06.18.

<https://cepr.org/voxeu/columns/resilience-versus-robustness-global-value-chains-some-policy-implications>;
 letöltés: 2022.12.10.

⁴⁷ Moody's Analytics: The Top 10 Supply Chain Risks That Companies Face. October 2022.

<https://moodyanalytics.com/articles/2022/the-top-10-supply-chain-risks-that-companies-face>;
 letöltés: 2022.11.13.

A globális ellátási láncokban való részvétel nagysága meghatározza a sérülékenység mértékét. Azok az országok, amelyek a teljes kibocsátásuk nagy részét a globális értékfolyamatokhoz kapcsolódó tevékenységekből származtatják, jobban kitettek a külső sokkoknak, mint azok, amelyeknek alacsonyabb az ilyen típusú folyamatokhoz köthető termelési rátája. Az elmúlt húsz év távlatában Litvániában nőtt (+22,3 százalékpont) a legnagyobb mértékben a globális előállítási láncokhoz kapcsolódó kibocsátás a teljes kibocsátás arányában. Ennek ellenére 34,3% ez az arány 2021-ben, amellyel az ország a globális rangsor első harmadában foglal helyet. (5. ábra)



5. ábra. A globális ellátási láncokhoz kapcsolódó kibocsátás a teljes kibocsátás arányában⁴⁹
Szerkesztette Kovács Eszter a World Bank's World Integrated Trade Solution (WITS)⁵⁰ adatai alapján

⁴⁸ SHIH, Willy C.: Are the Risks of Global Supply Chains Starting to Outweigh the Rewards? Harvard Business Review, 2022.03.21.

<https://hbr.org/2022/03/are-the-risks-of-global-supply-chains-starting-to-outweigh-the-rewards>;
letöltés: 2022.12.02.

⁴⁹ Megjegyzés: magas jövedelmű gazdaságok: Amerikai Egyesült Államok, Ausztrália, Ausztria, Belgium, Ciprus, Csehország, Dánia, Egyesült Királyság, Észtország, Franciaország, Finnország, Hollandia, Japán, Lengyelország, Lettország, Litvánia, Luxemburg, Magyarország, Málta, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Románia, Spanyolország, Svédország, Szlovákia, Szlovénia. Közepes jövedelmű országok közül felső közepes jövedelműek: Bulgária, Kína, Oroszország, Törökország, alsó közepes jövedelmű: Banglades a World Bank⁴⁹ kategorizálás alapján.

⁵⁰ World Integrated Trade Solution (WITS): GVC Data Visualization.
<https://wits.worldbank.org/gvc/gvc-data-visualization.html>; letöltés: 2023.01.04.

A legnagyobb mértékű kitétség Luxemburg (+67,2%), Málta (+51,2%) és Belgium (+39,4%) esetén diagnosztizálható, míg Kína (+8,7%), az Amerikai Egyesült Államok (+5,6%) és Banglades (+5,5%) bizonyulhat a legellenállóbbnak a ragsor alapján. A vizsgált gazdaságok közel felének nagyobb a kibocsátási aránya a magas jövedelműek átlagánál, míg a közepes jövedelműekhez viszonyítva nagyjából kétharmadának a termelése volt az átlag felett 2021-ben.

Az ellátási láncok megújítása azonban pozitív irányú hatásokat generálhat. A strukturálatlan, hatalmas mennyiségű adathalmaz feldolgozása és ebből a releváns adatok kiszűrése jelenleg kihívást jelent, mert az összetett folyamatok nem egyszerűsíthetők le. A DAR-technológiák bevezetése segíthet az adatok értékelésében, és az elemzések révén hatékonyabban válik kezelhetővé az információ. Továbbá az innovatív megoldások lehetőséget teremtenek arra, hogy a vezetők a kritikus döntések meghozatalára és a fejlesztések végrehajtására koncentrálhassanak, míg a tipikus folyamatokat rendszerek detektálnák és elemeznék az ellátási láncban.⁵¹

Az ellátási lánc digitális átalakítása lényegében egy központi rendszerbe integrálja a vállalat beszerzési, tervezési és logisztikai folyamatait, ezáltal a lánc minden része egységesebbé, gyorsabbá, transzparenssebbé válik. Hagyományos ellátási lánc-modellben előfordulhat, hogy alkatrészhiány esetén a beszállítóknak létre kell hozniuk egy listát, amit el kell küldeniük a vevőknek. Az automatizált rendszerek ezt a listát összeállíthatják emberi behatás nélkül és továbbíthatják a vásárlók részére. Az intelligens, digitális láncokban a DAR-rendszerek már a termék/szolgáltatás korai életciklusában is felmérnek a kockázatokat, és azok mérséklését az azonnali reakció révén gyorsabban, hatékonyabban végrehajtják. A termelési szakaszban a részfolyamatokat összesítő programok pontos előrejelzést adhatnak azok előrehaladásáról. A gyártás során előre jelezhető az amortizálódott alkatrészek cseréjének ideje. Továbbá fellelhetőek a kockázatok, amelyek alapján az intelligens rendszerek képesek a szállítás menetének megtervezésére és a disztribúcióra. Ezek a dinamikus rendszerek hozzáférést biztosítanak a valós idejű adatokhoz az ellátási folyamat minden egységében, és összeállítják a vállalat bevétel- és költségelemzését minden időpillanatra vonatkozóan, miközben megvalósul a folyamatos összekapcsoltság és átláthatóság. Az innovatív technológiák összességében felgyorsítanak az előállító–fogyasztó közötti átfutási időt is.

ÖSSZEGZÉS, KITEKINTÉS

Az elmúlt néhány évben az ellátási láncokban tapasztalt erőteljes sokk hullámok rávilágítottak a reziliencia fontosságára. A bizonytalanságok növekedése felhívta arra a figyelmet, hogy szükség van az értékfolyamatok újratervezésére, átstrukturálására.

⁵¹ Jabil: From Pallets to Personalization: Intelligent Digital Supply Chain Trends. <https://jabil.com/blog/from-pallets-to-personalization-the-evolution-of-the-intelligent-digital-supply-chain.html>; letöltés: 2022.10.16.
Az önzetű autók mögött húzódo elgondolás is hasonló elvre épül.

Az értékláncokban jelentkező sűrűlódások végleges megszűnésére nincs optimális és egységes módszer, de kulcsfontosságú az egyszerűsítés és a rugalmasság. Hosszú távú átalakítással csökkenthetők az ellátási folyamatok sérülékenységei, miközben ellenálló képességük növekszik. Ez a fajta szemléletmód jelentheti a logisztikai tevékenységek automatizálását, a digitalizációba való befektetések minél nagyobb bevonását. Másrészt Ázsia szerepének csökkentését. A termelés visszaszervezése révén lokálisabbá válik a beszerzés, az iparági koncentráció mérséklése diverzifikálja az ellátási bázist. A jövő számára a legnagyobb tanulságok közül néhány az új vezetői gondolkodásra összpontosít. Az információáramlás gyorsasága, hatékonyságának javítása, a reakcióidő rövidítése és az üzleti modellek újrakalibrálása hozzájárulhatnak az üzletmenet-folytonosság nagyobb stabilitásához.⁵²

Bár az intelligens digitális ellátási láncok nem képesek kiküszöbölni a kockázatokat, viszont jelzik azokat oly módon, hogy segítenek a vállalatok költségcsökkentésében, előrejelzik a gyártási folyamat során bekövetkező hibákat, torlódásokat. Továbbá azonosítják a kapacitáskorlátokat, jelzik az inpathiányt. Ez a fajta képesség nemcsak megjelöli a potenciális kockázatokat, de arra is rámutat, hogy mi okozza azokat.

A külföldi termelés hazahívása, a külföldi beszállítók számának növelése a nagyobb diverzifikáció révén, azok láthatósága, a termékkála növelése és többletkészlet felhalmozása segíthetnek az átmeneti turbulenciák kezelésében és csökkenthetik a globális sűrűlódásoknak való kitettséget.⁵³ Végül a globális ösztönzők és a munkaerő továbbképzése növelhetik a vállalati hatékonyságot.

Míg a vállalati döntések hozzájárulhatnak az értékláncok rugalmasságának erősítéséhez, addig a szakpolitikai környezet segíthet a globális zavarok mérséklésében. Az állami infrastrukturális beruházások kritikus fontosságúak, főként a kereskedelmi csomópontokkal rendelkező országokban, hiszen ez enyhítheti a logisztikához kapcsolódó ellátási zavarokat. Továbbá a DAR-technológiák kiaknázása hozzájárulhat a kibocsátás növekedéséhez és ezáltal az ország jólétének növeléséhez.

A nagyobb gazdaságok közül Kína, Japán, Dél-Korea, az Európai Unió, Németország és az Amerikai Egyesült Államok már befektetett robotikai kutatás-fejlesztési programokba.⁵⁴

⁵² KOVÁCS Eszter: A globális ellátási láncokat érő sokkok hatásai és a kockázatok értékelése. Magyar Közgazdasági Társaság – Fejlesztésgazdaságtani Szakosztály, 2022.04.25.

⁵³ CERDEIRO, Diego A. – HANSEN, Niels-Jacob H.: The Stretch of Supply Chains. IMF, June 2022. <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2022/06/the-stretch-of-supply-chains-B2B>; letöltés: 2022.11.19.

⁵⁴ World Robotics R&D Programs. IFR Information Paper, December 2022. https://ifr.org/downloads/papers/Executive_Summary_-_World_Robotics_RD_Programs_V03.pdf; letöltés: 2023.01.08.
Robotics Research: How Asia, Europe and America Invest – Global Report 2023. IFR, 2023.01.12. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robotics-research-how-asia-europe-and-america-invest>; letöltés: 2023.01.14.

Kínában a 2021-ben elfogadott *14. ötéves terv* egyik esszenciális célkitűzése, hogy az ország vezető szerepet töltsön be a globális robottechnológiában és az ipari fejlődésben.⁵⁵ Emellett 2022-ben elindult az *Intelligens Robotok* kiemelt program, amely 43,5 millió dollárnak megfelelő kormányzati támogatásban részesült.

Japán az *Új Robot Stratégiával* azt a célt tűzte ki, hogy a világ első robotinnovációs központjává váljon a feldolgozóiparban, az egészségügyben, az infrastrukturális fejlesztések és a mezőgazdaság terén. A kormány 930,5 millió dollár értékű összeget nyújtott a program megvalósítására. A *Moonshot Kutatási és Fejlesztési Program* a robotikával kapcsolatos projektek megvalósítását támogatja, amelyre 440 millió dollárnak megfelelő összeget különítettek el a költségvetésben. Japán a globális robotkínálat 45%-át képviselte, ezzel az első számú robotgyártó volt 2021-ben.⁵⁶

Dél-Koreában az *Intelligens Robotok fejlesztését célzó 3. terv* arra törekszik, hogy a robotgyártás kulcsfontosságú iparágga váljon az országban. A programra a kormány 172,2 millió dollárnyi összeget különített el, a *Speciális célú pilóta vagy pilóta nélküli légi járművek teljes léptékű tesztplatform-projekt* megvalósítására 7,41 millió dollárnyit.⁵⁷

Az Európai Unió *Horizont Európa* kezdeményezése egy kulcsfontosságú kutatási és innovációs keretprogram, amelynek legfontosabb célja a tudományos és a technológiai alapok megerősítése. A robotikával kapcsolatos munkaprogramhoz az Európai Bizottság 198,5 millió dollárnyi támogatást biztosít.⁵⁸

Németországban a kormány 345 millió dollárnak megfelelő összeget különít el a *High-Tech Stratégia 2025* programra, amelynek célja a technológiai újítások megjelenítése a társadalomban és a munkahelyeken.

A *Nemzeti Robot Kezdeményezés (National Robotics Initiative – NRI)* célja a robotikai kutatás-fejlesztés az akadémikusok, a kormány, az ipar és a nonprofit szervezetek együttműködésével az Amerikai Egyesült Államokban. A programot az amerikai kormány 14 millió dollárral összeggel támogatta 2021-ben. A NASA *Moon to Mars* és *Artemis III.* programjai az emberi kutatásokat és a tudományos küldetéseket hivatottak támogatni robottechnológiai fejlesztések révén.⁵⁹

⁵⁵ SALÁT Gergely: A Kínai Népköztársaság 14. ötéves terve. Külügyi és Külgazdasági Intézet, KKI Elemzések, E-2021/13., 2021.

http://real.mtak.hu/123687/1/13.KKIelemzesek.E-2021.13_CHN_Salat_20210409.pdf; letöltés: 2022.11.24.

⁵⁶ 2021-ben a legnagyobb gyártók között szerepelt még az Amerikai Egyesült Államok, Svájc, Németország és Olaszország.

BANIK, Aishwarya: Top Robot Manufacturers to Look Upon in 2021. Analytics Insights, November 15, 2021.

<https://www.analyticsinsight.net/top-robot-manufacturers-to-look-upon-in-2021/>; letöltés: 2022.11.30.

New Robot Strategy. Japan's Robot Strategy – Vision, Strategy, Action Plan.

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/robot_honbun_150210EN.pdf; letöltés: 2022.11.30.

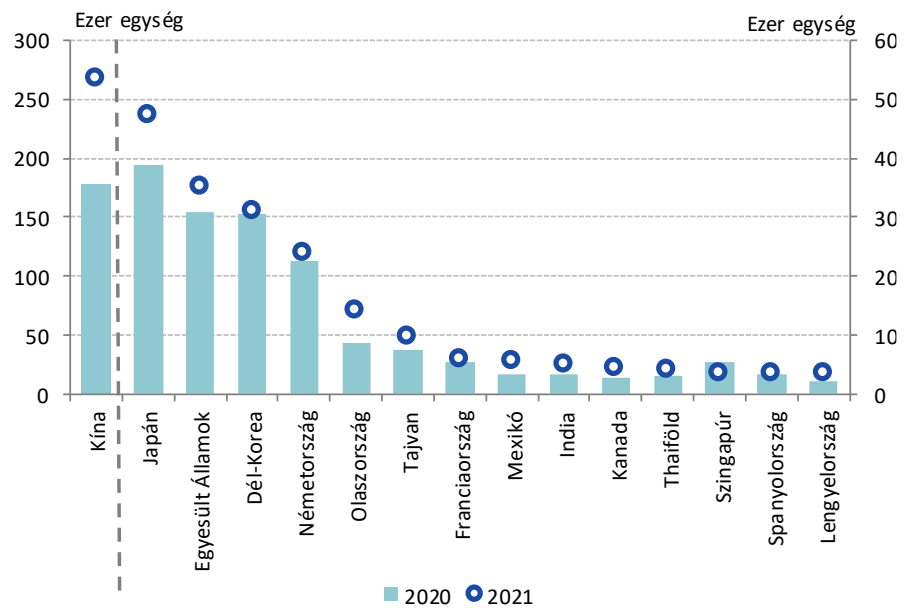
⁵⁷ Invest Korea: Industry Focus.

<https://www.investkorea.org/ik-en/bbs/i-308/list.do?clickArea=enmain00009>; letöltés: 2022.11.30.

⁵⁸ NKFIH: Klaszter 4: Digitalizáció, ipar és világűr. 2022.01.26.

<https://horizonteuropa.nkfi.gov.hu/programstruktura/klaszter-4-digitalizacio-ipar-vilagur/klaszter-4>; letöltés: 2022.11.30.

⁵⁹ A listázott támogatások teljes mértéke nem ismert minden esetben, de a szerepeltetett összegek az egyes gazdaságok 2021-ben mért GDP-jének 1%-ától kisebb mértékűek.

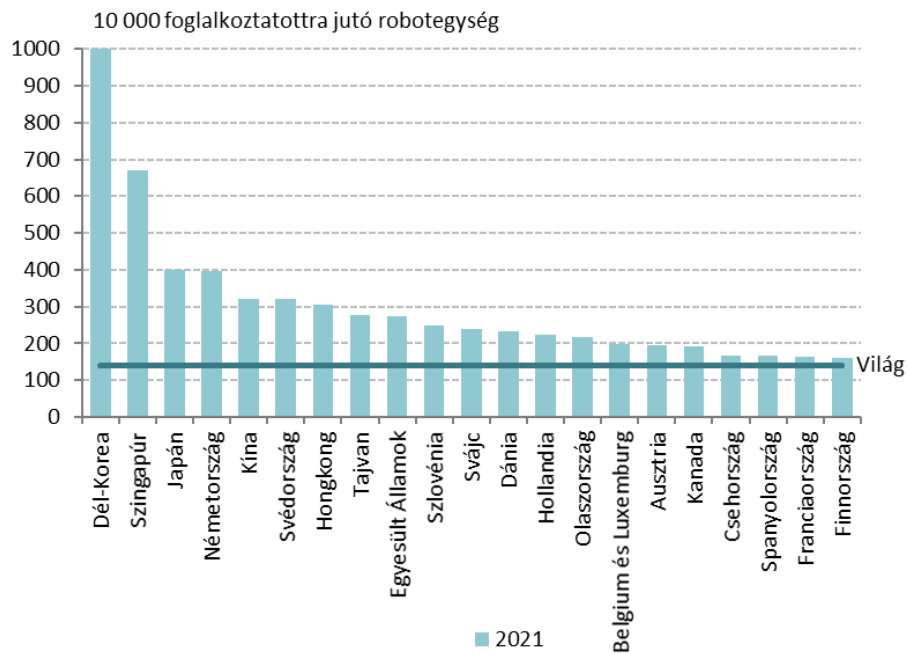


6. ábra: Az újonnan telepített ipari robotok számának alakulása⁶⁰
Szerkesztette: Kovács Eszter

Kínában a világon egyedüli módon 268,2 ezer új ipari robotot installáltak 2021-ben. Ezt követi Japán, ahol 47,2 ezer, majd az Amerikai Egyesült Államok, ahol 35 ezer új robotegységet telepítettek abban az évben. A legnagyobb mértékben Kanadában (66%), Olaszországban (65%), Lengyelországban (56%) és Kínában (51%) nőttek az új installációk. Spanyolországban nem változott, míg Szingapúrban mérséklődött (-35%) az új telepítések száma éves összevetésben. (6. ábra)

A robotsűrűség, – mely azt mutatja meg, hogy tízezer foglalkoztatottra hány robotegység jut – Dél-Koreában (1000 robotegység) volt a legmagasabb a feldolgozóiparban 2021-ben. A rangsor dobogós helyén Szingapúr (670 robotegység) és Japán (399 robotegység) szerepel. Németországban 397 robotegység jutott tízezer alkalmazottra, ezzel Európában az első, a világrangsorban a 4. helyet foglalta el. Kínában 322 robot jutott tízezer dolgozóra, ezzel 15 helyezést javított a 2018-ban elért eredményéhez képest. Az Amerikai Egyesült Államokban a robotsűrűség 274, míg a globális átlag 141 robotegység volt 2021-ben. (7. ábra)

⁶⁰ World Robotics: China overtakes USA in robot density.
<https://ifr.org/ifr-press-releases/news/china-overtakes-usa-in-robot-density>; letöltés: 2022.11.17.



7. ábra. Robotsűrűség a feldolgozóiparban⁶¹
Szerkesztette: Kovács Eszter

Visszavetheti az értékláncok fejlődését, ha a nemzetgazdaságok vagy a gyártók az innovatív megoldásokat csak lassú ütemben adaptálják, vagy ha ellenállnak az újabb, technológiavezérelt beruházásoknak. Ahogy a digitalizálás iparági szabvánnyá válik, a verseny nyomása majd fokozza a fejlődés ösztönzését. A gyártók leghatékonyabb eszközei a robotika, a mesterséges intelligencia, a digitális, audiovizuális, automatizált eszközök lesznek. A korábban emberek által betöltött szerepeket innovatív eszközök helyettesítik, másrészt az újonnan létrehozott gyárakban is majd a technológiavezérelt installációk tevékenykednek. Az ezekbe való befektetés maximalizálja a teljesítményt, miközben minimalizálja a költségeket és a hibákat a globális ellátási láncokban. Mindeközben súrlódásmentessé válhat a termelés és a munkaerő-bővülés soha nem látott szintjét érheti el. A teljes potenciál kiaknázásához az iparágaknak tehát továbbra is az új technológiákat kell felkarolnia, hiszen „Ha mindig ugyanazt teszed, amit mindig is tettél, akkor mindig ugyanazt az eredményt kapod, amit mindig is kaptál.” (Henry Ford)

⁶¹ World Robotics: China overtakes USA in robot density.
<https://ifr.org/ifr-press-releases/news/china-overtakes-usa-in-robot-density>; letöltés: 2022.11.17.

Fontos hangsúlyozni, hogy az automatizáció, a digitális technológia és az ennek nyomán létrejövő láncolatok csupán részei az értékteremtés és az ellátás evolúciós trendjének. A részletezett megoldások, javaslatok egysége alkotja a globális ellátási láncok evolúciós trendjét. Csak az ezekre az ellátási folyamatokra ható innovatív megoldások szintetizálása, összehangolása képes arra, hogy a megfelelő időben a megfelelő módon optimalizálja a meglévő globális erőforrásokat és képességeket, miközben magas szintű vállalati teljesítményt biztosítson amellet, hogy detektálható részfolyamatokat tegyen lehetővé az ellátás minden szakaszában és pillanatában.

Az irányok feltárása és a fogatókönyvek készítése fókuszáltan vizsgálhatja az aktuális folyamatokat, ezáltal egyszerűsödhet az értékteremtés, miközben alternatívák merülnek fel a világgazdaság elmozdulásának lehetséges irányvonalairól hosszú távon. A felülvizsgálat során a gazdaság szereplőinek tekintettel kell lenniük földrajzi, társadalmi, gazdasági, geopolitikai, logisztikai és fenntarthatósági szempontokra is.

Átgondolásra ad okot a gyártás visszahívása a fejlődő gazdaságokból. A globális ellátási láncok és a kiszervezett gyártás által irányított fejlesztések ugyanis nagy erővel bírtak a fejlődés elősegítésében és a szegénység enyhítésében. Másrészt az alacsonyabb jövedelmű országokban várhatóan hosszabb időnek kell eltelnie, amíg az automatizálás és a digitális technológiák elérhetővé válnak.

Mindezen témákkal kapcsolatban a jelenlegi ismereteink erősen korlátozottak. Egy jövőbeni kutatás segítheti vizsgálni a DAR-technológiák elterjedésének hosszú távú negatív következményeit. Érdemes lehet vizsgálni annak terén is, hogy van-e korreláció ezen technológiák és a globális infláció alakulása között. Továbbá, hogy a feltörekvő gazdaságokban az automatizált technológiák elterjedése milyen mértékben változtatja a foglalkoztatást, a kibocsátást.

IRODALOMJEGYZÉK

BALDWIN, Richard – FREEMAN, Rebecca: Staff Working Paper No. 942: Risks and global supply chains: what we know and what we need to know. Bank of England, September 2021. <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/working-paper/2021/risks-and-global-supply-chains-what-we-know-and-what-we-need-to-know.pdf>; letöltés: 2022.10.26.

BANIK, Aishwarya: Top Robot Manufacturers to Look Upon in 2021. Analytics Insights, November 15, 2021. <https://www.analyticsinsight.net/top-robot-manufacturers-to-look-upon-in-2021/>; letöltés: 2022.11.30.

CB Insights: The Future of the Factory: How technology is transforming manufacturing. 2022.03.16. <https://cbinsights.com/research/future-factory-manufacturing-tech-trends/>; letöltés: 2022.11.05.

CERDEIRO, Diego A. – HANSEN, Niels-Jacob H.: The Stretch of Supply Chains. IMF, June 2022. <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2022/06/the-stretch-of-supply-chains-B2B>; letöltés: 2022.11.19.

- China overtakes USA in robot density. IFR, 2022.12.05.
<https://ifr.org/ifr-press-releases/news/china-overtakes-usa-in-robot-density>; letöltés: 2022.12.10.
- CNC Media: A digitális ikerpiacok felemelkedése.
<https://cnc.hu/2022/02/a-digitalis-ikerpiacok-felemelkedese/>; letöltés: 2022.11.18.
- DEESTEFANO, Timothy – TIMMIS, Jonathan: This is how robots can improve the quality of exports. World Economic Forum, 2021.11.14.
<https://weforum.org/agenda/2021/11/robots-and-export-quality-automation-manufacturing-ai>; letöltés: 2022.11.05.
- Deutsche Manager: Jeder Fünfte hat Angst vor Produktionsstillständen. Klöpfel Consulting, 2020.02.11.
<https://www.kloepfel-consulting.com/presse/pressemitteilungen/deutsche-manager-jeder-fuenfte-hat-angst-vor-produktionsstillstaenden-39187/>; letöltés: 2022.11.18.
- ELIA, Stefano – FRATOCCHI, Luciano – BARBIERI, Paolo – BOFFELLI, Albachiara – KALCHSCHMIDT, Matteo: Post-pandemic reconfiguration from global to domestic and regional value chains: the role of industrial policies. Transnational Cooperations, Volume 28, Issue 2, 2021. pp. 67–96.
https://unctad.org/system/files/non-official-document/diaeia2021d2a3_en.pdf; letöltés: 2023.01.06.
- Eurostat: Final consumption aggregates by durability.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_FCS__custom_4462273/default/table?lang=en; letöltés: 2022.01.04.
- Eurostat: GDP and main components (output, expenditure and income).
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_GDP/default/table?lang=en&category=na10.nama10.nama_10_ma; letöltés: 2022.01.04.
- Eurostat: Job vacancy rate by NACE Rev. 2 activity - annual data.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/JVS_Q_NACE2/default/table?lang=en; letöltés: 2022.01.04.
- Federal Reserve Bank of New York: Global Supply Chain Pressure Index (GSCPI).
<https://newyorkfed.org/research/policy/gscpi#/overview>; letöltés: 2023.01.10.
- Freightos Data: Freightos Baltic Index (FBX) - Global Container Freight Index.
<https://fbx.freightos.com/>; letöltés: 2023.01.10.
- Global Risk Management Institute: Risks in Global Supply Chain.
<https://grm.institute/blog/global-supply-chain-risks/>; letöltés: 2022.11.13.
- Global Supply Chains in Turbulence.
In: Transition Report 2022-23, Business Unusual, EBRD, 2022. pp. 52–75.
<https://www.ebrd.com/transition-report-2022-23>; letöltés: 2023.01.04.
- HAWKSWORTH, John – BERRIMAN, Richard – GOEL, Saloni: Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long-term impact of automation. PricewaterhouseCoopers, 2018.
https://pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf; letöltés: 2022.11.03.

- ILOSTAT: Employees by economic activity and occupation (thousands) | Annual.
<https://ilostat.ilo.org/topics/employment/>; letöltés: 2023.01.02.
- ILOSTAT: Manufacturing employment as a proportion of total employment (%) | Annual.
<https://ilostat.ilo.org/data/#>; letöltés: 2023.01.02.
- International Yearbook of Industrial Statistics 2022. UNIDO, 2022.10.10.
<https://stat.unido.org/content/publications/-international-yearbook-of-industrial-statistics-2022.jsessionid=6115678B9C48E2B7F35665E82FD74101>; letöltés: 2022.12.04.
- Invest Korea: Industry Focus.
<https://www.investkorea.org/ik-en/bbs/i-308/list.do?clickArea=enmain00009>;
letöltés: 2022.11.30.
- ISO 8373:2021: Robotics – Vocabulary.
<https://iso.org/standard/75539.html>; letöltés: 2022.10.23.
- Jabil: From Pallets to Personalization: Intelligent Digital Supply Chain Trends.
<https://jabil.com/blog/from-pallets-to-personalization-the-evolution-of-the-intelligent-digital-supply-chain.html>; letöltés: 2022.10.16.
- JUHÁSZ-DÓRA Katalin: Érték-konfigurálás a versenyelőnyért: értékláncok, érték-műhelyek és érték-hálózatok. In: CZAKÓ Erzsébet (szerk.): A globális értékláncok – elméleti alapok és számbavételi lehetőségek. 163. sz. Műhelytanulmány. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 2016. szeptember. pp. 18–26.
https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/2613/1/Nkzi_163.pdf; letöltés: 2022.12.02.
- KOVÁCS Eszter: A globális ellátási láncokat érő sokkok hatásai és a kockázatok értékelése. Magyar Közgazdasági Társaság - Fejlesztésgazdaságtani Szakosztály, 2022.04.25.
<https://fejlodegazdasagtan.hu/2022/04/25/a-globalis-ellatasi-lancokat-ero-sokkok-hatasai-es-a-kockazatok-ertekelese/>; letöltés: 2022.10.19.
- LUND, Susan – MANYIKA, James – WOETZEL, Jonathan – BARRIBALL, Edward – KRISHNAN, Mekala – ALICKE, Knut – BIRSHAN, Michael – GEORGE, Katy – SMIT, Sven – SWAN, Daniel – HUTZLER, Kyle: Risk, resilience, and rebalancing in global value chains. McKinsey Global Institute, August 2020.
<https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/risk-resilience-and-rebalancing-in-global-value-chains>; letöltés: 2022.11.15.
- McKinsey Global Institute: The MGI Industry Digitization Index.
<https://geospatial.blogs.com/.a/6a00d83476d35153ef01b7c8dcc0b9970b-popup>;
letöltés: 2022.11.05.
- MIROUDOT, Sébastien: Resilience versus robustness in global value chains: Some policy implications. CEPR, 2020.06.18.
<https://cepr.org/voxeu/columns/resilience-versus-robustness-global-value-chains-some-policy-implications>; letöltés: 2022.12.10.
- Moody's Analytics: The Top 10 Supply Chain Risks That Companies Face. October 2022.
<https://moodyanalytics.com/articles/2022/the-top-10-supply-chain-risks-that-companies-face>; letöltés: 2022.11.13.

MURO, Mark – MAXIM, Robert – WHITON, Jacob: The robots are ready as the COVID-19 recession spreads. Brookings, 2020.03.24.

<https://brookings.edu/blog/theavenue/2020/03/24/the-robots-are-ready-as-the-covid-19-recession-spreads/>; letöltés: 2022.12.15.

Nationwide: Understanding Delivery Lead Times. 2022.04.27.

<https://nationwidevehiclecontracts.co.uk/guides/delivery/understanding-delivery-lead-times/>; letöltés: 2023.01.10.

New Robot Strategy. Japan's Robot Strategy - Vision, Strategy, Action Plan.

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/robot_honbun_150210EN.pdf; letöltés: 2022.11.30.

NKFIH: Klaszter 4: Digitalizáció, ipar és világűr. 2022.01.26.

<https://horizonteuropa.nkfi.gov.hu/programstruktura/klaszter-4-digitalizacio-ipar-vilagur/klaszter-4>; letöltés: 2022.11.30.

OECD: Global value chains and trade.

<https://oecd.org/trade/topics/global-value-chains-and-trade/>; letöltés: 2023.01.10.

OECD: Industrial production.

<https://data.oecd.org/industry/industrial-production.htm>; letöltés: 2022.11.05.

Robotics Research: How Asia, Europe and America Invest – Global Report 2023.

IFR, 2023.01.12.

<https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robotics-research-how-asia-europe-and-america-invest>; letöltés: 2023.01.14.

Robots and the Economy. The Role of Automation in Driving Productivity Growth.

Investment Research SelectUSA, 2020.

<https://www.trade.gov/sites/default/files/2022-08/SelectUSAAutomationReport2020.pdf>; letöltés: 2022.12.14.

SALÁT Gergely: A Kínai Népköztársaság 14. ötéves terve. Külügyi és Külgazdasági Intézet, KKI Elemzések, E-2021/13., 2021.

http://real.mtak.hu/123687/1/13.KKIelemzesek.E-2021.13_CHN_Salat_20210409.pdf; letöltés: 2022.11.24.

SERIC, Adnan – TONG, Yee Siong: What are global value chains and why do they matter? IAP, August 2019.

<https://iap.unido.org/articles/what-are-global-value-chains-and-why-do-they-matter>; letöltés: 2022.10.16.

SHEFFL, Yossi – RICE, James Blayney Jr.: A supply chain view of the resilient enterprise.

MIT Sloan Management Review, Volume 47, Issue 1, September 2005.

https://www.researchgate.net/publication/255599289_A_Supply_Chain_View_of_the_Resilient_Enterprise; letöltés: 2022.11.28.

SHIH, Willy C.: Are the Risks of Global Supply Chains Starting to Outweigh the Rewards?

Harvard Business Review, 2022.03.21.

<https://hbr.org/2022/03/are-the-risks-of-global-supply-chains-starting-to-outweigh-the-rewards>; letöltés: 2022.12.02.

STABELL, Charles B. – FJELDSTAD, Oystein D.: Configuring Value for Competitive Advantage: on Chains, Shops, and Networks. *Strategic Management Journal*, Volume 19, Issue 5, May 1998. pp. 413–437.

<http://repository.wima.ac.id/id/eprint/1282/5/Lampiran.pdf>; letöltés: 2022.11.28.

The impact on trade and development of the war in Ukraine. UNCTAD Rapid assessment, 2022.03.16.

https://unctad.org/system/files/official-document/osginf2022d1_en.pdf; letöltés: 2022.12.16.

TOSTEVIN, Paul: Global warehousing costs. Savills, July 2022.

<https://savills.com/impacts/market-trends/global-warehousing-costs.html>; letöltés: 2022.10.10.

TURNER, Nick: Chip Delivery Times Shrink in Sign That Supply Crunch Is Easing. *Bloomberg*, 2022.10.17.

<https://bloomberg.com/news/articles/2022-10-17/chip-delivery-times-shrink-in-sign-that-supply-crunch-is-easing>; letöltés: 2022.10.17.

Universal Robots: Impact of Robotics in Manufacturing. 2022.11.15.

<https://universal-robots.com/in/blog/impact-of-robotics/>; letöltés: 2022.11.23.

WIENER, Norbert: *God & Golem, Inc. A Comment on Certain Points where Cybernetics Impinges on Religion*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1966.

https://monoskop.org/images/1/1f/Wiener_Norbert_God_and_Golem_A_Comment_on_Certain_Points_where_Cybernetics_Impinges_on_Religion.pdf; letöltés: 2022.11.30.

World Bank: World Bank Country and Lending Groups.

<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>; letöltés: 2022.12.21.

World Integrated Trade Solution (WITS): GVC Data Visualization.

<https://wits.worldbank.org/gvc/gvc-data-visualization.html>; letöltés: 2023.01.04.

World Robotics R&D Programs. IFR Information Paper, December 2022.

https://ifr.org/downloads/papers/Executive_Summary_-_World_Robotics_RD_Programs_V03.pdf; letöltés: 2023.01.08.

World Robotics: Executive Summary World Robotics 2022 Industrial Robots.

https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_2022.pdf; letöltés: 2022.12.15.

TRAUTMANN LÁSZLÓ – BARANYI DÁNIEL MARTIN –
BALOGH ATTILA

**A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÉS A MUNKA
POLITIKAI GAZDASÁGTANA**

BEVEZETÉS

A mesterséges intelligencia (MI) technológiai hatása kapcsán az egyik leggyakrabban megjelenő félelem a technológiai munkanélküliség, amiből néhány szerző olyan gazdasági állapotra következtet, amikor az ember helyett mindent a gépek végeznek el. Ebben a disztópikus állapotban az emberi tevékenység feleslegessé válik, ami vagy tömeges elszegényedéshez, vagy a gép által kizsákmányolt társadalomhoz vezet. Ezekkel a nézetekkel szemben a tanulmányban azt fejtjük ki, hogy *a mesterséges intelligencia* és tágabban az információs és kommunikációs technológiák fejlődése *felszabadítja az embert a szolgálai, rutinszerű munka alól*, és tevékenységét az alkotásra fogja ösztönözni, a helyes döntésre és szemléletre. Minden más tevékenység valójában gépesíthető, de ezt nem problémának, hanem előrelépésnek látjuk. A tanulmányban azt is kifejtjük, hogy az előrelépés feltétele a gazdasági tevékenységek globális, demokratikus összefogása. A globalizáció új korszakában ez erősödik fel, mert ez a mesterséges intelligenciában rejlő lehetőségek kibontakozásának szükséges feltétele. A demokrácia feltételezi a következetes értékrendi elköteleződést a döntéshozók, és végső soron minden állampolgár részéről, ehhez is hozzá tud járulni az új technológia.

A mesterséges intelligenciából önmagában nem következik az értékrend, ez a technológia lehetőséget ad a jóra és a rosszra történő használatra egyaránt. Használata már etikai kérdéseket vet fel, ezek megoldásához közösségi, politikai erőfeszítésre van szükség. A közösség „technológiája” az infrastruktúra. A tanulmány állítása ezért az, hogy *a mesterséges intelligenciát az infrastruktúra egy elemeként* érdemes felfogni (és nem tőkejóságként, magántulajdonként), mert ez segíti a benne rejlő lehetőségek kibontakozását.

Az infrastruktúrának – amely közvetíti az alapvető értékrendet, a biztonságot, a szabadságot, a demokráciát és a jólétet – csak egy eleme az MI, nem az egésze. Előrejelzésünk szerint a (közel)jövőben újabb technológiai hullám várható, amely közvetlenül az értékrend érvényesítésére fog irányulni. Az új technológiai-infrastrukturális korszak oka, mozgatórugója az új világrend létrehozása, megszilárdítása, az erről folyó kommunikáció intézményesítése. Ennek az új technológiának a meghatározó eleme az új technológia, amely ráépül a mesterséges intelligenciára és egyéb információs és kommunikációs technológiákra (IKT).

ÚJ VILÁGREND ÉS GLOBALIZÁCIÓ

Politikai gazdaságtani szempontból minden új technológiai korszak egy társadalmi gazdasági forma kifejezője is, ez érvényes a jelenleg kibontakozóra is. A most érvényesülő forma a globalizáció, ami azonban nem azonosítható teljes egészében azzal a globalizációval, amit az elmúlt 30–40 évben annak tartottak, és amiben még jelen volt a neoliberális globalizációfelfogás. A neoliberalizmus globalizáció a tőke–munka viszonyának fennmaradását, az osztálytársadalom globális szintű érvényesülését értette. Ezzel szemben a mi álláspontunk szerint a globalizáció már az elmúlt 30–40 évben is egy új, világháború és – hosszabb távon – háború nélküli világrendet fejezte ki.

A keleti blokk összeomlásakor közismertté vált Fukuyama-tézis a globalizáció tényleges tartalmát és a neoliberalizmus közötti ellentmondást jól kifejezte.¹ Valóban véget ért a történelem, mert világháború nélkül történt, és ez valóban világrendváltás, de ennek oka meglátásunk szerint nem a liberális demokrácia elterjedése, amire olyan formaként tekintettek, amelyben minden konfliktus rendezhető lenne, hanem a jogállam. A liberális demokrácia még összekapcsolódott a kapitalizmus fogalmával, miközben az új világrend az értékrend, a biztonság, a szabadság, a demokrácia és a jólét következetes érvényesítése, ez pedig meghaladja a kapitalizmusfogalmat. Az új világrend formája a globalizáció, mert az értékrend csak globális keretek között tud érvényesülni. Álláspontunk szerint ez a forma alakul ki most.

A talán kicsit hosszúra nyúlt átmenet oka, hogy a régi világrend meghaladása a kapitalizmus ideológiai-kommunikációs keretén belül történt, aminek történeti okai voltak. Ez a kommunikációs keret azonban szűk az új világrend fogalmához, és napjainkban a legfontosabb konfliktus forrása a *globalizációról és a jogállamról folyó „beszéd”, „nyelv”*. A jogállam meghatározása és a társadalmak meggyőzése arról, hogy a politikai-gazdaságpolitikai intézményrendszer működését ez határozza meg – ez a fő feladat a fejlődő és a fejlett országokban egyaránt.

A kapitalizmus azon az ellentmondáson alapult, hogy a szabadság nem fér össze a fizikai, szolgai munkával, ugyanakkor szükség van az ezeket elvégző társadalmi osztályra. A munka elidegenítése és az ebből fakadó kizsákmányolás a kapitalizmus része ugyan, de nem része az új világrendnek, ahol az antagonisztikus osztályellentét már nem képzelhető el. Nem képzelhető el közös fejlődés, partnerség és béke a kapitalizmuson belül, mert az szükségképpen osztálykonfliktust eredményez. A kapitalizmusra még érvényes volt, hogy a gazdaság hajtóereje a munkás elnyomása és az embertelen munkakörülmények. Az új világrendben ezzel szemben már nem a munka, hanem a tudás az egyetlen hajtóerő, ezért nevezik az új korszakot tudásalapú gazdaságnak. A haladás a tudásban a teljesítmény, és a tudás termelésében vesz részt mindenki, aki követi az alapvető értékeket. A globalizáció intézményi rendje, a globális kormányzás ezt a tudásalapú gazdaságot segíti például a szabályozások egységesítésével vagy az erőforrások feletti közös rendelkezéssel.

¹ FUKUYAMA, Francis: The end of history? The National Interest, No. 16, Summer 1989. pp. 3–18. http://www.drmlkicikk.atw.hu/wp_readings/fukuyama.pdf; letöltés: 2022.11.25.

A globális kormányzás és a globalizáció is a jogállam egyetemességét közvetíti a világ egészére. Az elmúlt 30–40 év nyugati fölényét nem a keleti fölény váltja fel, hanem a nyugati és a keleti orientáció közötti összhang. *Az orientációs pluralizmus jelenik meg a szubsztantív monizmus,² azaz az értékrendi azonosság mellett.* Tagadhatatlan, hogy éppen a kommunikációs keret hibás jellege miatt az a látszat keletkezett az elmúlt 30–40 évben, hogy a Nyugat gyarmatosította a Keletet, elnyomta és kizsákmányolta a fejlődő országokat. Mivel azonban az új világrend volt a globalizáció lényege, ezért a valódi geopolitikai folyamat a keleti blokk felbomlása óta a felzárkóztatás volt, bár igaz, hogy egyoldalúan a nyugati orientációra támaszkodva. Ez szűnik meg napjainkban, és a keleti orientáció is a felzárkózás keretévé válik. A világpolitikai intézményrendszer, illetve az egész világpolitikai folyamat ezt az átalakulást közvetíti.

Az intézményrendszer fejlődése a korábbi világpiac-felfogás meghaladása is. Az elmúlt 30–40 évben a globalizációt a világpiac és a világkereskedelem közvetítette. A globális intézményrendszert a liberális világrend névvel illették, jelezve ezzel azt a típusú szabadpiaci modellt, amely az átmenethez szükséges volt. A közkeletű felfogással szemben az 1970-es évek közepétől kialakuló piac nem volt szabad, korlátoktól mentes. Az azonban igaz, hogy a nemzetállami, indokolatlan korlátokat felszámoló deregulációs folyamatok hangsúlyosak voltak. A liberális elnevezés ugyanakkor arra utalt, mintha a korlátlan, szabadpiaci modell jelentette volna a globalizáció lényegét. Ezzel szemben a most kibontakozó világpolitikai intézményrendszerben a demokratikus kereten van a hangsúly, mert láthatóbb módon, nagyobb intézményi átláthatósággal teremtik meg a globális szintű demokratikus kereteket a közös felzárkózáshoz, a koevolúcióhoz, ahogy azt Henry Kissinger megfogalmazta.³

GLOBALIZÁCIÓ ÉS TECHNOLÓGIA

A technológia irányítása

A globalizáció és a közös fejlődés alapvető összetevője a technológia irányítása globális szinten, amelyben részt vesznek a gazdálkodók. A technológia nem spontán és kiszámíthatatlan exogén tényező a politikai gazdaságtan számára, hanem a gazdaságpolitikai irányítás alapvető eszköze, az értékrend érvényesítésének infrastrukturális vonatkozása. A technológia ezért az együttműködést, nem pedig az elszigetelődést segíti. A globalizáció új korszakához kapcsolódó hosszú távú gazdaságpolitikai gondolkodás ezért tartja szem előtt az infrastrukturális szempontot a technológiai és az iparpolitikai elemzések során.

Az elmúlt 30–40 évben valóban volt olyan elképzelés, amely szerint a technológiai fejlődést a piac vak törvényszerűségei, a fogyasztók szeszélyei irányítják. Ez a nézet akkor sem volt érvényes, hiszen akár a multinacionális vállalatok, akár a hadiipari beruházások hosszú távú tervezési rendszere értelmezhető technológiai

² TÖZSÉR János: Az igazság pillanatai: Esszé a filozófiai megismerés sikertelenségéről. Kalligram Kiadó, Budapest, 2018.

http://real.mtak.hu/91644/1/07_TOZSER-J_Azigazsagpillanatai_BOOK.pdf; letöltés: 2022.09.15.

³ KISSINGER, Henry: World order. Penguin Books, London, 2015.

irányításként. Hogy ez a nézet (a fogyasztásvezérelt fejlődés) mégis ennyire elterjedt volt, arra vezethető vissza, hogy csak a világpiacon kényszerítő erejével lehetett a fejlődő, felzárkózó országokat a globális technológiapolitika (multinacionális tervezési rendszer) alá rendelni. A kétpólusú világrendhez kötődő, elavult, provinciális technológiát is konzerváló iparpolitikát így lehetett leépíteni, és a Jánossy Ferenc által kvázifejlettségnek nevezett szerkezetet így lehetett felszámolni.⁴ A technológiapolitika elhanyagolása, a neoliberális felfogás eredményezte, hogy a technológiai irányítás szakmai, közgazdasági kultúrája is leépült. Azt a hagyományt, ami a technológiai és a gazdasági, gazdaságpolitikai fejlődést összekapcsolta, lényegében elfelejtették. Ez a szűken vett makroökómia esetében nem jelentett különösebb problémát, mert az elosztás mennyiségét és intézményeit a technológia valóban kevésbé érinti, bár azért nem annyira lényegtelen szempont, hiszen a növekedés ösztönzéséhez a technológiai fejlődést segítő elosztási elvekre van szükség. A technológiapolitika használata a gazdálkodási-üzleti tudományok esetében annak piaci szerepére, erejére, azaz a fogyasztók meggyőzésére szorítkozott a technológia előnyei helyett. Ami alapvetően hiányzott a korszakban a közgazdászok gondolkodásából, az a *technológia szerepéről folyó vita a politikai, gazdasági és kulturális fejlődés érdekében*.

A technológia szerepéről folyó gondolkodásnak voltak előzményei a klasszikus politikai gazdaságtanban, a 20. századi közgazdaságtanban, különösen az amerikai intézményi közgazdaságtanban és a hazai közgazdaságtudományban is. A tanulmány kereteit szétfészené egy módszeres áttekintés a filozófia és a politikai gazdaságtan technikára és technológiára vonatkozó nézeteiről, de már Arisztotelész is tárgyalta a Politikában a gépek szerepét a munka kiváltásában és a rabszolgaság megszüntetésében.⁵ Platón is a szövőmesterséghez hasonlította az államférfi munkáját,⁶ hiszen összeszövi a különböző jellemű állampolgárokat. Ezek a gondolatok is érzékeltetik, hogy szakmai farkasvakság a technológiát pusztán exogén tényezőként vizsgálta.

Technológia és munka

Az elmúlt időszakban számos példát láthattunk arra, hogy a korábbi munkamegosztás keretrendszere erodálódik, ezek mögött véleményünk szerint hosszú távú átalakulási folyamatok húzódnak meg

A munka (és a munkamegosztás) önmagán túlmutató jelentőségét, társadalomra és az egyénekre gyakorolt hatását számos szerző több oldalról is kimutatta. Marie Jahoda a tartós munkanélküliség hatásának vizsgálata során felállította a munka funkcionális elméletét, amely alapján a munka manifeszt funkcióján túl – tehát azon felül, hogy megélhetést biztosít a munkavállalónak⁷ – további látens, az egyén mentális egészsége szempontjából fontos pszichoszociális funkciókkal is rendelkezik, ezek:

⁴ JÁNOSY Ferenc: A gazdasági fejlettség mérhetősége és új mérési módszere. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1963.

⁵ ARISZTOTELÉSZ: Politika. Gondolat Kiadó, Budapest, 1984.

⁶ PLATÓN: Az államférfi. Atlantisz Kiadó, Budapest, 2007.

⁷ JAHODA, Marie – LAZARSFELD, Paul F. – ZEISEL, Hans: Marienthal. Új Mandátum Könyvkiadó – Max Weber Alapítvány, Budapest, 1999.

- *a munka* strukturálja az időt;
- társas kapcsolatokat biztosít (a családon kívül);
- egyéni célokon túlmutató kollektív célok részesévé tesz;
- alkotás és hozzáértés élményét nyújtja;
- meghatározza a státuszt és az identitást;
- aktivitásra készítet.⁸

A munka lélektani szükségleteket kielégítő, mentális egészséggel való összefüggésével foglalkozik Warr vitaminelmélete is. Warr megkülönbözteti a jó és a rossz munkát, valamint a jó és a rossz munkanélküliséget. Warr kilenc, a lelki egészség szempontjából fontos funkciót különböztet meg: a tevékenység feletti kontroll, a készségek kibontakoztatásának lehetősége, a célok kitűzése, a változatosság, a környezet és a munkafolyamat átláthatósága (visszajelzések, szerepek világossága, perspektívák), a jövedelem, a fizikai biztonság, a szociális kapcsolatok és a társadalmi megbecsültség (és a munka személyes jelentősége). A vitaminanalógia szerint ezek hiánya megbetegít, ugyanakkor van közöttük néhány olyan funkció, amely nehezen túlragolható, ilyen a jövedelem, a fizikai biztonság és a társadalmi megbecsültség, ezek nem jelentenek problémát akkor sem, ha nagyon magas szinten állnak, más funkciók viszont csak egy bizonyos szintig hasznosak lélektanilag, azon túl inkább károsak, mint például a túlzott változatosság magas stresszfaktor lehet, vagy a tevékenység feletti kontroll, az egyéni felelősség túlhangsúlyozása szorongást válthat ki.⁹

Trendek és ami mögöttük van

A következőkben néhány olyan munkaerőpiaci trendet igyekeztünk megragadni, amelyek nemzetgazdaságokon átívelően figyelhetők meg és nem a rövid távú gazdasági konjunktúrából következnek, így azt feltételezzük, hogy hosszabb távú technológiai és társadalmi átalakulási folyamatok állhatnak mögöttük.

A munka jellegének átalakulása, technológiai változások, válságtünetek

Régóta fennálló vita, hogy a technológiai fejlődés megszünteti-e a munkahelyeket. A történelmi példák az ipari forradalom egyes szakaszaihoz kötődően – mint ismeretes – gyakorta konfliktusokhoz vezettek (ludditák, géprombolók, forradalmak). Az ipari forradalmakra a munka kiváltásának folyamataként tekintve a következőket láthatjuk.

Az első és a második ipari forradalom találmányai – többek között a gőzgép és a „fonó Jenny”, majd a robbanómotor és a villamosság – az emberek fizikai munkaerejét és ujjainak ügyességét váltották fel. Ez azonban nemcsak tömeges munkanélküliséggel, hanem a tömeges munkásosztály létrejöttével is együtt járt.

⁸ JAHODA, Marie: Work, employment, and unemployment: Values, Theories, and Approaches in Social Research. *American Psychologist*, Volume 36, Issue 2, 1981. pp. 184–191.

⁹ BÀNFAALVY Csaba: A munkanélküliség szociálpszichológiájáról. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2003.
WARR, Peter: Work, unemployment, and mental health. Oxford University Press, Oxford, 1987.

Egyszerre nőtt a munkanélküliség és az ipari munkásság létszáma.¹⁰ Ahogy Artner Annamária ezt bemutatta, e találmányok elterjedéséhez társadalmi változásokra is szükség volt, tehát a technológia és az intézmények változása párhuzamosan történt. Az első ipari forradalom találmányainak elterjedése a napóleoni háborúkkal, polgári forradalmakkal, a második ipari forradalom pedig a nemzetállamok kialakulásával és az első világháborúval járt együtt.¹¹ A társadalmi változások ugyanakkor nemcsak segítik, hanem maguk is a technológiai változások következményei. A társadalmi intézmények és a technológia kölcsönös egymásra hatásának másik oldalát mutatja be Andreas Malm *Fossil Capital* című könyve. A szén alkalmazása lehetővé tette a termelés időbeli szabályozását és a termelés centralizálását a nagyszámú munkással rendelkező városokban. A termelőeszköz tulajdonosa ezáltal szabályozni tudta a termelést és szabályozott munkaidőkeretekben dolgoztatni a munkásait, sőt a gyár tetszőleges helyszínre történő telepítésével a nagy munkaerő-kínálatú területekre tudta vinni a termelést, így elérve, hogy jobb alkupozíciója által a lehető legkevesebb bért kelljen fizetnie. Ugyanakkor a vízalapú meghajtáshoz képest a szénalapú gőzgép győzelmét pont a munkások védelmére hozott Ten Hour Act hozza el, amely a víz- és a szélenergia kiszámíthatatlanságával nem volt összeegyeztethető.¹²

A *harmadik ipari forradalom* jellegében jelentősen eltér az azt megelőzőkétől. Ennek a korszaknak a technológiája (félvezetőipar) már nem a fizikai erő vagy ügyesség kiváltását célozta, hanem egyes kognitív funkciók automatizálását (tervező, irányító, ellenőrző funkciók) tette lehetővé.¹³ A korszak félelme – hogy irodai munkások tömegei veszítik el az állásaikat – csak részben volt megalapozott, valóban sokan elvesztették a munkahelyüket különösen egyes adminisztratív területeken, ugyanakkor más irodai munkák jelentős számban létrejöttek. A harmadik ipari forradalom lehetővé tette a termelési folyamat távfelügyeletét, és általában a tőke számára még nagyobb térbeli rugalmasságot nyitott meg. A kor jellemző trendjei az *outsourcing*, vagyis a korábban a vállalat keretei között végzett nem alaptevékenység kihelyezése más vállalathoz, ami a gyakorlatban az alacsonyabb munkaerő-költségű országokba történő kitelepítés volt.

A *negyedik ipari forradalom* a kognitív képességek újabb körének automatizálásával járt, ezúttal a kombinációs, szintetizáló és a tanulóképesség automatizálásának lehetőségét a tanúi.¹⁴ Ha ez így van, milyen tevékenység marad a természetes személyeknek? Melyek azok a képességek, amelyek nincsenek kitéve az automatizáció veszélyeinek? Deming azt mutatta ki, hogy az általa nem kognitívnek nevezett készségek iránti kereslet növekedését láthatjuk.

¹⁰ ARTNER Annamária: Technikai haladás és munka – történelmi és globális megközelítésben. Köz-gazdaság, 14. évfolyam 4. szám, 2019. pp. 11–22.

<https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/5483/1/223-Article%20Text-664-1-10-20200408.pdf>; letöltés: 2022.11.17.

¹¹ ARTNER Annamária: Technikai haladás és munka – történelmi és globális megközelítésben.

¹² MALM, Andreas: *Fossil Capital: The Rise of Steam Power and the Roots of Global Warming*. Verso Books, London, 2016.

¹³ ARTNER Annamária: Technikai haladás és munka – történelmi és globális megközelítésben.

¹⁴ Uo.

„1980–2012 között 12%-kal nőtt azon munkahelyek aránya az USA munkaerőpiacán, amelyben elvárás a magas szintű szociális interakció, míg a matematikaintenzív, de nem szociális jellegű munkahelyek aránya 3%-kal csökkent – beleértve számos STEM-foglalkozást is – ugyanebben az időszakban.”¹⁵

A nem kognitív képességek iránti kereslet tartós növekedését vetíti előre Fazekas Károly is, aki három trendben foglalja össze az e képességek iránti növekvő igényt:

- rugalmas munkaszervezési formák, globális ellátási és értékláncok egyre inkább igényelnek nyitott, más kultúrákkal kapcsolatteremtésre, együttműködésre képes, rugalmas, innovatív munkaerőt;
- urbanizációval együtt járó személyes, kulturális szolgáltatások iránti kereslet növekedése;
- fejlett társadalmak előregedése, ami növeli a keresletet az egészségügyi és a gondozási feladatkörök ellátására alkalmas munkaerő iránt.¹⁶

A munkaidő

Napjainkra – John Maynard Keynes jóslata alapján – az átlagos munkaidő heti 15 óra hosszúságúra kell csökkenjen 21. századra.¹⁷ A vonatkozó kutatások szerint a Keynes által is bemutatott folyamat az 1980-as évektől egyenesen visszafordult: a tényleges munkával töltött idő növekedett.¹⁸ Ezt a növekedést legalább két tényező hajtja. Egyrészt a technológiai lehetővé teszi a munkavállaló folyamatos elérését (adott esetben ellenőrzését), másrészt a munkavállalók egyre kevésbé kívülről vannak szabályozva – például a fix munkaidő által –, hanem belső motívumok hatására.

„A túlzásba vitt munka és teljesítmény az önkizsákmányolásban csúcsosodik ki. Hatékonyabb, mint a mások általi kizsákmányolás, hisz párban jár a szabadság érzetével. A kizsákmányoló egyben maga a kizsákmányolt is.”¹⁹

A klasszikus politikai gazdaságtan a technika szerepéről

A klasszikus politikai gazdaságtan és az ahhoz szorosan kapcsolódó klasszikus német filozófia a technológiai folyamatot három, egymástól elkülönült szakaszként jellemezte: 1) egyszerű kooperációként, aminek keretében mindenki ugyanazt a tevékenységet végezte, és az erők egyesítése eredményezte a hatékonyságot (közösen

¹⁵ DEMING, David J.: The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market. The Quarterly Journal of Economics, Volume 132, Issue 4, November 2017. pp. 1593–1640. <https://academic.oup.com/qje/article/132/4/1593/3861633>; letöltés: 2022.10.21.

¹⁶ FAZEKAS, Károly: Nem kognitív készségek kereslete és kínálata a munkaerőpiacon. Budapest Munkagazdaságtani Füzetek, BWP 2017/9. http://real.mtak.hu/70290/1/FK_BWP1709_jav_OE_FKjav_u.pdf; letöltés: 2022.11.05.

¹⁷ KEYNES, John Maynard: Economic possibilities for our grandchildren. In: KEYNES, John Maynard (szerk.): Essays in Persuasion. Palgrave Macmillan, London, 2010. pp. 321–332.

¹⁸ BREGMAN, Rutger: Utópia realistáknak. Cser Kiadó, Budapest, 2019.

¹⁹ HAN, Byung-Chul: A kiégés társadalma. Typotex Kiadó, Budapest, 2019.

húzták a kötelet stb.); 2) a szerszám, illetve a 3) gép és a gyár alakjában. Amellett érvelünk, hogy *a klasszikus politikai gazdaságtanban jelen volt az a nézet, hogy infrastruktúráként értelmezzék a technológiát*, még ha ez nem is volt ennyire világosan kimondva a kor technológiai korlátai miatt.

1) Az egyszerű kooperáció esetében a technológia eleve infrastruktúráként jelent meg, hiszen egy közös akarat és közös terv szükséges az együttműködéshez. Ebben az egyszerű kooperációban megjelenhet technikai elem, lehet közös kötél vagy más forma, de ez nem szükségszerű része az együttműködésnek. Ami viszont elengedhetetlenül szükséges, az a közös munka, ami akkor még nem terjedt túl az izomerek egyesítésén.

2) Magasabb fejlődési fokot jelenített meg a szerszám a technológiai fejlődésben. Hegel korai filozófiai írásaiban is már tárgyalta a munka és az ehhez szorosan kapcsolódó szerszám fogalmát. Elemzése szerint *a szerszám közvetíti a természeti törvényeket a munkás számára*,²⁰ a szerszám ezért nem pusztán hasznos, ahogy a marxizmus értelmezte a szerszám szerepét az emberré válásban. Nem szűkíthető le arra sem, hogy a munkás pusztán saját értelmére és képzelőereje támaszkodva kitalálja a fejlődést.²¹ Ez a marxi tézis ebben a formájában még tartalmazott anarchista elemet. Ezzel szemben Hegel szerint a szerszám a szubjektum fejlődésének a része, a szellem megnyilvánulása azzal, hogy a természeti törvényeket érvényesíti, a természeti törvények feldolgozásának és alkalmazásának módja. A kalapácsban a forgatónyomaték fogalma van jelen, a tömeg és az erő közötti összefüggés tárgyi alakban. A szerszám infrastrukturális jelleggel kezdett el rendelkezni. Nem elszigetelt egyéni erőfeszítést lehet benne látni, hanem a természet működésében történő részvétel elemi formáját.

3) Az áttérés a szerszámról a gépre az infrastrukturális elem további fejlődésének is tekinthető, a nagyobb mértékű részvétel technikai-technológiai oldala. A gép a marxi elemzés szerint az energiaforrás függetlenedése miatt ugrás a szerszámhoz képest.²² A szerszám használatát a munkás közvetlen izomereje határozta meg, a gép esetében ezt egy központi energiaforrás látja el. Ez egyrészt azzal a következménnyel járt, hogy az energiaellátás egyenletesebbé vált, ami lehetőséget adott arra, hogy a termelési folyamat technológiai szempontból kettéváljon. A puszta izomertől biztosító, mechanikus, rutinszerű tevékenységet végző munkásra és az ügyességet, a szakmai kultúrát hordozóra, aki tőkessé vált. A tőkésjelleget nem szűkíthető le a pénz birtoklására, ahogy ezt a marxizmusból időnként leszűrték. Legalább ennyire fontos elem a mérnöki ismeretkör megjelenése, elterjedése, a mérnök szerepének erősödése. A mérnök az a szereplő, akinek a szaktudása a gép, később a gyár infrastrukturális jellegének érvényesítése, hiszen a mérnök egyesíti a termelő embert a technológiával. Ennek egyik eleme volt az energiaellátás központosítása, hiszen ez az első technológiai-infrastrukturális formája volt a fizikai, szolgai munka megszüntetésének. Ezzel kezdték el tömegméretekben biztosítani a fizikai, szolgai munka és a tudás elválasztását.

²⁰ HEGEL, Georg Wilhelm Friedrich: Ifjúkori írások. Gondolat Kiadó, Budapest, 1982.

²¹ MARX Károly: A tőke. Kossuth Kiadó, Budapest, 1967.

²² MARX Károly: A tőke.

A technológiai-gazdasági ugrás a szerszámról a gépre a klasszikus kapitalizmus része volt, bár előzményei jelen voltak korábban is, például a vízimalmokban vagy a bányákban. Ebben a korszakban vált szélsőségessé az ellentét a haladásból részesedő és az abból kirekesztett társadalmi csoport, a fizikai, szolgai munkát végzők tömegei között. A klasszikus kapitalizmus az osztálytársadalom korszaka, és az osztályképző ismérv a munkához való viszonyban jelent meg: a szolgai, rabszolgajellegű munka és a szellemi munka között.

Marx a gép és a gyár esetében azt írta le rendkívül érzékletesen, hogy a gyár egy hatalmas központosított automata, amelyik szörnyként igazgatja a munkásokat. Kétségtelen, hogy ezáltal a munkások fegyelmezettebbé váltak, a saját testük feletti uralom megerősödött, de ez az uralom nem tudott fejlődni a kapitalista elnyomás és kizsákmányolás körülményei között, mert a tőkés nem volt érdekelt a gépi nagyipar által létrehozott kultúra átadásában. Marx többször is hangsúlyozta, hogy *a gépi nagyipar nem munkáellenes, segíti a munkások fejlődését, amennyiben a technikát nem tőkés módon használják.*²³ A tőkés használat a kizsákmányolás oka. Marx és a marxizmus egésze meg akarták szabadítani a munkásmozgalmat a luddizmus és az anarchizmus örökségétől, csak ebben a mozgalmi elemre és nem az igazgatásra helyezték a hangsúlyt. Ez magyarázza, hogy a marxi technológiai fejlődésképe a vasút és a távíró csak nagyon részlegesen fért bele, mert ezek olyan infrastruktúrák voltak, amelyek az állam stabilitása mellett járultak hozzá az osztálytársadalom meghaladásához.

Marx és a szocialista mozgalom arra az igazságtalanságra hívta fel a figyelmet, hogy a szabadságra és a tudás művelésére, amit a gépi nagyipar biztosított, a munkásnak is joga van. A gép és a tudás művelése közötti kapcsolatra találó példa a gépet első formájában alkalmazó ókori görög színház, ahol emelőszerkezetként, az istenség földre szállásának érzékeltetésére használták a színpadon. A híres állítás, *deus ex machina* – „az isteni beavatkozás” – így kapta eredeti jelentését, amely illusztrálja, hogy a gép az isteni hatalomban való részesedés egyik formája. A marxi elemzés ezt a szempontot csak ellentmondásosan tartalmazta, mert arra koncentrált, hogy a tömegek mozgalmaiból mintegy alulról felfelé építkezve mutassa be a tudás és a műveltség iránti igényt. Hegelnél ezzel szemben másik irányú mozgás is jelen volt: a bevonáshoz szükséges műveltség átadása. Ez az infrastruktúra másik oldala, a szabadság és a tudás harmonikus együttműködése, ami a haladás feltétele.

A 20. századi infrastruktúrapolitika és a közgazdaságtudomány fejlődése

A technológiai-gazdasági fejlődéshez szükséges igazgatási és mozgalmi elemek egysége jelent meg az amerikai intézményi közgazdaságtanban, ebből fakadóan a társadalmi stabilitás és mobilitás nagyobb összhangba került. Az irányzat első alakja Thorstein Veblen volt, akinek művei, *Az üzleti vállalkozás elmélete* és *A dologtalan osztály elmélete* a vasút és más infrastrukturális elemek társadalmi gazdasági szerepéből indultak ki, azok termelésikultúra-formáló jellegét elemezték.²⁴ A technológia Veblen szerint egységes gazdasági rendet teremt, amiben mindenki egy

²³ MARX Károly: A tőke.

²⁴ VEULEN, Thorstein – MILLS, C. Wright: *The Theory of the Leisure Class*. Routledge, New York, 1992.

fogaskerék, hozzájárul az egész gazdasági rend fejlődéséhez.²⁵ Az üzleti szabadság fogalma ezzel átalakul, szerepe nem több annál, hogy észreveszi, felismeri azt a feladatot, amit ebben a gépezetben be kell töltenie. *A tőkés ezáltal több lesz, mint megszemélyesített tőke, tudatosan vesz részt a fejlődésben, nem pedig öntudatlanul, ahogy azt Smith és Hegel leírta a láthatatlan kéz koncepciójában.*

Az infrastruktúra ettől kezdve jelentős szerepet kapott az intézményi közgazdaságtani gondolkodásban, annak különböző összetevői kerültek középpontba az egyes művekben. Az infrastruktúra mint a különböző „terek” (területek) irányítása, szabályozása, az ezeken a tereken folyó gazdasági-gazdálkodási tevékenység ösztönzése vált az elemzés tárgyává, ami kiegészült geopolitikai, földrajztudományi vagy katonapolitikai, biztonságpolitikai megfontolásokkal. John Kenneth Galbraith és mások munkáiban az információ áramlásának helyes szervezése, az ennek feldolgozásához szükséges technológiák biztosítása, beleértve a rutinmunkától történő megszabadítást is megerősödött. Az infrastruktúra a fizikai (mint például a tengeri vagy a szárazföldi közlekedés) és a kommunikációs (távíró, sajtó, később a rádió és a televízió) terek működéséhez szükséges technikai, gazdasági és jogi feltételek biztosítását jelentette, aminek technológiai és szabályozási elve az alapvető értékrend fennmaradását szolgálta/támogatta. A szabályozási alapelv azonban az idealizmus és nem a kapitalizmus volt. *A jogállami elvek érvényesítésére törekedtek az intézményi közgazdaságtan képviselői*, amit nyilvánvalóan meghatározott az elérhető technológia színvonala és az ehhez kapcsolódó gazdálkodási kultúra. Alapvető a szemléleti különbség a brit politikai gazdaságtanhoz képest, ami szintén alátámasztja, hogy az amerikai gazdaságpolitika célja nem a klasszikus kapitalizmus érvényesítése volt, hanem már az új világrendet készítette elő. Kétségtelen ugyanakkor, hogy formációelméleti szempontból az intézményi közgazdaságtan sem lépett túl a kapitalizmuson.

Az információs közgazdaságtan

A gazdálkodási normákat kifejező fogalmi keret és az alkalmazott technológia, infrastruktúra távolságát jól érzékelteti az információs közgazdaságtan és az információs technológia közötti kapcsolat. Az információs technológiák fejlődése a 19. század közepétől vett lendületet, aminek része volt a távíró, később a telefon, a rádió, a számítástechnika első hulláma, a lyukkártyarendszer, majd a televízió, a kibernetika, illetve a nagy számítógépek megjelenése. A folyamat a hetvenes évektől vett fordulatot, amikor a személyi számítógépek segítségével és az ehhez kapcsolódó szoftverfejlesztésekkel széles társadalmi csoportok számára elérhetővé váltak a mikroelektronika és a számítástechnika eredményei. A folyamatot az internet és az ehhez kapcsolódó keresőmotorok megjelenése új dimenzióba helyezte, mert szinte az egész társadalom bekapcsolódott a nyilvántartásba és az ellenőrzésbe.

Az információs közgazdaságtan a 20. században követte a technológiai fejlődés folyamatát. Már a neoklasszikus fordulat elején is megjelent az információs szempont a piacelméletben. William Stanley Jevons azzal kezdte *A politikai gazdaságtan elmélete* című munkáját, hogy a piac kommunikációs tér is, és a piaci

²⁵ VEBLEN, Thorstein: *The Theory of Business Enterprise*. Routledge, London, 1978.

egyensúlytalanságok oka az elégtelen vagy torz információ.²⁶ Ez a gondolat folytatódott Alfred Marshallnál a keresleti és kínálati függvény gondolatában.²⁷ A Marshall-kereszt azon a koncepción alapult, hogy a két függvény a vevő és az eladó közötti információáramlást strukturálja. Az egyes függvények szándékokat, ítéleteket reprezentálnak, és nem megvalósult állapotokat. A piaci egyensúly ezért azon múlik, hogy az információáramlást beleértve a másik szereplő szándékainak elfogadását és az ahhoz történő alkalmazkodást is hogyan lehet hatékonyabbá tenni. A két világháború közötti piacelmélet ugyanezt a szemléletet követte kiegészítve azzal, hogy azokról a szereplőkről is információt kell szerezni, akik nem fogyasztók vagy termelők – ez az externália kérdésköre.²⁸ A kor másik kiegészítése az volt, hogy nem elég az árat ismerni, amit a fogyasztó vagy a termelő szándékozik adni, illetve kapni, hanem a mögöttük meghúzódó optimalizációs eljárásról is információt kell szerezni.²⁹

Az információs közgazdaságtan az 1970-es évektől kezdődő neokonzervatív fordulattal ismét a figyelem középpontjába került, bár ez nem nagyon jelent meg a hazai neoliberais közgazdaságtanban. A térségben, és különösen Magyarországon a nyugati közgazdaságtant a piac elsődlegességének bizonyítékaként értelmezték, és sokkal kisebb figyelem hárult a „jól szervezett” piac fogalmára, ami azt jelentette, hogy a méltányosság és a hatékonyság szempontjait hogyan lehet érvényesíteni piaci eszközökkel, milyen információkat és hogyan kell biztosítani e célok eléréséhez.

Pedig a nyugati közgazdaságtanban fontos témává vált a vertikális és a horizontális információáramlás szervezése a potyautasság kiküszöbölése és a bizalom megteremtése érdekében. Az erkölcsi kockázat, az aszimmetrikus informáltság, a rejtett információk és a rejtett cselekvés mind arra a problémakörre vonatkozott, hogy *a gazdaság helyes működése feltételezi a bizalom működését, a részvételt a politikai-gazdasági intézményrendszerben*. Ez már szinte közvetlenül megfeleltethető az infrastruktúrapolitikának megfelelő közgazdasági gondolkodásnak.

Az információs közgazdaságtan 70-es években elért eredményei még a hasznosság és a profit szemléleti keretén belül maradtak, akkor még nem volt szükség és nem volt lehetőség sem az új formációelméleti keret megalkotására. Napjainkban azonban ez már kevés, mert eltorzítja az optimalizálás hosszú távon megőrzendő fogalmát, hiszen az optimalizálás a tökéletességre törekvő módszertana. A mesterséges intelligencia ezt a tökéletességet célozza, és ennek eredménye a nagyobb hasznosság és a magasabb profit. A tökéletesedés célja azonban a „jó élet”, az értékrendnek megfelelő tevékenység.

A tökéletességre törekvés vezetése az információs közgazdaságtan célkitűzése, és a matematikai eszköztár használata tartalmazza az ehhez szükséges intézményi és infrastrukturális feltételeket. A 20. század információs és kommunikációs technológiai fejlődése ezt támogatta, ebből rajzolódik ki a mesterséges intelligencia politikai-gazdaságpolitikai hatása. Ez nem más, mint a tudás szerkezetének leképezése.

²⁶ JEVONS, Stanley W.: *The Theory of Political Economy*. Palgrave Macmillan, London, 2013.

²⁷ MARSHALL, Alfred: *Principles of Economics*. Macmillan Publishers, London, 1920.

²⁸ PIGOU, Arthur Cecil: *Wealth and welfare*. Macmillan Publishers, London, 1912.

²⁹ HICKS, John R.: *Value and Capital: An Inquiry into some Fundamental Principles of Economic Theory*. Oxford University Press, Oxford, 1975.

Az IKT-szektor, benne a mesterséges intelligencia az ismeret szerzéséhez, a tudás bővítéséhez biztosítja a kereteket, a részvételt teremti meg a tudásalapú gazdaságban.

A mesterséges intelligencia politikai gazdaságtani funkciói

Az érzékelés

Hegel egyik mondása szerint a tudás olyan híd, amelyik önmagát építi. Ehhez annyit lehet hozzátenni, hogy az információs és kommunikációs szektor a híd egésze az építés közben. Ezt jeleníti meg az érzékeléskontroll, ahogy azt Jamie Susskind megfogalmazta.³⁰ A tétel szerint az élmények és az érzékelések, amiket az egyén tanulási folyamatában kap, tudásának bővítését, az értékrend alkalmazásának fejlődését segítik. Az érzékelés során részt vesz a nyilvántartásban és az ellenőrzésben, képessé válik a globális folyamatok nyomon követésére a saját fejlődése szemszögéből. Ezt a jelenséget legjobban Pascal hasonlatával lehet leírni: olyan gömb, amelynek a középpontja mindenütt van, a kerülete sehol.³¹ Azaz az információs technika hozzájárul ahhoz, hogy az egyén megismerje a világ egészét, feltéve, hogy az értékrend követése a célja. Az értékrend tagadása vonja csak maga után a kirekesztést, hiszen nem lehet fegyvert adni a gonoszak kezébe, ahogy Platón fogalmaz.³² A technika jóra történő használatának követelménye azt igényli, hogy *a tanulási folyamatban mindig összhang alakuljon ki az értékrendi szilárdság és a tudás megszerzése között.*

A kommunikáció

Az információ közvetítésének másik összetevője a kommunikáció – a tudásról és az igazságról folytatott beszéd infrastruktúrája. Az információs közgazdaságtanban ez a probléma már a 20. század elején megjelent a közjóságelméletekben. Arra a problémára keresték a választ, hogyan lehet igazmondásra ösztönözni a gazdasági szereplőket, milyen feltételek mellett válik értelmetlenné a hazudozás. Ebből fakad, hogy kialakítható olyan technológiai és intézményi környezet, amelyben az igazság kimondása jó és hasznos, nemcsak önmagában érték. Ezeket a feltételeket, amelyeket a közgazdaságtudományban többek között a mechanizmustervezés elmélete tárgyal, úgy is össze lehet foglalni, hogy a vertikális munkamegosztásra is szükség van, nem elég a horizontális kapcsolat. Csak hierarchikus alapon képzelhető el az igazmondás kikényszerítése, a kommunikáció nem lehet hamis beszéd, mert az sérti a hatékonyságot és az igazságosságot. A gazdaságpolitikai tájékoztatás hitelességét nem lehet a verseny segítségével elérni, hiszen a hatalmat nem lehet versenyeztetni. A bizalom építéséhez és az értékrend érvényesítéséhez szükséges intézményrendszer, technológia, és ebben segíthet a mesterséges intelligencia, még ha nem is tudja teljes egészében biztosítani az igazmondás követelményét.

³⁰ SUSSKIND, Jamie: *Future Politics: Living Together in a World Transformed by Tech.* Oxford University Press, Oxford, 2018.

³¹ PASCAL, Blaise: *Gondolatok.* Gondolat Kiadó, Budapest, 1978.

³² PLATÓN: *Az államférfi.* Atlantisz Kiadó, Budapest, 2007.

Az automatizáció

A tudás bővítése és az igazság kimondása csak felszabadított, azaz a rutin- és szolgáljellegétől megfosztott munkakörülmények között lehetséges. Ezt teremti meg az automatizáció, a 20. századi IKT-fejlődés egyik fontos eredménye. Az automatizációban végbemenő ugrás, amit az MI kapcsán legtöbbet emlegetnek, valóban átalakítja a munkákat és a munkahelyeket, nagy társadalmi átalakulásokat eredményez, és mint ahogy minden középtávú korszakban – taylorizmus, fordizmus, gm-izmus stb. – ösztönöz a tudás megszerzésére. A társadalmi válságok, kataklizmák elkerülése érdekében a munkagazdaságtani kutatások célja az volt, hogy hogyan lehet átvezetni az egyes társadalmi csoportokat, munkamegosztási rendeket egyik állapotból a másikba. A 20. századra, és különösen annak második felére érvényes tapasztalat a foglalkoztatáspolitikai és az automatizáció közötti összhang keresése. Ez a törekvés különbözteti meg a 20. század konjunktúraciklusait a 19. század válságaitól. A válságok valóban létbizonytalanságot teremtettek, a technikai fejlődés széles társadalmi csoportokat sodort egzisztenciális fenyegetésbe. A 20. századi konjunktúraelméletek és munkagazdaságtani kutatások ezzel szemben meg tudták szelídíteni a válságot. Formációelméleti különbség található a két közelítés között, amit érdemes hangsúlyozni: a válság létbizonytalanságot jelent, ezzel szemben a konjunktúraciklus az elkerülhetetlen ösztönzési elem, ami egy fejlettebb állapotba vezet.

A foglalkoztatáspolitikai és a technológiai fejlődés közötti összhang mindig összekapcsolódik a humán erőforrásra vonatkozó tudomány fejlődésével. A hazai neoliberais közgazdaságtan nagy hibája, hogy a kettőt elválasztotta egymástól, mert így valóban nagyobb lehetőséget adott a klasszikus kapitalizmusra emlékeztető formáknak. Azt a látszatot tartotta fenn, mintha a munkaerőpiacon a vak, kiszámíthatatlan természeti törvények érvényesülnének. Ezzel szemben a HR és a hozzá szorosan kapcsolódó gazdaságpszichológia vagy személyügyi közgazdaságtan (*personnel economics*) azt a tudományos fejlődést jelenítette meg, ami az egyes munkavállaló tudásra történő törekvését, a tudáshoz történő hozzáférés munkahelyi feltételeit kutatta, hozzájárulva ezzel a személyre szabott gondoskodáshoz.

Szemben a 19. század rossz dichotómiájával a teljesítmény nélküli gondoskodás és a liberális, személytelen piaci mechanizmus között, a 20. század végére kialakult az egyéni fejlődést segítő, harmóniát teremtő intézményrendszer az emberi képességek és a technológia között. Ennek egyik érdekes megnyilvánulása a mesterséges intelligencia terjedése során a cobot technológia, azaz a munkavállalót támogató és nem kiváltó technológiai fejlődés, a munkavállalót kiegészítő, segítő technológiák kidolgozása. Ezek a technikák nemcsak pótolják az esetleg hiányzó fizikai képességeket, hanem lehetőséget adnak a munkavállaló által talán öntudatlanul létrehozott tudás feltárásához, bevonásához. Megszüntetik a tudás bővítése során azt a rossz, provinciális, céhes gyakorlatot, hogy a mesterfogásokat el lehet és el is kell titkolni a létbiztonság, a munka megőrzése érdekében. Ezt megszünteti a mesterséges intelligencia, de ennek eredménye nem a tökéletes létbizonytalanság és kiszolgáltatottság, hanem a tudás és a teljesítmény közötti elválaszthatatlan kapcsolat létrehozása.

A három elem, az érzékelés, a kommunikáció és az automatizáció így alkot egységet és biztosítja a harmonikus fejlődést. Ez alapján nem osztjuk azt a tézist, hogy a mesterséges intelligencia ember- és társadalomellenes lenne, ahogy azt több gondolkodó képviseli. Optimizmusunk oka nem a szűken vett mesterséges intelligencia vagy más IKT, hanem a globális kormányzás és a globalizáció működése, ami a technológia egészének irányítását lehetővé teszi. Az előzőekben bemutatott filozófiai, közgazdaságtudományi és más társadalomtudományi kutatások bizonyították a módszertani apparátus jelenlétét, de kétségtelen, hogy az MI feletti szint elfogadásához szükség van a bizalomra abban, hogy a technológia segíti a társadalom fejlődését, és nem a zsarnokság vagy a kizsákmányolás eszköze. Ezt a bizalmat a mi térségünkben nehezíti az örökölt feudálkapitalista hagyomány.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA POLITIKAI JÖVŐJE

Részvétel és technológia

A technológiapolitika helyes működésének globálisan és regionálisan is az feltétele, hogy a gazdálkodók és a döntéshozók a *technológia egészét infrastruktúráként és ne tőkejóságként* értelmezzék. Az infrastruktúrát nem lehet kisajátítani és magántulajdonként értelmezni, abban a köztulajdon dominál. Ez a dominancia sokféle formát ölthet, de ettől még a köztulajdonjellege megmarad. Ez a neoliberalizmus kritikája, mert az a fejlődést csak magántulajdon formájában tudta elképzelni. A keleti blokk összeomlását kísérő ideológiai keret a magántulajdon és a demokrácia kettőse volt. A két fogalom azonban ellentmond egymásnak, hiszen a magántulajdon a kizáráson, a kisajátításon és végső soron a kizsákmányoláson alapul. Ha pusztán a magántulajdonra alapozzák egy társadalom működését, akkor az szétesik, ott megszűnik a demokrácia, amit ennek ellensúlyozásaként képzeltek el.

Már a klasszikus liberalizmus képviselői szerint is a demokrácia köztulajdoni forma, a köztulajdon intézménye. A neoliberális ideológiai keret ezért torz és került válságba, hiszen csak a köztulajdonnak alárendelt magántulajdon képzelhető el. Ez nem jelenti azt, hogy a most kibontakozó társadalmi-gazdasági forma megszüntetné a szabadság elvét és ne biztosítaná a szabadság gyakorlásához szükséges jóléti elemeket. Ezek működése során azonban a domináns javak és szolgáltatások eléréséhez szükséges bizalom és részvétel lesz a meghatározó, nem pedig a szűk értelemben vett tulajdonlás. A digitális életvilág a köztulajdon és a magántulajdon közötti harmonikus hierarchia új modelljének az egyik megnyilvánulása. Sok példát lehet ma már ennek kapcsán említeni a *sharing economy*-tól kezdve a felhőalapú szolgáltatásokig, az energiaközösségekig, vagy a digitális jegybankpénz térhódításáig. Ezek mind annak a jelei, intézményei, hogy az összes gazdasági aktivitás ellenőrizhető, szabályozható, irányítható. Ezek az intézmények csak akkor nem vezetnek az orwelli vízióhoz, ha a jogállami normák feltétel nélkül érvényesülnek.

Ez az oka annak, hogy a politikatudományban a demokrácia fogalma és a demokratikus intézményrendszer újraalkotása megy végbe,³³ ami a 20. század második felében kialakuló pluralizmus folytatása, tökéletesítése az új technológia segítségével.

A pluralizmust a weimari köztársaság kritikájaként alkották meg lényegében a második világháború után, és a kettő között a fő különbség a szélsőséges, azaz demokráciaellenes erők kizárása volt a demokratikus intézményrendszerből. A weimari demokrácia ezt a különbséget nem tudta megtenni, a demokráciát tekintette egyedüli értéknek a politikai intézményrendszerben, és ez szükségszerűen vezetett el a demokrácia felbomlásához, hiszen az állam alapításának lényege már Platón óta az igazságosság. Ennek érdekében van demokrácia, és ez az értékrendi szilárdság az, ami a pluralizmust megkülönböztette a weimari modelltől.

Az igazságosság érvényesítésének szemléleti és technológiai feltételei egyaránt vannak. A technológiai feltételeket a mesterséges intelligencia, vagy tágabban az infokommunikációs szektor kezdte megteremteni, és a technológiák tulajdonságai a demokrácia fejlődését is segíthetik. Susskind nyomán az alábbi tulajdonságokat lehet megkülönböztetni: pervazivitás, konnektivitás, immerzivitás.³⁴

A *pervazivitás* azt jelenti, hogy a technológia áthat mindent, minden dolog, élő és élettelen egyaránt tele van érzékelőkkel, nyomkövetőkkel, olyan alkatrészekkel, amelyek bekapcsolják az információs infrastruktúrába a világ egészét. Attól infrastruktúra az érzékelés egységes rendszere, mert kompatibilisek egymással az érzékelők, és egyre inkább azzá válnak. Egységes rendszert alkotnak, amit a *konnektivitás* fejez ki. Egységes rendszerként történő működésük része az érzékelés általánossá válása. A chippek és egyéb alkatrészek az összes információt érzékelik és közvetítik, aminek eredménye, hogy ezek a modern információs technológiák a fennmaradás érdekében lehetővé teszik a folyamatos változást, alkalmazkodást és alkotást. A technológia képessé vált arra, hogy gépek irányítsanak gépeket már nemcsak üzemi, hanem ágazati és nemzetgazdasági szinten is. Az ágazati szintű automatizálás valósul meg a „*gig economy*-nak nevezett szervezeti formában” (egyszeri feladatok megoldására szerveződött egyének, projektek keretében), annak gyerekbetegségeivel együtt. A nemzetgazdasági szintű automatizálás felé történő lépés a *blockchain* technológiák elterjedése, alkalmazása.

A mindent áthatási képesség, az *immerzivitás* a globalizáció egyik fontos jelensége, hiszen ez teszi lehetővé végső soron a világ egészét fenyegető veszélyek érzékelését és hozzájárul ezek kiküszöböléséhez. A globalizáció azt is jelenti, hogy minden jelenség a földön globális választ kell, hogy kiváltson, aminek első fázisa a jelenség értékelése abban a tekintetben, hogy az jó vagy rossz, fenyegeti a kultúra és a civilizáció fennmaradását hosszú távon vagy nem. Az MI az ítélethez szükséges információs struktúrát biztosítja, és egyben támogatást is ad a helyes válasz

³³ MAROSÁN György: A „nagy átalakulás” – egy újabb szakasz jelei. Köz-gazdaság, 16. évfolyam 4. szám, 2021. pp. 81–94. <https://retp.eu/index.php/retp/article/view/1376/1312>; letöltés: 2022.10.04.)

³⁴ SUSSKIND, Jamie: Future Politics: Living Together in a World Transformed by Tech. Oxford University Press, Oxford, 2018.

megtalálásához az egyes gazdálkodók részére. A válasz része a probléma átélésének támogatása, a kiterjesztett vagy a virtuális valóság szimulációinak létrehozásával, illetve a túlélést segítő elemek megismerése vagy az azt fenyegető elemekre történő figyelemfelhívás. Ezek az eszközök nem álmvilágot hoznak létre, nem idegenítik el a valóságtól az embert, feltéve, hogy a technológia ellenőrzése és szabályozása a közjónak és az alapvető értékrendnek, a biztonság, a szabadság, a demokrácia és a jólét értékeinek van alárendelve. Ez azonban csak akkor valósulhat meg, ha az MI kikényszeríti a demokrácia és ezen keresztül a politika fogalmának újraalkotását.

A demokrácia újraértelmezése – a kód szerepe

A neoliberalizmus elválasztotta egymástól a demokráciát és a politikát, az ezt meghaladó új elméletek, a politikatudomány új áramlatai ezzel szemben újraértelmezik a gazdasági demokrácia fogalmát.³⁵ A részvétel a politikában az értékrend belátásának és alkalmazásának folyamata. Nem egyszerűen a beleszólás, hanem a szabálykövetés és az erre vonatkozó elköteleződés kinyilvánítása. Minden cselekvés, döntés, tevékenység részvétel, ahogy az előbb a technológia kapcsán bemutattuk, amiből az is következik, hogy a szervezeti vagy egyéni szabályok alkotása a részvétel módja. Az infokommunikációs technológiák ezt a kódok segítségével tudják ösztönözni.

A kód hatalmát gyakran hasonlítják az állam működéséhez és gyakran összevetik a tudományos fantasztikus irodalom különböző disztópiáival. Ezekkel szemben a jelenleg megvalósuló modell lényegi összetevője, hogy a kódok alkalmazása önként választott és önként követett szabály. Nem az egyén ellenében, hanem annak érdekében használják, aminek a kód használója tudatában is van. Bár mindig felmerül az ellenkező veszélye, de az eddig tapasztalat mégis azt támasztja alá, hogy az önkéntes elemet nem lehet kiiktatni.

A gazdaságpolitika és a technológiapolitika fókuszában a tudatosság erősítése áll, amihez párosul a kódokat szolgáltató cégek ellenőrzését segítő technológia megteremtése. Mindezek nem a kódok megszüntetésére, hanem a valódi, a fejlődést segítő funkció kiterjesztésére utalnak. A kód az államszervezet demokratizálása, az elidegenedés meghaladása a stabilitás veszélyeztetése nélkül.

Az állam értelmezésében a vulgármarxista hagyomány az erőszakszervezet elemet emelte ki, úgy fogalmaztak, hogy az állam az erőszak monopóliumával rendelkezik. Ezt vette át Max Weber is, és az ő hatására terjedt el a nyugati szakirodalomban. A kód politikai gazdaságtani szerepe e definíció meghaladását segíti, hiszen az erőszak „demokratizálása” megy végbe. *A szabálykövetéshez szükséges ellenőrzés és szankcionálás az infrastruktúra részévé válik, önként vállalt kööttség.* Ez a folyamat nem új, hiszen például a közúti járművek használatában a GPS is ilyen szerepet tölt be.

³⁵ SMITH, Vernon L. – WILSON, Bart J.: *Humanomics: Moral Sentiments and the Wealth of Nations for the Twenty-First Century*. Cambridge University Press, Cambridge, 2019.

Ezzel együtt elengedhetetlen az állam fogalmának újraértelmezése is, ami szintén jelen van a szakirodalomban. *Az állam az értékrend alkalmazásának szervezete*, aminek legalább két összetevője van: az igazgatási és a mozgalmi funkció, az állampolgárok motiválása a belátásra és az értékrend alkalmazására. Ez a mozgalmi szerep egy sajátos „vallási” elem, nem véletlen, hogy a vallásfilozófiában ennyi előrelépés történt az elmúlt két évtizedben. A két összetevő, az igazgatási és a mozgalmi egysége teremti meg az állam értékrendi stabilitását, amit igazolhat a klasszikus görög filozófiai hagyomány is: az állam alkotása az igazságosság érdekében történt.

Jogállam és tökéletesedés

A tanulmányban amellet érvelünk, hogy már a jelenleg ismert technológiai színvonalon is – és még inkább akkor, ha az ürtechnika előretör – a kódból fakadó technológiai lehetőségek a fejlődést akkor segítik, ha a politikai intézményrendszer képes a megújulásra, a demokrácia és a jogállami normákat közvetíti, és nem csak a republikánus hagyománynak felel meg. A különbség a kettő között az, hogy a jogállam mindenki számára biztosítja a tökéletesedést és csak a legszélsőségesebb értékrendtagadókat, a tudatos gazembereket rekeszti ki. Ezzel szemben a republikánus hagyomány még az osztálytársadalom talaján áll, aminek része a társadalom széles csoportjainak a kizárása a technológiai fejlődésből és a demokráciából.

Az kétségtelen, hogy különösen a mi térségünkben ez a republikánus demokráciafelfogás volt az irányadó, a rendszerváltást kísérő ideológiai keret. A liberális demokrácia valóban közelebb állt a republikánizmushoz a jogállamnál, és ennek megváltozása szorosan összekapcsolódik az MI biztosította előnyök kihasználásával nemcsak Magyarországon, hanem a világ egészén, különös tekintettel a felzárkózó országokra.

A jogállami demokráciafelfogás abban különbözik a republikánus hagyománytól, hogy a normák követéséhez eszközöket kínál, és a társadalom tagjaiban a tökéletesedés iránti elköteleződést hozza létre. Állampolgárrá nem azáltal válnak, hogy tökéletesek, hanem azáltal, hogy előfeszítést tesznek a tökéletesedésre, és ezáltal tanulják az értékrend alkalmazását. Ez valóban önoptimalizálás, ahogy azt Han írja, de az optimum az értékrend értelmében vett tökéletesség, nem pedig a profitmaximalizálás.

A tökéletesedés a transzhumanizmus lényege, felelevenítve a közbenső lényre vonatkozó filozófiai hagyományt.³⁶ Már Szent Ágoston is írt erről, de Descartes óta különösen jelen van az a felfogás, hogy az ember az anyag és Isten között áll, közvetíti az értékrendet az anyagra és ezáltal ő maga is tökéletesedik. A transzhumanizmus végső soron ennek a szemléletnek a folytatása. A már említett filozófiai hagyomány ezt nem individualizmusként írja le, hanem az értékrendalapú intézményrendszer feladatának tekinti az erre történő ösztönzést.

³⁶ KURZWEIL, Raymond: Genetikai örökségünk béklyójának lerázása. In: HRYNKOW, Christopher (szerk.): Gondolatok a transzhumanizmusról. Pallas Athéné Kiadó, Budapest, 2022. pp. 17–26.

Ágoston esetében ezt a szerepet alapvetően az egyház és Isten városa töltötte be. Descartes ezt egészítette ki a tudománnyal, amely az értékrendnek van alárendelve. Napjaink transzhumanizmusa ezt például a részvételi teológia néven foglalja össze, amelynek célja a részvétel az értékrendalapú irányításban. A részvételi teológia a természettörvényt is másként értelmezi, mint ahogy azt a vulgármarxizmus tárgyalta. Az nem vak szükségszerűség, fátum, ebből fakadóan a szabadság nem pusztán felismert szükségszerűség, hanem a helyes társadalom eszméjének kutatása, és ennek része a természettel való összhang keresése. Nem a természeti korlát legyőzése az átfogó szemléleti keret, bár az értelem vezeti a természethez való viszonyunkat. Nem vagyunk sem a természet rabszolgái, sem korlátlan, zsarnoki urai. Ennek a szemléletnek az egyik alkalmazása az identitás és a genetika kapcsolata. Az identitás a részvétel része, és nem az individualizmus működése. Az identitás a küldetés alkalmazása, a társadalomban betöltött szerep elfogadásához és betöltéséhez tartozik. Az identitás mögött meghúzódó mélyebb probléma a test és a lélek viszonya. Ebben a tekintetben sem a dualizmus, sem a differenciálatlanság nem elég, a tudomány – a filozófia és a közgazdaságtan – ebben a tárgykörben is a megtestesült elme álláspontján áll.

Az elme–test viszony nem szoftver–hardver kapcsolat, hanem egységes, egymástól elméletileg és gyakorlatilag is el nem választható összetevő. Ugyanakkor mégis van hierarchia, hiszen a lélek vezeti a testet, ami hozzásegít az úgynevezett kiborgprobléma megoldásához. A test tökéletesítésének célja a részvétel, az ehhez kapcsolódó identitás pedig a társadalmi munkamegosztásban betöltött helytől függ.

A politikai intézményrendszer célja mindig is a közösség ügyeinek intézése volt, az alapvető értékek, a kultúra fenntartásának vezetése a társadalomban, aminek egyik része az igazgatás, másik eleme ennek belátása a közösség részéről. Ez utóbbi azt is jelenti, hogy az adott kor technikai gazdasági feltételeinek függvényében bevonni mindenkit az értékek alkalmazásába. Ez az erkölcsi rend közös megalkotása, és ebben a tekintetben csak nagyon szűk körre szűkíthető a közömbösség, az állam semlegessége.³⁷ Van ilyen terület, hiszen magánélet és közélet között van határ, de ebben a tekintetben a neoliberalizmus túl tágra húzta meg a határvonalakat. A demokratikus vita azt jelenti, hogy a fejlődésben a társadalom az értékrendi stabilitás megőrzésére törekszik, és ez közös tanulási folyamat. A jó alkalmazására irányul a közös erőfeszítés, ami nem lehet magánügy, hiszen akkor az egyén valóban kiszolgáltatottá válik a technika számára.

ÖSSZEGZÉS

Összegezve, a technológiai átalakulás társadalmi, intézményi átalakulással jár kéz a kézben, folyamatos kölcsönhatásban. Ahogyan a szénalapú technológia által okozott széles körű nyomorra válaszul megszületnek a jóléti államok, úgy álláspontunk szerint a napjainkban végbemenő technikai fejlődésre is folyamatosan válaszokat keresünk, és válaszainkkal befolyásoljuk a technikai fejlődés irányát is, ahogy tette a Ten Hour Act is.

³⁷ SZABÓ Dorottya: *Erkölcsefilozófia és közgazdaságtan*. Köz-gazdaság, 16. évfolyam 4. szám, 2021. pp. 305–314.
https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/7117/1/KG_2021n4a21.pdf; letöltés: 2022.10.10.

A legsürgetőbb feladataink (közpolitikák, menedzsmenttudományok, technológiák szabályzásának feladata) közé tartozik az önkizsákmányolás felszámolása, különben kiégés, depresszió lesz a kollektív osztályrészünk, ami egyrészt nem kívánatos (ebben reményeink szerint széles körű egyetértés van), de nem is segíti azoknak a nem kognitív képességeknél a fejlődését, amelyekre – Deming és Fazekas alapján – olyan nagy igénye van és lesz a gazdaságnak.

Összevetve a dolgozat különböző megállapításait, úgy látjuk, hogy a transzhumanizmus a legplauzibilisebb jövőkép, amivel a szakirodalom szolgálhat. Viszont érdemes ezt az elképzelést etikai és erkölcsi keretekben értelmezni, hogy mindenképpen a minőségi életet szolgálja. Általa a munka elveszíti kényszerű jellegét is, felszabadítva azt, ami a társadalmi munkamegosztás keretét is újradefiniálja. További kutatási lehetőség lehetne a kutatási témánk egyik vagy másik aspektusának mélyebb feltárása politikai szinten, például a munkaidő csökkentésének lehetősége a döntéshozatal megkönnyítése érdekében.

IRODALOMJEGYZÉK

- ARISZTOTELÉSZ: Politika. Gondolat Kiadó, Budapest, 1984.
- ARTNER Annamária: Technikai haladás és munka-történelmi és globális megközelítésben. Köz-gazdaság, 14. évfolyam 4. szám, 2019. pp. 11–22.
<https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/5483/1/223-Article%20Text-664-1-10-20200408.pdf>; letöltés: 2022.11.17.
- BÁNFALVY Csaba: A munkanélküliség szociálpszichológiájáról. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2003.
- BREGMAN, Rutger: Utópia realistáknak. Cser Kiadó, Budapest, 2019.
- DEMING, David J.: The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market. The Quarterly Journal of Economics, Volume 132, Issue 4, November 2017. pp. 1593–1640.
<https://academic.oup.com/qje/article/132/4/1593/3861633>; letöltés: 2022.10.21.
- FAZEKAS, Károly: Nem kognitív készségek kereslete és kínálata a munkaerőpiacon. Budapest Munkagazdaságtani Füzetek, BWP 2017/9.
http://real.mtak.hu/70290/1/FK_BWP1709_jav_OE_FKjav_u.pdf; letöltés: 2022.11.05.
- FUKUYAMA, Francis: The end of history? The National Interest, No. 16, Summer 1989. pp. 3–18.
http://www.drmalickikk.atw.hu/wp_readings/fukuyama.pdf; letöltés: 2022.11.25.
- HAN, Byung-Chul: A kiégés társadalma. Typotex Kiadó, Budapest, 2019.
- HEGEL, Georg Wilhelm Friedrich: Ifjúkori írások. Gondolat Kiadó, Budapest, 1982.
- HICKS, John R.: Value and Capital: An Inquiry into some Fundamental Principles of Economic Theory. Oxford University Press, Oxford, 1975.
- JAHODA, Marie: Work, employment, and unemployment: Values, Theories, and Approaches in Social Research. American Psychologist, Volume 36, Issue 2, 1981. pp. 184–191.
- JAHODA, Marie – LAZARSFELD, Paul F. – ZEISEL, Hans: Marienthal. Új Mandátum Könyvkiadó–Max Weber Alapítvány, Budapest, 1999.

- JÁNOSSY Ferenc: A gazdasági fejlettség mérhetősége és új mérési módszere. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1963.
- JEVONS, Stanley W.: The Theory of Political Economy. Palgrave Macmillan, London, 2013.
- KEYNES, John Maynard: Economic possibilities for our grandchildren.
In: KEYNES, John Maynard (szerk.): Essays in Persuasion. Palgrave Macmillan, London, 2010. pp. 321–332.
- KISSINGER, Henry: World order. Penguin Books, London, 2015.
- KURZWEIL, Raymond: Genetikai örökségünk béklyójának lerázása.
In: HRYNKOW, Christopher (szerk.): Gondolatok a transzhumanizmusról. Pallas Athéné Kiadó, Budapest, 2022. pp. 17–26.
- MALM, Andreas: Fossil Capital: The Rise of Steam Power and the Roots of Global Warming. Verso Books, London, 2016.
- MAROSÁN, György: A „nagy átalakulás” – egy újabb szakasz jelei.
Köz-gazdaság, 16. évfolyam 4. szám, 2021. pp. 81–94.
<https://retp.eu/index.php/retp/article/view/1376/1312>; letöltés: 2022.10.04.
- MARSHALL, Alfred: Principles of Economics. Macmillan Publishers, London, 1920.
- MARX Károly: A tőke. Kossuth Kiadó, Budapest, 1967.
- PASCAL, Blaise: Gondolatok. Gondolat Kiadó, Budapest, 1978.
- PIGOU, Arthur Cecil: Wealth and welfare. Macmillan Publishers, London, 1912.
- PLATÓN: Az államférfi. Atlantisz Kiadó, Budapest, 2007.
- SMITH, Vernon L. – WILSON, Bart J.: Humanomics: Moral Sentiments and the Wealth of Nations for the Twenty-First Century. Cambridge University Press, Cambridge, 2019.
- SUSSKIND, Jamie: Future Politics: Living Together in a World Transformed by Tech. Oxford University Press, Oxford, 2018.
- SZABÓ Dorottya: Erkölcsefilozófia és közgazdaságtan.
Köz-gazdaság, 16. évfolyam 4. szám, 2021. pp. 305–314.
https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/7117/1/KG_2021n4a21.pdf; letöltés: 2022.10.10.
- TÖZSÉR János: Az igazság pillanatai: Esszé a filozófiai megismerés sikertelenségéről. Kalligram Kiadó, Budapest, 2018.
http://real.mtak.hu/91644/1/07_TOZSER-J_Azigazsagpillanatai_BOOK.pdf;
letöltés: 2022.09.15.
- VEBLEN, Thorstein: The Theory of Business Enterprise. Routledge, London, 1978.
- VEBLEN, Thorstein – MILLS, C. Wright: The Theory of the Leisure Class. Routledge, New York, 1992.
- WARR, Peter: Work, unemployment, and mental health. Oxford University Press, Oxford, 1987.

MARCINIAK RÓBERT – BAKSA MÁTÉ
**EMBERI ÉS GÉPI HÁLÓZATOK:
A DIGITÁLIS TECHNOLÓGIÁK ÉS A MESTERSÉGES
INTELLIGENCIA HATÁSA A SZEREPLŐK
EGYÜTTMŰKÖDÉSÉRE**

BEVEZETÉS

Az elmúlt évek társadalmi és gazdasági átalakulása és fejlődése mögött legfőképpen egy új technológiai forradalom áll, amelynek középpontjában a mesterséges intelligencia (MI) és számos új, üzleti piacokat és gazdasági szektorokat is felforgató (diszruptív) technológia megjelenése, illetve korábban már meglévő technológiák újfajta alkalmazhatósága (pl. összekapcsolásuk vagy képességeik kiterjesztése) áll.¹ A változások hajtóerejét jelentő digitális és egyéb technológiák – és különösen az MI – nemcsak új eszközöket adtak a gazdaság és a társadalom szereplői számára, de magukat a szereplőket és a közöttük lévő interakciókat is gyökeresen megváltoztatták.² Új szereplők és újfajta együttműködések alakultak ki, aminek tudományos vizsgálata a technológia gyors változása miatt jelentős lemaradásban van. Pedig a szereplők és a közöttük lévő együttműködések megértése és tudatos alakítása az egyre inkább hálózatossá váló jövő kulcsa.

A hálózatkutatás „új tudománya”

A szervezetek társadalmi-gazdasági környezete a technológiai fejlődés és a globalizáció miatt minden eddiginél összetettebbé és bonyolultabbá vált. Ezzel párhuzamosan az innováció és a magasabb hozzáadott érték előállításához elengedhetetlenné vált a szervezetek, ezeken belül pedig a személyek szorosabb összekapcsolódása, együttműködése. Elsősorban e folyamatoknak köszönhető, hogy a szervezeteket hálózati megközelítésben vizsgáló kutatások virágkorukat élik, és egyre több publikáció születik a személyközi és szervezetközi hálózatok témájában. A hálózat mint vizsgálati megközelítés azonban nem csak a társadalomtudományok területén népszerű: különböző természet- és bölcsészettudományi diszciplínák kutatói is mind többet alkalmaznak a sejtbiológiától a nyelvészetig. Barabási Albert László³ egyenesen a hálózatok új tudományáról beszél: azt állítja, hogy a hálózatokban megjelenő mechanizmusok, szabályszerűségek egy része tudományterületeken átívelően igazolható.

¹ CHRISTENSEN, Clayton M. – OVERDORF, Michael: Meeting the Challenge of disruptive Change. Harvard Business Review, Volume 78, Issue 2, March–April 2000.

<https://hbr.org/2000/03/meeting-the-challenge-of-disruptive-change>; letöltés: 2022.12.18.

² MÓRICZ Péter – MARCINIAK Róbert – BAKSA Máté: Excellence and Renewal. Digital Transformation Patterns in the Hungarian Business Services Sector. Vezetéstudomány / Budapest Management Review, Volume 53, Issue 5, 2022. pp. 32–44.

<https://doi.org/10.14267/veztud.2022.05.03>; letöltés: 2022.12.07.

³ BARABÁSI Albert László: Network science. Cambridge University Press, Cambridge, 2016.

A hálózat kutatás néhány paradigmikus sajátosságát Baksa és Drótos foglalták össze.⁴ Érvelésük szerint e jellemzőkből következik, hogy a hálózatos megközelítés rendkívül jól alkalmas az egyre több adatot tartalmazó, egyre komplexebb világunk elemzésére szinte bármely tudományos diszciplína vizsgálódási területén. Meglátásunk szerint ugyanezen okokból alkalmas a szociomateriális rendszerek működésének leírására. A hálózatos megközelítés tehát:

- Jól kezeli a komplexitást. A hálózatok kiválóan alkalmasak komplex rendszerek leegyszerűsítésére. A szereplők és a kapcsolatok uniformizálásával sok információról mondunk le, ezáltal azonban olyan mintázatokat térképezhetünk fel, amelyek egyébként rejtve maradnának előttünk.⁵ Egy munkahelyi kommunikációs hálózatot vizsgálva például minden munkatársat és minden kapcsolatot egyformán tekinthetünk (ami súlyos leegyszerűsítés), ugyanakkor a hálózatra tekintve feltárulhatnak előttünk a szervezetet információval ellátó kommunikációs csomópontok és a szervezeti egységeket összekapcsoló hidak.

- Nagy mennyiségű adat kezelésére képes. Napjaink szervezetei egyre több adattal rendelkeznek saját működésükről és a munkatársaik közötti kapcsolatokról. A személyek vagy rendszerek közötti együttműködések feltárásához egyre kevésbé van szükség kérdőíves adatfelvételre: a különböző szereplők virtuális rendszerekben hagyott lábnyomai, illetve naplózott rendszeradatai kiváló alapot biztosítanak a vizsgálatokhoz. A hálózati modellek kiválóan képesek kezelni a nagy adatmennyiséget, amelyből a segítségükkel hatékonyan tudjuk kiválasztani a hasznos és a jelentőségteljes adatokat.⁶

- Bármely elemzési szinten alkalmazható. A szereplők közötti kapcsolódások a szervezet kutatás bármely szintjén vizsgálhatók hálózatként. Akár tisztán személyközi kapcsolatokról van szó, akár szociomateriális rendszerekben létrejövő ember-gép vagy gép-gép kapcsolatokról, a hálózatmetafora segítségével elemezni tudjuk ezeket.

- Mélyebb összefüggések feltárására alkalmas. A szervezetelméletek között régóta meghatározó irányt képviselnek a kontingencialista megközelítések, vagyis azok az elméleti iskolák, amelyek a szervezeteket nem önmagukban, hanem gazdasági, társadalmi és technológiai környezetükbe ágyazva vizsgálják. A hálózati megközelítés azonban a közvetlen kapcsolatokon túl a távolabbi hatások fontosságára is rávilágít: megmutatja, hogy az egyes szereplők működése nemcsak a velük kapcsolatban álló szereplőkre hat, de azokra is, akiktől a hálózatban két-három vagy akár még több lépés választja el őket.⁷

⁴ BAKSA Máté – DRÓTOS György: A szervezetek hálózatelmélete: gondolati lépések egy új paradigma felé. *Magyar Tudomány*, 182. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 69–80.
<https://doi.org/10.1556/2065.182.2021.1.11>; letöltés: 2022.12.16.

⁵ BORGATTI, Stephen P. – MEHRA, Ajay – BRASS, Daniel J. – LABIANCA, Giuseppe: Network Analysis in the Social Sciences. *Science*, Volume 323, Issue 5916, Feb 2009. pp. 892–895.
<https://doi.org/10.1126/science.1165821>; letöltés: 2022.12.07.

⁶ BARABÁSI Albert László: *Network science*. Cambridge University Press, Cambridge, 2016.

⁷ CHRISTAKIS, Nicholas A. – FOWLER, James H.: *Kapcsolatok hálójában: Mire képesek a közösségi hálózatok, és hogy alakítják sorsunkat*. Typotex Kiadó, Budapest, 2010.

- Láthatóvá teszi az áramlások terjedését. A hálózati kapcsolatok mintázatait elemezve azt is meg tudjuk figyelni, hogy bizonyos információk tartalmak vagy erőforrások milyen útvonalakon haladnak a szervezetekben vagy más szociomateriális rendszerekben, hova jutnak el gyorsabban és hova lassabban, illetve hogy terjedésük mely szereplőkön múlik leginkább. Szervezeti kontextusban ez segíthet megérteni a hálózati tanulást,⁸ a tudás vagy az újdonságok áramlásának jellegzetességeit,⁹ valamint a kritikus erőforrások eloszlásának szabályszerűségeit.

- Jól vizualizálható. A hálózatok gráfszerű megjelenítése a témában kevésbé járatos személyek számára is gyors átlátást tesz lehetővé, vagyis a hálózatok vizuálisan is támogatják a lényeges mintázatok bemutatását. E kiváló adattömörítő és prezentáló képesség különösen alkalmassá teszi a hálózatokat arra, hogy vezetői döntéseket támogassanak.

Tudáshálózatok

Egy hálózat legáltalánosabb meghatározása nem más, mint egymással kapcsolatban álló, azonos identitású rendszerelemek (nódusok, szereplők) készlete.¹⁰ Tudáshálózatnak a hálózati szereplők olyan kapcsolódási rendszerét nevezzük, amelynek elsődleges célja a szereplők által birtokolt tudás megosztása és ezen keresztül új tudás létrehozása.¹¹

A modern szervezetek vezetőinek egyik legnagyobb kihívása a munkatársak közötti tudásmegosztás és együttműködés erősítése – különösen az olyan tudásintenzív ágazatokban, mint az üzleti szolgáltatások vagy a kutatás-fejlesztés.¹² A szervezetek tudásintegráló képessége erőteljesen befolyásolja, milyen mértékben képesek innováció létrehozására,¹³ ami pedig érdemben meghatározza a versenyképességüket.

⁸ CSONTOS Réka Sára – SZABÓ Zsolt Roland: Hálózati tanulás – tanuló hálózatok. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, Volume 50, Issue 1, 2019, pp. 2–13.
<https://doi.org/10.14267/veztud.2019.01.01>; letöltés: 2022.12.16.

⁹ BAKSA Máté – BÁDER Nikolett: A tudáskérés és tudásmegosztás feltételei – egy szervezeti tudáshálózat elemzése. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, Volume 51, Issue 1, 2020, pp. 32–45.
<https://doi.org/10.14267/veztud.2020.01.03>; letöltés: 2022.12.10.

¹⁰ CSERMELY Péter: *A rejtett hálózatok ereje: Mi segíti a világ stabilitását?* Vince Kiadó, Budapest, 2005.

¹¹ SKERLAVAJ, Míha – DIMOVSKI, Vlado – DESOUZA, Kevin C.: Patterns and Structures of Intra-organizational Learning Networks within a Knowledge-Intensive Organization. *Journal of Information Technology*, Volume 25, Issue 2, March 2010.
<https://doi.org/10.1057/jit.2010.3>; letöltés: 2022.12.06.

TORTORIELLO, Marco – REAGANS, Ray – MCEVILY, Bill: Bridging the Knowledge Gap: The Influence of Strong Ties, Network Cohesion, and Network Range on the Transfer of Knowledge Between Organizational Units. *Organization Science*, Volume 23, Issue 4, 2012, pp. 1024–1039.
<https://doi.org/10.1287/orsc.1110.0688>; letöltés: 2022.12.10.

¹² ALVESSON, Mats: *Knowledge Work and Knowledge-Intensive Firms*. Oxford University Press, Oxford, 2004.

¹³ MENDOZA-SILVA, A.: Innovation capability: A sociometric approach. *Social Networks*, Volume 64, January 2021, p. 72–82.
<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2020.08.004>; letöltés: 2022.12.10.

ODEI, Samuel Amponsah – STEJSKAL, Jan: The Influence of Knowledge Sources on Firm-Level Innovation: The Case of Slovak and Hungarian Manufacturing Firms. *Central European Business Review*, Volume 7, Issue 2, 2018, pp. 61–74.
<https://doi.org/10.18267/j.cebr.199>; letöltés: 2022.12.10.

A szervezetek innovációs képességének háttérében álló néhány tényezőt, például a vezetői támogatást,¹⁴ a szervezeti kultúra¹⁵ és a szervezeti struktúra hatásait,¹⁶ vagy a külső kapcsolatok¹⁷ és a technológia jelentőségét már több korábbi kutatás feltárta. Végül soron azonban sok múlik egyes szervezeti tagok döntésén a tekintetben, hogy kérnek-e tanácsot, megosztják-e tudásukat, illetve együttműködnek-e kollégáikkal.

A modern szervezetekben az emberi munkatársak mellett a technikai eszközök is egyre fontosabb szerepet játszanak a tudástranszfer és a kollaboráció folyamataiban. Szerepét tekintve a technológia egyre kevésbé passzív, s egyre inkább aktív részese a szervezetek működésének. A különböző, fizikai testtel rendelkező, avagy virtuális térben működő robotok, kifinomult automaták és mesterségesintelligencia-modellek korábban az eszközök egyre jelentősebb része képes önálló munkavégzésre, tanulásra és alkalmazkodásra. E jelenséget hangsúlyozva szokás több elméleti megközelítésben a technikai eszközök ágenciájáról beszélni, s az eszközöket magukat is ágensekként kezelni.

A szervezeten belüli tudás megléte önmagában ritkán elegendő: a szereplők közötti tudástranszferre van szükség annak érdekében, hogy a megfelelő helyen és a megfelelő időben jelen legyen. Noha a tudásintenzív szervezetek számos technológiát használnak a tudás externalizálására, tárolására és megosztására, a legtöbb esetben a tudásátadás még mindig úgy történik, hogy az egyik szereplő (ember vagy gép) segítséget, információt kér a másiktól.¹⁸ Az utóbbi években egyre nagyobb tudományos érdeklődés mutatkozik¹⁹ a szervezeti tudáshálózatok, azaz az

ŠKUDIENĚ, Vida – AUTYTĚ-KVEDARAVIČIENĚ, Ieva – GABRIELAITYTE, Ugnė: Knowledge Management and Perceived Organisational Innovativeness in Global Organisations. *Central European Business Review*, Volume 10, Issue 3, 2021. pp. 51–65.

<https://doi.org/10.18267/j.cebr.260>; letöltés: 2022.12.16.

¹⁴ MINBAEVA, Dana B.: Knowledge transfer in multinational corporations. *Management International Review*, Volume 47, Issue 4, 2007. pp. 567–593.

<https://doi.org/10.1007/s11575-007-0030-4>; letöltés: 2022.11.25.

¹⁵ AJMAL, Mian – KOSKINEN, Kaj U.: Knowledge Transfer in Project-Based Organizations: An Organizational Culture Perspective. *Project Management Journal*, Volume 39, Issue 1, 2008. pp. 7–15.

<https://doi.org/10.1002/pmj.20031>; letöltés: 2022.12.07.

¹⁶ AJMAL, Mian – HELO, Petri – KEKÄLE, Tauno: Critical factors for knowledge management in project business. *Journal of Knowledge Management*, Volume 14, Issue 1, February 2010. pp. 156–168.

<https://doi.org/10.1108/13673271011015633>; letöltés: 2022.12.10.

¹⁷ CSEDŐ Zoltán – ZAVARKÓ Máté: The role of inter-organizational innovation networks as change drivers in commercialization of disruptive technologies: the case of power-to-gas. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, Volume 28, 2020. pp. 53–70.

<https://doi.org/10.5278/ijsep.3388>; letöltés: 2022.12.07.

¹⁸ BESSENYEI István: Napló a hálózati tanításról. *Információs Társadalom*, 5. évfolyam 3. szám, 2005. pp. 47–62.

<https://doi.org/10.22503/inftars.v.2005.3.4>; letöltés: 2022.11.25.

MIRC, Nicola – PARKER, Andrew: If you do not know who knows what: Advice seeking under changing conditions of uncertainty after an acquisition. *Social Networks*, Volume 61, May 2020. pp. 53–66.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2019.08.006>; letöltés: 2022.12.10.

¹⁹ BRENNECKE, Julia – RANK, Olaf N.: The interplay between formal project memberships and informal advice seeking in knowledge-intensive firms: A multilevel network approach. *Social Networks*, Volume 44, January 2016. pp. 307–318.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2015.02.004>; letöltés: 2022.12.18.

LAZEGA, Emmanuel – BAR-HEN, Avner – BARBILLON, Pierre – DONNET, Sophie: Effects of competition on collective learning in advice networks. *Social Networks*, Volume 47, October 2016. pp. 1–14.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2016.04.001>; letöltés: 2022.11.25.

egymással kapcsolatban álló szereplők olyan halmazának tanulmányozása iránt, amelynek célja a más szereplők által birtokolt tudás megosztása és új tudás létrehozása.²⁰

Ahogy Hortoványi és Szabó,²¹ illetve Mattar és munkatársai²² megállapították, a tudásátadáshoz strukturális, kognitív és kapcsolati feltételeknek kell teljesülniük. Vagyis szükség van a tudásmegosztás lehetőségére, képességére és szándékára. A strukturális és kognitív tényezőkkel ellentétben a tudásmegosztás kapcsolati feltételei ugyanakkor kevésbé láthatóak a vezetők számára, és gyakrabban félre is értik ezeket,²³ ezért kevésbé veszik ezeket figyelembe a munka tervezésekor.

Az információs és kommunikációs technológia közelmúltbeli fejlődése ellenére az emberek továbbra is inkább személyesen vagy virtuális platformokon keresztül beszélgetnek egymással, hogy a munkájukhoz szükséges tudást és információkat megszerezzék.²⁴ Az online vagy offline beszélgetések azért népszerűbbek például a dokumentumok olvasásánál, mert a tudás gyakran tacit, komplex vagy kontextusfüggő, és így nem könnyen kodifikálható.²⁵ Cross egy tanácsadó vállalatnál végzett tanulmányában²⁶ a megkérdezett vezetők 85%-a számolt be arról, hogy a munkájuk szempontjából kritikus tudás megszerzése érdekében kapcsolatba lépett vezetőtársaival

TREGLOWN, Luke – FURNHAM, Adrian: Birds of a feather work together: The role of emotional intelligence and cognitive ability in workplace interaction and advice networks. *Personality and Individual Differences*, Volume 158, May 2020.

<https://doi.org/10.1016/j.paid.2020.109833>; letöltés: 2022.12.07.

²⁰ SKERLAVAJ, Miha – DIMOVSKI, Vlado – DESOUZA, Kevin C.: Patterns and Structures of Intra-organizational Learning Networks within a Knowledge-Intensive Organization.

<https://doi.org/10.1057/jit.2010.3>; letöltés: 2022.12.06.

²¹ HORTOVÁNYI Lilla – SZABÓ Roland Zs.: Knowledge and Organization: A Network Perspective. *Society and Economy*, Volume 28, Issue 2, 2006. pp. 165–179.

<https://doi.org/10.1556/socec.28.2006.2.6>; letöltés: 2022.11.25.

²² MATTAR, Luciano – HIGGINS, Silvio Salej Segundo – NEVES, Jorge Alexandre Barbosa: Diversity and autonomy in the structuration of a multilevel organizational social network in a technology park. *Social Networks*, Volume 68, January 2022. pp. 346–355.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2021.08.009>; letöltés: 2022.12.16.

²³ MARINEAU, Joshua E. – LABIANCA, Giuseppe (Joe) – BRASS, Daniel J. – BORGATTI, Stephen P. – VECCHI, Patrizia: Individuals' power and their social network accuracy: A situated cognition perspective. *Social Networks*, Volume 54, July 2018. pp. 145–161.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2018.01.006>; letöltés: 2022.12.18.

MARINEAU, Joshua E. – LABIANCA, Giuseppe (Joe): Positive and negative tie perceptual accuracy: Pollyanna principle vs. negative asymmetry explanations. *Social Networks*, Volume 64, January 2021. pp. 83–98.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2020.07.008>; letöltés: 2022.12.10.

²⁴ CAUSHOLLI, Monika – FLOYD, Theresa – JENKINS, Nicole Thorne – SOLTIS, Scott M.: The ties that bind: Knowledge-seeking networks and auditor job performance. *Accounting, Organizations and Society*, Volume 92, July 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.aos.2021.101239>; letöltés: 2022.11.25.

²⁵ NEBUS, James: Building Collegial Information Networks: A Theory of Advice Network Generation. *Academy of Management Review*, Volume 31, Issue 3, 2006. pp. 15–637.

<https://doi.org/10.5465/amr.2006.21318921>; letöltés: 2022.12.18.

²⁶ CROSS, Rob – BORGATTI, Stephen P. – PARKER, Andrew: Beyond answers: dimensions of the advice network. *Social Networks*, Volume 23, Issue 3, July 2001. pp. 215–235.

[https://doi.org/10.1016/s0378-8733\(01\)00041-7](https://doi.org/10.1016/s0378-8733(01)00041-7); letöltés: 2022.12.10.

vagy alkalmazottjaival. Újabb tanulmányok is megerősítették ezeket az eredményeket, különösen tudásintenzív szervezetekben.²⁷

E tekintetben érdemi változást hozhatnak a természetes nyelven kommunikálni képes chatbotok vagy mesterségesintelligencia-modellek, mint például a közelmúltban nyilvánosan is bemutatott ChatGPT. A természetes nyelven történő kommunikáció ember és gép között komplex, nehezen hozzáférhető vagy nehezen érthető információ megkeresését és átadását is lehetővé teszi. Ez tehát nem csupán az ember-gép együttműködések szempontjából jelent forradalmi változást, de a szervezet tagjainál meglévő tacit tudás externalizációja (illetve új tudás internalizációja, elsajátítása) szempontjából is.

A szervezeti tudástranszferben részt vevő szereplők és a köztük lejátszódó interakciók leírására kiválóan alkalmas a hálózatelméleti megközelítés, hiszen ez olyan kézenfekvő elméleti keretben kezeli a jelenséget, amely képes integrálni a tudásteremtés, a tudásátadás és a tudásszerzés folyamatait, miközben az ezekben részt vevő szereplőket forrásként, közvetítőként, esetleg célpontként kezeli. A személyközi kapcsolatok mentén értelmezett tudáshálózat általánosan elfogadott meghatározása szerint „szereplők – vagyis a tudás heterogén módon elosztott tárolóhelyeiként, illetve a tudást kereső, továbbító és létrehozó ágensekként működő egyének és csoportok – olyan kapcsolatokkal összekötött halmaza, amely lehetővé teszi és egyben korlátozza is a szereplőknek a tudás megszerzésére, átadására és létrehozására irányuló erőfeszítéseit”.²⁸ Szociomateriális, vagyis emberi és tárgyi (gépi) ágensekből felépülő tudáshálózat esetén e definíciót úgy egészíthetjük ki, hogy szereplőként nem csupán emberek, de bizonyos robotok, szoftverrobotok vagy egyéb tárgyak is megjelenhetnek.²⁹

Ebből a definícióból a hálózati szereplők és kapcsolataik többféle funkciója vezethető le. Egyrészt a szereplők megjelenhetnek úgy, mint eltérő ismeretekkel rendelkező tudásgazdák (vagyis a tudás tárolói), másrészt mint aktív közreműködők a tudás megszerzésében és továbbításában (vagyis a tudás közvetítői), harmadrészt maguk is lehetnek új tudáselemek létrehozói. Az elsöre tipikus példák a különböző számítógépes adatbázisok – például online szótárak vagy meteorológiai mérések adatbázisai stb. –, a másodikra kiváló példát jelentenek a különböző tőzsdei platformok, míg a harmadikra pedig a különböző kereső algoritmusok (Google, Bing). E funkciókat a szereplők között fennálló kapcsolati háló teszi lehetővé, amely

²⁷ LAZEGA, Emmanuel – BAR-HEN, Avner – BARBILLON, Pierre – DONNET, Sophie: Effects of competition on collective learning in advice networks.

MATTAR, Luciano – HIGGINS, Silvio Salej Segundo – NEVES, Jorge Alexandre Barbosa: Diversity and autonomy in the structuration of a multilevel organizational social network in a technology park.

MIRC, Nicola – PARKER, Andrew: If you do not know who knows what: Advice seeking under changing conditions of uncertainty after an acquisition.

²⁸ PHELPS, Corey – HEIDL, Ralph – WADHWA, Aneu: Knowledge, Networks, and Knowledge Networks: A Review and Research Agenda. *Journal of Management*, Volume 38, Issue 4, 2012. pp. 1115–1166. <https://doi.org/10.1177/0149206311432640>; letöltés: 2022.12.10.

²⁹ MARCINIÁK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: The interpretation of automation and robotization based on examples from the business services sector. In: BALOGH Gábor – LÁSZLÓ Gyula – SIPOS Norbert (szerk.): Farkas Ferenc II. Nemzetközi Tudományos Konferencia 2020. Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar, 2020. pp. 55–70.

<https://pea.lib.pte.hu/handle/pea/23696>; letöltés: 2022.12.10.

elősegíti és szabályozza a tudás létrehozását és áramlását.³⁰ E három funkció emberi ágensek esetében evidens, több kutatás által is feltárt; szociomateriális rendszerekben azonban a nem emberi ágensek is betölthetik e funkciókat.

A tudáshálózatban megjelenő kapcsolatok szintén három funkciót töltenek be. Egyfelől olyan csatornák, amelyekeken át az információ terjed,³¹ másfelől olyan eszközök, amelyek segítenek a tudás kombinálásában.³² Harmadrészt pedig szűrőként is szolgálnak: a szereplők ezeken keresztül észlelik és értékelik egymás tudását.³³ Az elsősre kiváló példa a közösségi platformok szerepe (pl. Twitter, Facebook, LinkedIn), a másodikra a vállalati közösségi alkalmazások (Yammer, Workplace), míg a harmadikra egy vállalati ügyfélkapcsolat-menedzsment vagy tudásmenedzsment-alkalmazás.

A tudáshálózatokban kiemelt fontosságúak a hálózat magjában megjelenő szereplők. Minél inkább központi szerepet játszanak a hálózatban, annál több lehetőségük van információ összegyűjtésére és szétosztására. A központi jelleg olyan mérőszámokkal határozható meg, mint például a fokcentralitás, a sajátvektor-centralitás és a közöttiségcentralitás. Minden egyes mérőszám más aspektust mutat a szereplő hálózati jelentőségéről, így együttesen adnak teljes képet a szereplő fontosságáról a tudástartalmak terjedésében. A fokcentralitás (vagy irányított kapcsolatok esetében a befokcentralitás) annak a mércéje, hogy hányan fordulnak az adott szereplőhöz, közvetlenül hány másik személynek ad át tudást és információt. A sajátvektor-centralitás ezzel szemben azt is figyelembe veszi, hogy az adott szereplőhöz forduló személyek maguk milyen mértékben töltenek be központi szerepet. Egy tudáshálózatban ez azt jelenti, hogy azok a személyek, akik tudást kérnek a vizsgált szereplőtől, maguk is sokakkal osztanak meg tudást – vagyis általuk több embert érhet el egy adott tartalom. A közöttiségcentralitás azt mutatja meg, hogy a hálózati szereplők közötti összes legrövidebb út közül hány halad át a vizsgált szereplőn. Ebből pedig következtetni lehet arra, hogy az illető mennyire játszik fontos szerepet a tudástartalmak terjedésében.

Egy szereplő központi helyzete miatt meglévő tudása jóval inkább elérhető a szervezet számára, mintha a periférián helyezkedne el. A kutatások azt is bizonyítják, hogy a kapcsolatok száma összefügg a tudásmegosztás gyakoriságával. Minél sűrűbb a hálózat, annál gyakrabban osztják meg egymással a munkatársak a tudást.

³⁰ PHELPS, Corey – HEIDL, Ralph – WADHWA, Aneu: Knowledge, Networks, and Knowledge Networks: A Review and Research Agenda.

³¹ BORGATTI, Stephen P. – BRASS, Daniel J. – HALGIN, Daniel S.: Social Network Research: Confusions, Criticisms, and Controversies. *Contemporary Perspectives on Organizational Social Networks*, July 2014. pp. 1–29.
[https://doi.org/10.1108/s0733-558x\(2014\)0000040001](https://doi.org/10.1108/s0733-558x(2014)0000040001); letöltés: 2022.12.07.

³² SKERLAVAJ, Miha – DIMOVSKI, Vlado – DESOUZA, Kevin C.: Patterns and Structures of Intra-organizational Learning Networks within a Knowledge-Intensive Organization. *Journal of Information Technology*, Volume 25, Issue 2, March 2010.
<https://doi.org/10.1057/jit.2010.3>; letöltés: 2022.12.06.

³³ BORGATTI, Stephen P. – CROSS, Rob: A Relational View of Information Seeking and Learning in Social Networks. *Management Science*, Volume 49, Issue 4, Apr 2003. pp. 432–445.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.49.4.432.14428>; letöltés: 2022.12.10.



1. ábra. A tudáshálózatok elemei
Szerkesztette: Marciniak Róbert – Baksa Máté

A szereplők közötti erős személyközi kapcsolatok pozitívan befolyásolják a tudás megosztását, mert bizalmat, kölcsönös elkötelezettséget és közös normákat építenek ki közöttük.³⁴ A bizalmi kapcsolatok erősségét a kommunikáció gyakorisága, az időbeli tartósság és az érzelmi töltöttség jelzi.³⁵ Akik többet beszélnek egymással és szívesen töltik az időt együtt, azok nagyobb valószínűséggel osztanak meg tudást egymással, mint akik érzelmileg távolabb állnak egymástól. A kutatók rájöttek, hogy minél szorosabb a kapcsolat két szereplő között, annál könnyebben osztanak meg tudást egymással.³⁶ Szociomateriális rendszerekben a tudásmegosztáshoz szükséges bizalmi feltétel alapvetően az ember–ember kapcsolatokban, illetve az ember–gép kapcsolatokban az emberi ágensek részéről áll fenn. Nagyon eltérő lehet a különböző technikai eszközöket használó munkatársak technológiaelfogadása. Meghatározó erővel bírhat például egy fizikai testtel rendelkező robot kinézete (hasonlósága vagy különbsége az emberi arcokhoz és alakokhoz képest), illetve az, mennyire felel meg az emberek előzetes várakozásainak. Különösen érdekes, hogy az emberek a hálózatba kerülő gépeket jobban elfogadják, ha azok humanoid kinézettel vagy jellemzőkkel rendelkeznek (pl. emberi hang), ugyanakkor ellenérzéseket (sőt félelmet) kelt, ha az embertől nem megkülönböztethetők. Ugyancsak fontosak a felhasználói élményt érintő különböző egyéb tényezők, egy-egy rendszer használatának egyszerűsége, intuitív jellege.

A tudáshálózatokban a különböző távolságok is hatással vannak a tudásmegosztás gyakoriságára. Christensen és Pedersen³⁷ kutatása szerint például azok, akik fizikailag közelebb helyezkednek el egymáshoz, gyakrabban osztják meg tudásukat, mint az egymástól távolabb dolgozók. Ennek azonban az az ára, hogy a hálózatok a birtokolt

³⁴ PHELPS, Corey – HEIDL, Ralph – WADHWA, Aneu: Knowledge, Networks, and Knowledge Networks: A Review and Research Agenda.

³⁵ CHAN, Kelvin – LIEBOWITZ, Jay: The synergy of social network analysis and knowledge mapping: a case study. *International Journal of Management and Decision Making*, Volume 7, Issue 1, 2006. pp. 19–35. <https://doi.org/10.1504/ijmdm.2006.008169>; letöltés: 2022.12.07.

³⁶ TORTORIELLO, Marco – REAGANS, Ray – MCEVILY, Bill: Bridging the Knowledge Gap: The Influence of Strong Ties, Network Cohesion, and Network Range on the Transfer of Knowledge Between Organizational Units.

³⁷ CHRISTENSEN, Peter Holdt – PEDERSEN, Torben: The dual influences of proximity on knowledge sharing. *Journal of Knowledge Management*, Volume 22, Issue 8, 2018. pp. 1782–1802. <https://doi.org/10.1108/jkm-03-2018-0211>; letöltés: 2022.11.25.

tudás szempontjából viszonylag homogén fürtökre tagolódnak, a fürtök tagjai pedig nehezebben és ritkábban találkoznak az új tudások, innovációk előállításához szükséges saját, meglévő tudásuktól érdemben eltérő tartalmakkal. A szociomateriális rendszerek esetében a távolságok nem csupán a fizikai, de a virtuális térben is értelmezhetők: az online rendszerek belső felépítése, architektúrája, a kapcsolatok létrejöttét vagy a tartalmak megosztását szabályozó algoritmusok jellege határozza meg a szereplők közötti virtuális távolságot. Vagyis a távolság tekinthető két szereplő közötti kapcsolat létrehozásának „költiségeként” is. Minél kevésbé egyszerű a távolság áthidalása, annál nagyobb erőfeszítéseket kell tennie ennek érdekében egy szereplőnek.

A tudáshálózatok mára mindenhol jelen vannak a környezetünkben, akár az iskolai vagy a munkahelyi közösségekre és az ott alkalmazott hálózatos eszközökre gondolunk, akár például mindennapi közlekedésünk szervezésére, ahol a fizikai pozíciónk alapján (pl. GPS-vevőkészülék és műholdak automatikus kommunikációjával vagy éppen mobilkommunikációs tornyok háromszögelésével) tudunk optimális utazási útvonalakat vagy utazási eszközöket választani. De ehhez hasonlóan a (szintén műholdas és más meteorológiai szenzorokat alkalmazó komplex) hálózatos időjárás-előrejelző rendszerek segítségével a napirendünket, viselkedésünket, öltözködésünket is ma már másként határozzuk meg. Ugyanígy a magunkon viselt eszközök akár a nap 24 órájában folyamatosan monitorozzák mozgásunkat vagy az életfunkcióinkat, képesek az összegyűjtött adatokat más eszközökkel vagy a hálózatban jelen lévő más emberekkel (pl. orvos) automatikusan megosztani, viselkedésünkre vonatkozóan javaslatokat és előrejelzéseket készíteni. Vagy a termelési és a szolgáltatási (pl. telekommunikációs) rendszerek eszközei is tudáshálózatokat alkotnak, akár emberi közreműködés nélkül működve. Ahogy a környezetünkben az általunk használt különböző (szórakoztató, egészségmegőrzési, háztartási, közlekedési stb.) eszközök egyre okosabbá válnak (*smart devices*) azáltal, hogy a hálózatra kapcsolódva folyamatos interakcióban állnak a környezetükkel és szoftveresen képesek új funkciókat elsajátítani, úgy az alkalmazott eszközök életciklusát a fizikai tulajdonságoktól elválva szoftveresen lehet ma már meghosszabbítani vagy éppen lerövidíteni. Ezzel pedig nagyobb mozgásteret adva a termékfejlesztőknek és -gazdáknak a piaci kereslet befolyásolására, vagy lehetőséget a környezeti fenntarthatóságért dolgozóknak és a tervezett elavulás ellen küzdőknek.

A tudáskérés motivációi

A tudásgazda kiválasztását meghatározza továbbá a tudás tárgya és a megoldandó feladat jellege is. Ha a feladat átlátható a tudáskérő számára, akkor jobban fel tudja mérni a megoldáshoz szükséges tudást, ez pedig leszűkítheti a lehetséges tudásgazdák körét.³⁸ Borgatti és Cross szerint³⁹ a tudáskérés általában az alábbi öt motiváció valamelyikéből fakad:

³⁸ NEBUS, James: Building Collegial Information Networks: A Theory of Advice Network Generation.

³⁹ BORGATTI, Stephen P. – CROSS, Rob: A Relational View of Information Seeking and Learning in Social Networks.

- megoldás: egy feladat, kérdés vagy probléma megoldását elősegítő információ, amelynek tartalma általában tényszerű vagy procedurális tudás;
- metatudás: információ arról, hogy bizonyos tudás hol vagy kinél található meg;
- a probléma átértelmezése: a tudáskereső újfajta megközelítést, kreatív gondolatokat, külső nézőpontot nyer;
- megerősítés, jóváhagyás: a tudáskereső célja itt az eddigi ismeretek megerősítése – a tudáskereső önbizalma az interakció által növekedhet, így könnyebben meg tudja majd osztani tudását más szereplőkkel;
- legitimáció: itt a tudásgazda személye kerül középpontba; szakértelme, személyisége hitelességet tud kölcsönözni a tudáskeresőnek.

Vállalat mint információfeldolgozó egység

Az új felforgató technológiák a gazdasági élet legfontosabb szereplőinél, a vállalatoknál is alapvető változásokat eredményeztek. Az evolúciós, valamint a kompetenciaalapú vállalatelméletekhez szorosan kapcsolódik a már az 1970-es évek óta kutatott téma a vállalat mint feldolgozóegység koncepciója.⁴⁰ Az elmélet szerint a korábban Herbert Simon⁴¹ nevével fémjelzett, egyének szintjén értelmezett korlátozottracionális-elmélet kiterjeszhető a szervezetekre is. A bizonytalan, gyorsan változó környezetben a vállalat feladata, hogy folyamatosan gyűjtse és feldolgozza az információkat, amelyek szükségesek az optimális szervezeti döntések meghozatalához. Ugyanis, ahogy az egyén, úgy a vállalat sem emlékszik minden, a működéshez szükséges információra, ezért szervezeti rutinokba, szabályokba kódolja azokat, így költségminimalizáló módon a hatékony információfeldolgozás kerül a középpontba, azaz a szervezeti tagok között meglévő implicit és tacit tudás explicitté transzformálása. A szervezet gyors és hatékony információgyűjtő és -feldolgozó képessége versenyelőny forrásává válik. Az elmélet szerint a vállalat egy információgyűjtő és -feldolgozó hálózat, és célja a tudástranszformáció optimalizálása.⁴²

A szervezeti tudáshálózat szereplői nagyon sokáig kizárólag a munkavállalók és a menedzsment tagjai voltak. Az informatika fejlődésével, a digitális információfeldolgozó berendezések kifejlesztésével azok bekerültek a vállalati eszköztárba is, és ezáltal az IT-eszközök, később gépek is az információ generálói, tárolói, majd egyre inkább megosztói is lettek. Azaz eleinte egyfajta információs elosztóként, „hubként” működtek, ahol elsősorban az emberek és esetleg más gépek,

⁴⁰ MARSCHAK, Jacob – RADNER, Roy: *Economic Theory of Teams*. Yale University Press, New Haven – London, 1972.

<https://cowles.yale.edu/sites/default/files/2022-09/m22-all.pdf>; letöltés: 2022.12.07.

⁴¹ Herbert Simon (1916–2001) amerikai politológus, közgazdász, pszichológus és társadalomtudós.

⁴² KÁLLAY Balázs: A vállalat elméleti megközelítése. *Gazdaság & Társadalom, Journal of Economy & Society*, 4. évfolyam Különszám, 2012. május. pp. 156–186.

<https://doi.org/10.21637/GT.2012.00.09>; letöltés: 2022.12.16.

eszközök által létrehozott információkat manuálisan összegyűjtötték, ott tárolták és a szervezet tagjai számára elérhetővé tették. Később a telekommunikációs hálózatok fejlesztésével együtt azonban már az információk aktív és automatikus begyűjtőivé és továbbítóivá váltak, ezzel egyfajta önálló entitássá alakultak a szervezeti tudáshálózatokban. A digitalizáció és az automatizáció legújabb kori térnyerése pedig a szervezetben alkalmazott szinte minden eszközt, gépet képes „felokosítani”, azaz hatékony információgyűjtő és -feldolgozó szereplővé alakítani. Ezáltal a vállalatok az eszközeik által gyűjtött adatok központjaivá változnak. Ez az adatalapú működés pedig lehetővé teszi az adatvezérelt szervezeti döntéshozatalt, ami egyre inkább a versenyelőny alapvető forrásává válik.

KUTATÁSI PROBLEMATIKA

Az emberek munkahelyi és magánéleti társas hálózataiban egyre jelentősebb szerep jut a technológiának. Régóta nem csupán az emberi hálózat működésének biztosítója, hanem a hálózatok aktív szervezője is a technológia (pl. Facebook vagy LinkedIn ismeretségajánló rendszerek), ahol a munkavállaló vagy a magánember előre megírt algoritmusok által javasolt módon azokhoz az emberekhez kapcsolódhat, akiket egy szoftver a számára felajánl. A technológia nem csupán emberi kiegészítőként (pl. az emberek közötti kommunikációt lehetővé tevő segédeszközként) jelenik meg a társadalmi hálózatokban, hanem egyre inkább az ember valamilyen virtuális helyettesítőjeként vagy akár MI-alapú önálló entitásként. Az előbbire számos példát találunk a különböző fejlettségű, hordozható, de információt gyűjtő és kommunikálni képes IoT-eszközöktől a virtuális térben egyre gyakrabban alkalmazható avatarokig, míg az utóbbira a mesterséges intelligencia által támogatott chatbotok és virtuális személyi asszisztensek között.⁴³

Talán az egyik legnagyobb társadalmi változást az elmúlt évtizedben az emberek közötti interakciók átalakulása hozta. A szociális hálózatok virtualizálódásával az emberek fizikai kapcsolatai folyamatosan csökkennek, ugyanakkor a megmaradtak jelentősége ezzel együtt megnő. Ahogy a virtuális terek az emberi kommunikációban egyre hangsúlyosabbá válnak, úgy emelkedik a jelentősége a virtuális térben való megjelenésnek, az ott közzétett tartalomnak, a folyamatos (7/24) elérhetőségnek, az információmegosztás gyakoriságának (posztolás) és a (emberekhez, intézményekhez és eseményekhez való) kapcsolódások számának.

Ezáltal a virtuális terek önálló, párhuzamos valósággá fejlődnek (metaverzumok alakulnak ki), ahol a fizikai világ akár valós idejű alteregói (digitális ikertestvérei) jelennek meg és kapcsolódnak egymáshoz, de akár attól teljesen elszakadt fantáziavilágok jönnek létre, ahol a fizikai világban nem elérhető vágyak megvalósítása kerül a középpontba.⁴⁴ A világ egyre élményközpontúbbá válásával az emberek

⁴³ CHEONG, Ben Chester: Avatars in the metaverse: potential legal issues and remedies. *International Cybersecurity Law Review*, Volume 3, Issue 2, 2022. pp. 467–494.
<https://doi.org/10.1365/s43439-022-00056-9>; letöltés: 2022.12.16.

⁴⁴ DWIVEDI, Yogesh K. et al: Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, Volume 66, July 2022. pp. 1–55.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>; letöltés: 2022.12.18.

birtoklási vágya továbbra is erős marad, csak itt már nem fizikai térben elérhető entitások, hanem időnként csak virtuálisan létezők kerülnek az emberi vágyak középpontjába. Ennek megvalósulása leginkább az NFT (*non-fungible token*) technológia által valósul meg. Például virtuális műtárgyakat blokkláncalapú kriptopénzekkel (mint a bitcoin vagy ethereum) már ma is meg lehet vásárolni, amelyek piaca az elmúlt évek dinamikus, valószínűleg már túlzott növekedését követően 2022 második felében nagyot esett (97%-kal⁴⁵), amit tovább erősített az FTX kriptotőzsde 2022. novemberi összeomlása,⁴⁶ rámutatva a virtuális gazdaság hektikusságára és külső (fizikai) világgal való összekapcsoltságára, arra való érzékenységére. Ugyanakkor a kriptopénzek elmúlt évekbeli árfolyamalakulásához hasonlóan általánosságban prognosztizálható, hogy a virtuális gazdaság alkotóelemei az életciklusuk kezdeti fázisában járnak, így a növekvő értékajánlat több felhasználót hozhat, ami nagyobb volatilitás és így kockázat mellett a jövőben folyamatosan növekvő piaci potenciált jelent majd a befektetőknek is.⁴⁷

A virtuális valóság kiterjedésével és az információgenerálás sebességének növekedésével a hálózatokban terjedő tartalom hitelességének az ellenőrzése egyre nehezebbé és költségesebbé válik a benne szereplők számára, sőt ezt a korlátot kihasználva egyes információmegosztók számára sokszor kifejezetten cél a hálózat résztvevőinek dezinformálása és hamis információ megosztása (*fake news*). Ennek kiszűrése mindig néhány lépéssel az ilyen információkat generálók mögött jár.

A fizikai terekben az 1950-es évek óta terjedő ipari alkalmazáson túl is megjelennek az önálló és mobil fizikai robotok (az akár emberi alakot öltő humanoidok), „akik” egyelőre jellemzően az ember segítőjeként különböző szolgáltatási környezetben, vagy akár bizonyos munkakörökben az ember kiváltójaként tűnnek fel.

Mindennapi kérdéssé válik úgy a munkahelyi környezetben, mint a magánéletben az emberek és a technológia szerveződése, koordinációja, együttműködése, amely alkalmazások határait jelenleg a rohamosan fejlődő technológiai képességek jelentik.⁴⁸

⁴⁵ SHUKLA, Sidhartha: NFT Trading Volumes Collapse 97% From January Peak. Bloomberg. 2022.09.28. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-09-28/nft-volumes-tumble-97-from-2022-highs-as-frenzy-fades-chart>; letöltés: 2022.12.18.

⁴⁶ HERN, Alex – MILMO Dan: What do we know so far about collapse of crypto exchange FTX? The Guardian, 2022.11.18. <https://www.theguardian.com/technology/2022/nov/18/how-did-crypto-firm-ftx-collapse>; letöltés: 2022.12.02.

⁴⁷ NADINI, Matthieu – ALESSANDRETTI, Laura – DI GIACINTO, Flavio – MARTINO, Mauro – AIELLO, Luca Maria – Baronchelli, Andrea: Mapping the NFT revolution: market trends, trade networks, and visual features. Scientific Reports, Volume 11, Issue 1, 2021. pp. 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00053-8>; letöltés: 2022.11.25.

⁴⁸ KOVÁCS Zoltán – GURÁLY Roland: A mesterséges intelligencia és egyéb felforgató technológiák hatásainak vizsgálata. Felderítő Szemle, XX. évfolyam 3. szám, 2021. pp. 47–62. <https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2021-3.pdf>; letöltés: 2022.12.14.
MARCINIÁK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: A digitális transzformáció új hulláma a hazai szolgáltatóközpontokban. In: HORVÁTH Dóra (szerk.): A stratégiai menedzsment legújabb kihívása: a 4. ipari forradalom. Konferencia kiadvány, Budapesti Corvinus Egyetem, 2018. pp. 26–33. <https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3839/1/4ipariforr.pdf>; letöltés: 2022.12.16.

A kutatási téma középpontjában a szociomateriális rendszerek vizsgálata áll. Ennek kiindulópontját a robotika és az automatizáció elméleti lehatárolása és az a gyakorlati felismerés jelentette, miszerint a fizikai kiterjedéssel is rendelkező robotokban és a virtuális térben mozgó, mesterséges intelligenciát hasznosító szoftverrobotokban közös, hogy az emberi ágensekkel megegyező közegben, környezetben mozognak, egymással és az emberekkel együttműködve intelligens szocio-technológiai rendszereket hoznak létre.⁴⁹ A kutatás keretmodelljéhez egy, még 1980-as években kidolgozott elméletet, az *actor-network* elméletet választottuk, amely képes emberi és nem emberi (pl. gépi) entitásokat is a hálózatok cselekvőjeként kezelni.⁵⁰

Erre a keretmodellre építve a tanulmány célja, hogy az emberi és a nem emberi entitások együttműködésének a formáit, lehetőségeit, korlátait tárja fel a civil és a professzionális együttműködésekben. Cél annak megértése, hogy milyen információk áramlanak az ilyen hálózatokban az aktorok között, hogyan alakítja a hálózatok struktúráját és dinamikáját a nem emberi ágensek megjelenése, hol van verseny és hol kollaboráció, milyen képességeket igényel az együttműködés az emberektől, milyen fejlesztések szükségesek a technológia oldalán, milyen szervezeti és folyamatkontroll-elemek azok, amelyeket szükséges szabályozni a jövőben a sikeres együttműködés érdekében.

KUTATÁSI KÉRDÉSEK ÉS MÓDSZERTAN

A kutatás kérdései és módszertana is a jelenleg elérhető szakirodalomból indul ki, és arra reflektálnak, bemutatva, hogy mely témák válnak egyre fontosabbá a jövő hálózatai és az ezekbe a hálózatokba bekerülő résztvevők számára.

Kutatási kérdések

A kutatás kérdései elsősorban két fő terület köré csoportosultak. Egyrészt a szociomateriális hálózatok szereplőinek hálózatbeli szerepével, attribútumaival, együttműködési elveivel és csatornaválasztási jellemzőivel voltak kapcsolatosak, másrészt a hálózatba bekerülő technológia szerepét, jelenlegi és jövőbeni alkalmazhatóságát és az ebben szerepet játszó tényezőket érintették.

A kutatás módszertana

A kutatás céljának megvalósítása érdekében irodalomkutatást végeztünk, amely során az emberi és gépi (szociomateriális) hálózatokkal, valamint az ember–gép kapcsolatok és interakciók hálózatos megközelítésű vizsgálataival foglalkozó empirikus és elméletalkotó munkákat tekintettük át. A szisztematikus áttekintés

⁴⁹ MARCINIÁK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: The interpretation of automation and robotization based on examples from the business services sector.

⁵⁰ MARCINIÁK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: Intelligent Business Services Operation. Proceedings of 10th International Symposium on Intelligent Manufacturing and Service Systems, 9–11 September 2019, Sakarya, Turkey. pp. 110–120.
https://www.researchgate.net/publication/336591408_Intelligent_Business_Services_Operation;
letöltés: 2022.12.10.

Fink⁵¹ szerint olyan rendszerezett, explicit és átfogó irodalomkutatási módszer, amely a kutatók és a gyakorlati szakemberek témában írt műveinek azonosítását és szintetizálását célozza, és amely biztosítja a kutatási folyamat megismételhetőségét. Ennek érdekében Okoli és Schabram⁵² módszertani ajánlását követve nyolc lépésen keresztül haladtunk a téma feltárásában és rendszerezésében:

1. kutatási célok meghatározása;
2. kutatási protokoll elkészítése;
3. a kutatás körének a meghatározása;
4. forrásmunkák keresése;
5. adatok és eredmények kivonatolása;
6. minőségellenőrzés, forrásmunkák kizárása;
7. morábbi kutatási eredmények szintetizálása;
8. összefoglaló irodalmi áttekintés megírása.

A korábban meghatározott kutatási célok elérése érdekében elsősorban információrendszerekkel foglalkozó, magasan jegyzett nemzetközi szakfolyóiratokban (pl. Management Information Systems Quarterly) és társadalmi-technológiai trendek előrejelzésével foglalkozó multidiszciplináris folyóiratokban (pl. Technological Forecasting and Social Change) megjelent munkákat gyűjtöttünk. Kutatásunkban szintén építettünk a szervezeti hálózatok kutatás, a szociológiai kapcsolatháló-elemzés, illetve a cselekvőhálózat-elmélet friss eredményeire és bevett modelljeire.

A szociomateriális rendszerekkel kapcsolatos hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése érdekében az EBSCO, a Science Direct és a Google Scholar adatbázisokban végeztünk keresést. A keresések során a következő keresőszavakat és logikai operátorokat alkalmaztuk a kapott eredmények szűréséhez:

- „collaboration” AND „socio-material systems” OR „socio-material networks”;
- „human-robot collaboration” OR „human-robot interaction” AND „network”;
- „actor-network theory” AND „AI” OR “artificial intelligence” OR „robot”;
- „actor-network theory” AND „knowledge sharing” OR „collaboration” AND „machine”.

A kapott eredményeket szűrtük a megjelenés ideje (elsősorban az utolsó öt évben megjelent munkákra koncentráltunk) és helye szerint (az általunk korábban meghatározott tudományterületeken megjelenő folyóiratokat szemlélztük). Az így kapott eredményeket címek, majd absztraktok alapján megfelelés alapján szűrtük tovább, végül a szűkített listát tekintettük át tartalmilag. Az így kapott listát kiemelkedő szerzők munkáival bővítettük. A végeredményként összegyűjtött szakirodalmi bázis üzeneteit kivonatoltuk és szintetizáltuk saját munkánkban.

⁵¹ FINK, Arlene: Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper. SAGE, Thousand Oak, February 2019.

⁵² OKOLI, Chitu – SCHABRAM, Kira: A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. SSRN Electronic Journal, May 2010.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.1954824>; letöltés: 2022.11.25.

Kutatási eredmények

A szociomaterális rendszerek elméleti hátterét feltárva több tudományos elmélet is foglalkozott ezek kialakulásával és jellemzőivel társadalomtudományi és műszaki tudományos irányból. Ezek közül a legfontosabbak a kapcsolatháló-elemzés, a cselekvőhálózat-elemzés és a dolgok internetének kiterjesztéseként megjelenő *internet of everything* (IoE) alkalmazott elméleti modell.

Kapcsolatháló-elemzés (Social Network Theory, SNT)

Az emberi közösségek hálózatalapú vizsgálata a társadalomtudományi, elsősorban szociológiai és szervezetszociológiai kutatásokban mintegy százéves múltra tekint vissza. A kapcsolatháló-elemzés vagy szociometria alapjait Jacob L. Moreno kísérletei fektették le az 1930-as években.⁵³ A New Yorkban dolgozó pszichiáter Moreno egy helyi bentlakásos leányiskola egyre gyakoribbá váló szökéshullámain vizsgálva jutott arra, hogy az esetek nem egyedi jellemzőkkel magyarázhatók, hanem a szökevények kapcsolati mintázataival. E mintákat elemezve alakította ki a személyközi kapcsolatok feltérképezésének és kvantifikálásának azóta is bevett módszereit. Magyarországon Mérei Ferenc⁵⁴ végzett hasonló kutatásokat a 20. század második felében, elsősorban iskolai és üzemi, munkatársi kapcsolatokat vizsgálva.

A kapcsolatháló-elemzés megközelítésének lényege, hogy a társas jelenségeket és az embereket nem önmagukban, hanem kapcsolati környezetükben értelmezi, viselkedésüket és döntéseiket pedig a társak által meghatározottnak tartja. A kapcsolatháló-elemzés az iskolapszichológiai vizsgálatokban és a szervezeti kutatásokban, illetve a menedzsmenttanácsadásban kapott új lendületet előbb az 1960-as és az 1970-es években, majd ismét a 2000-es évektől kezdve, ahogy a hálózatelmélet szélesebb körben is népszerűvé vált.

A kapcsolatháló-elemzés módszertani és elméleti alapjai kiválóan alkalmasak emberi közösségek informális működésének jobb megértésére. Segítségével képesek lehetünk kulcsemberek azonosítására, az információ, a tudás vagy más áramlástípusok terjedésének feltérképezésére, esetleg közösségek ellenálló képességének, rezilienciájának a felmérésére. A kapcsolatháló-elemzés során a kutatók többnyire kérdőíves vagy megfigyelési adatokat használnak, ezek alapján következtetnek a szereplők közötti tényleges kapcsolatokra. A kapcsolatháló-elemzés mára nemzetközileg elismert, számos kutatót foglalkoztató főáramlatú kutatási területté vált a szervezetszociológia és a szervezeti magatartás vizsgálódási területén. A téma saját tudományos szervezettel (International Network for Social Network Analysis) és szakfolyóirattal (Social Networks) rendelkezik. Az elmúlt évtizedek komoly empirikus és elméletalkotó munkái nyomán számos kapcsolathálózati mechanizmus, szabályszerűség feltárára került: minden eddiginél többet tudunk például az emberi kapcsolatok keletkezésének, átalakulásának és megszűnésének mikéntjéről, az egyéni kapcsolathálózatok életünkre és egészségünkre gyakorolt hatásairól, vagy a szervezeti hálózatok morfológiájának teljesítménnyel, elégedettséggel és jólléttel kapcsolatos összefüggéseiről. A kapcsolatháló-elemzés számos eredménye és megközelítésmódja, illetve módszertani eszköztárának bizonyos elemei szociomaterális rendszerek vizsgálatakor is jól használható lehet.

⁵³ SCOTT, John: Social Network Analysis. SAGE Publications, Newbury Park, 2012.

⁵⁴ MÉREI Ferenc: Közösségek rejtett hálózata: Szociometriai értelmezés. Osiris Kiadó, Budapest, 2006.

Cselekvőhálózat-elmélet (Actor Network Theory, ANT)

A cselekvőhálózat-elmélet (*actor-network theory*, ANT) az 1980-as évek elején alakult ki, és főként a francia Michel Callon⁵⁵ és Bruno Latour⁵⁶ nevéhez köthető. A párizsi Centre de Sociologie de l'Innovation (CSI) műhelyében általuk alapított interdiszciplináris iskola célja, hogy új konceptuális keretet hozzon létre a tudomány- és technikakutatások területén, amely egyszerre integrálja a mikro- és a makro-, a humán és nem humán cselekvőket. A cselekvőhálózat-elmélet központi gondolata, hogy a cselekvések nem vezethetők vissza az egyes cselekvők döntéseire, ezért a vizsgálatot a cselekvések által meghatározott hálózatokra és annak heterogén összetevőire kell irányítani. Az ANT képviselői kritizálták a hagyományos és a kritikai szociológiai nézőpontokat, és nem tettek kísérletet a társadalmi magyarázatok kiterjesztésére.⁵⁷

A cselekvőhálózat-elmélet megközelítésének lényege,⁵⁸ hogy (1) az aktor nem individuális cselekvő, hanem egy hálózat része, aki saját környezete függvényében hozza meg döntéseit, és nem csupán mérlegeli a környezetéből adódó lehetőségeket, hanem a hálózat részeként, annak többi elemével együtt cselekszik. (2) A hálózat és a cselekvő egymással folyamatos és kölcsönös kapcsolatban állnak, korlátokat és lehetőségeket teremtenek egymás számára. (3) A vizsgálat fókuszába így nem a cselekvő, hanem maga a cselekvés és annak körülményrendszere kerül. (4) A cselekvő fogalma magában foglalja a nem emberi ágenseket is, így különböző tárgyakat (pl. közlekedési táblát vagy elektromos autót), különösképpen pedig az emberi agenciához hasonló tulajdonságokkal jellemezhető robotokat, tanulórendszereket.

A cselekvőhálózat-elméletben a kapcsolat általános meghatározása nem más, mint hogy két entitás kölcsönösen hat egymásra (megváltoztatja, definiálja vagy stabilizálja a másikat).⁵⁹ Ez a definíció nem áll távol a kapcsolatháló-elemzés meghatározásától sem, ugyanakkor itt a kapcsolat kölcsönös volta fontosabb, míg a szociometria kezel irányított (nem kölcsönös) kapcsolatokat is.⁶⁰

⁵⁵ CALLON, Michel: Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay. *The Sociological Review*, Volume 32, Issue 1, 1984. pp. 196–233. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1984.tb00113.x>; letöltés: 2022.12.10.

⁵⁶ LATOUR, Bruno: The powers of association. *The Sociological Review*, Volume 32, Issue 1, 1984. pp. 264–280. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1984.tb00115.x>; letöltés: 2022.12.16.

⁵⁷ VICSEK Lilla – KIRÁLY Gábor – KÓNYA Hanna: Networks in the Social Sciences. *Corvinus Journal of Sociology and Social Policy*, Volume 7, Issue 2, 2016. pp. 77–102. <https://doi.org/10.14267/cjssp.2016.02.04>; letöltés: 2022.11.25.

⁵⁸ SZABARI Vera: A társulások szociológiája. *Szociológiai Szemle*, 17. évfolyam 1–2. szám, 2007. pp. 109–118. http://real-j.mtak.hu/16991/1/Szoc_Szemle_2007_01_02.pdf; letöltés: 2022.11.25.

⁵⁹ VICSEK Lilla – KIRÁLY Gábor – KÓNYA Hanna: Networks in the Social Sciences.

⁶⁰ ROBINS, Garry L.: *Doing Social Network Research: Network-based Research Design for Social Scientists*. SAGE Publications, Newbury Park, 2015.

A cselekvőhálózat-elmélet megközelítésmódja és fogalomkészlete számos tanulsággal szolgál a szervezetek és más szociomateriális rendszerek kutatásához. Noha a szervezeteket általában emberek és tárgyak alkotta, tartós célokat követő rendszerekként definiáljuk, ezek vizsgálata során gyakran vagy csak az emberi, vagy csak a tárgyi feltételrendszereket vesszük szemügyre. A cselekvőhálózat-elmélet azon szervezeti jelenségek leírására a leginkább megfelelő, amelyek során (a) emberek és nem emberi ágensek együtt hajtanak végre feladatokat, egymásnak információkat vagy outputokat adnak át, vagy egymástól tanulnak; (b) emberek virtuális terekben, metaverzumokban tevékenykednek, ahol eközben nem emberi ágensekkel (algoritmussal, mesterséges intelligenciákkal vagy magukkal a virtuális tér működési mechanizmusaival) lépnek kapcsolatba.

Internet of Everything (IoE)

Az Internet of Everything (IoE) fogalmat az amerikai CISCO vállalat alkotta meg 2012-ben⁶¹ a hálózatok hálózatára, amely magában foglalja a hálózatban összekapcsolt embereket, tárgyakat, adatokat és folyamatokat. A fogalom lényegében a régebb óta használt a „dolgok internetjének”, az Internet of Things (IoT) fogalom kiterjesztését jelenti hálózat által összekapcsolt minden entitásra.⁶²

Az IoE megértéséhez először annak alapját jelentő IoT technológiai modellt fontos megismerni. A ma már széles körben elfogadott és alkalmazott IoT elnevezést a P&G cégnél dolgozó számítógéptudós, Kevin Ashton alkotta meg 1999-ben.⁶³ A fogalom ugyan viszonylag új, de a koncepcionális alapjai – hogy számítógépeket és hálózatokat összekapcsoljunk annak érdekében, hogy monitorozunk és felügyeljük eszközöket – már több évtizedre nyúlnak vissza. Az első ilyen eszközök már az 1970-es években megjelentek, majd az 1990-es évek mobiltelekommunikációs-rendszerek fejlődése révén kezdett széles körben elterjedni a *machine-to-machine* (M2M) technológia vállalati és ipari felhasználása. Az M2M olyan információáramlást lehetővé tevő technológia, amely gépek között automatikusan, emberi beavatkozás nélkül megvalósul. Az M2M-technológia bármely olyan eszközök között létrejöhét, amelyek hálózatba vannak kötve, és ismerik a megfelelő kommunikációs standardokat. Célja a folyamathatékonyság növelése, ezáltal pedig új szolgáltatások létrehozása. Felhasználási területei nagyon széles körűek – energetika, különböző gyártási területek, média, biztonság, biztonságtechnika, bank, logisztika, mezőgazdaság, egészségügy, közlekedés stb. A technológia korlátját azonban a korai M2M-megoldások által alkalmazott iparág-specifikus kommunikációs szabványai és célorientáltan fejlesztett hálózatai jelentették, amelyek megakadályozták az újabb gépek csatlakoztatását a hálózathoz.

⁶¹ EVANS, Dave: The Internet of Everything: How More Relevant and Valuable Connections Will Change the World. Cisco Point of View, 2012.

https://www.cisco.com/c/dam/global/en_my/assets/ciscoinnovate/pdfs/IoE.pdf; letöltés: 2022.11.20.

⁶² LANGLEY, David J. – DOORN, Jenny van – NG, Irene C. L. – STIEGLITZ, Stefan – LAZOVIK, Alexander – BOONSTRA, Albert: The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models. Journal of Business Research, Volume 122, January 2021. pp. 853–863.

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.12.035>; letöltés: 2022.12.10.

⁶³ Interview with Kevin Ashton – inventor of IoT: Is driven by the users. Avnet Silica, 2018.02.11.

<https://www.avnet.com/wps/portal/silica/resources/article/interview-with-iot-inventor-kevin-ashton-iot-is-driven-by-the-users/>; letöltés: 2022.11.05.

Ebben áttörést az *internet protocol* (IP) alapú hálózatok és szabványok alkalmazása hozott el és teremtette meg az IoT alapjait.

Az IoT-ot gyakran kiber-fizikai rendszernek is nevezik a szakirodalomban, mivel általa a valós világban létező fizikai eszközök virtuális világon keresztül vannak közvetlenül összekapcsolva.⁶⁴ Az IoT széles körű elterjedését azonban számos technológiai és piaci trend együttállása hozta el:⁶⁵

- mindenütt jelen lévő hálózatok: az alacsony költségű, nagy sebességű hálózatok, különösen a 4G, majd 5G hálózatok lehetővé tették szinte mindennek az összekapcsolódását;
- IP-alapú hálózatépítés széles körű terjedése, különösen az IPv6 protokoll megjelenésével;
- a Moore-törvénynek megfelelően a fejlesztések folyamatosan alacsonyabb költségű és nagyobb számítási teljesítményű eszközök alkalmazását teszik lehetővé;
- a miniatürizálás egyre kisebb méretű, de egyre modernebb technológiát (pl. különböző érzékelőket) képes előállítani és eszközökbe beépíteni;
- az adatelemző képesség fejlődése lehetővé tette nagy mennyiségű adat gyors és fejlett elemzését és azokból tudás kinyerését;
- a felhőalapú számítástechnika fejlődése révén pedig az egymástól távoli számítástechnikai rendszerek erőforrás-optimalizációja vált lehetővé, ami szinte korlátlan számítási és adattárolási kapacitást tett elérhetővé.

Az IoT széles körű terjedése számos iparág-specifikus elnevezést és csoportosítást hozott létre azokra az eszközökre, amelyek erre a koncepcióra épülnek, így megjelent az ipari IoT (IIoT) vagy ipari internet (Industrial Internet), a harctéri dolgok internete (Internet of Battlefield Things, IoBT), az egészségügyi alkalmazása (Internet of Medical Things, IoMT) vagy a hordozható eszközök (*wearables*), különböző okoseszközök (*smart devices*), okosotthonok (*smart homes*) vagy éppen okosvárosok (*smart cities*) fogalma.⁶⁶ Az IoT az Ipar 4.0-nak nevezett

⁶⁴ SERPANOS, Dimitrios: The Cyber-Physical Systems Revolution. *Computer*, Volume 51, Issue 3, March 2018. pp. 70–73.

<https://doi.org/10.1109/MC.2018.1731058>; letöltés: 2022.12.07.

⁶⁵ ROSE, Karen – ELDRIDGE, Scott – CHAPIN, Lyman: The internet of things: An overview. *The Internet Society (ISOC)*, October 2015. pp. 1–50.

<https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>; letöltés: 2022.12.18.

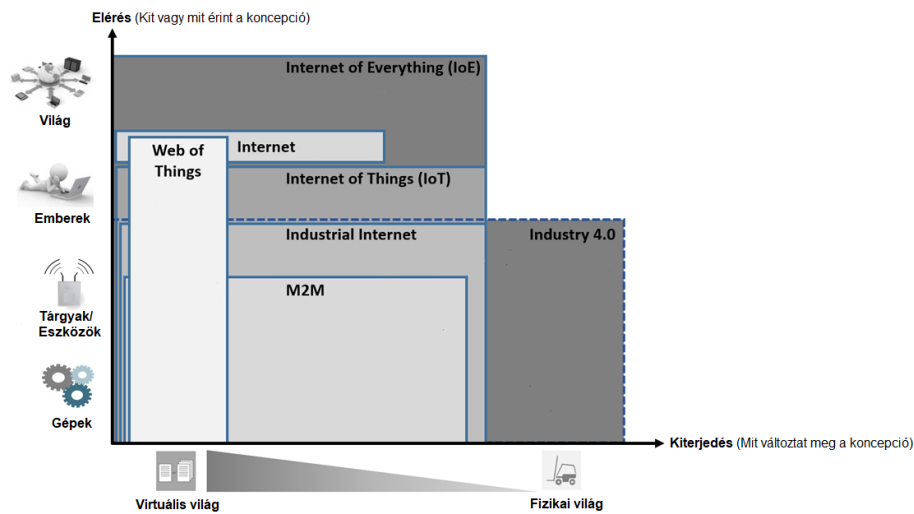
⁶⁶ DEMETER Krisztina – LOSONCI Dávid – MARCINIÁK Róbert – NAGY Judit – MÓRICZ Péter – MATYUSZ Zsolt – BAKSA Máté – FREUND Anna – JÁMBOR Zsófia – PISTRUI Bence – DIÓFÁSI-KOVÁCS Oorsolya: Industry 4.0 through the lenses of technology, strategy, and organization A compilation of case study evidence. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, Volume 51, Issue 11, 2020. pp. 14–25.

<https://doi.org/10.14267/veztud.2020.11.02>; letöltés: 2022.11.25.

MARCINIÁK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: Towards Business Services 4.0 – Digital Transformation of Business Services at a Global Technology Company. *Lecture Notes in Business Information Processing*, Volume 410, 2020. pp. 124–144.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-66834-1_8; letöltés: 2022.11.25.

technológiai keretrendszer talán legfontosabb eleme, ezzel pedig hozzájárulva a negyedik ipari forradalomhoz.⁶⁷



2. ábra. IoE lehatárolása

Szerkesztette: Marciniak Róbert – Baksa Máté az IoT Analytics alapján⁶⁸

Ezek az eszközök ugyan ma elsősorban, de nem kizárólag IP-alapon kommunikálnak, a hivatalos definíciók azonban már nem említik ezt, hanem úgy definiálják az IoT-eszközöket mint „*olyan, mindennapi tárgyakra beágyazott számítástechnikai eszközök interneten keresztüli összekapcsolása, amely eszközök képesek adatokat küldeni és fogadni*”.⁶⁹

Az IoT működése mögött több tipikus kommunikációs modell létezik. Ezek közül a legegyszerűbb az, amikor két vagy több eszköz direkt módon (más közvetítő nélkül) kapcsolódik és kommunikál egymással valamilyen hálózati protokollal (pl. IP-alapú hálózat, Bluetooth, GPS, RFID, Z-Wave vagy ZigBee) felhasználva. Ez elsősorban olyan hálózati eszközök (pl. háztartási eszközök mint villanykörte, termosztát, ajtózár

⁶⁷ MARCINIÁK Róbert – MÓRICZ Péter – DEMETER Krisztina: The Case of Industry 4.0 with Hungarian SMEs. In: MULLER, Julian M. – KAZANTSEV, Nikolai (szerk.): Industry 4.0 in SMEs Across the Globe. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2021. pp. 47–60.
<https://doi.org/10.1201/9781003165880-5>; letöltés: 2022.11.25.

OZTEML, Ércan – GURSEV, Samet: Literature review of Industry 4.0 and related technologies. Journal of Intelligent Manufacturing, Volume 31, Issue 1, 2020. pp. 127–182.
<https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>; letöltés: 2022.12.16.

POPKOVA, Elena G. – RAGULINA, Yulia V. – BOGOVIZ, Aleksei V. (szerk.): Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century. Studies in Systems, Decision and Control, Volume 169, Springer, 2018.

⁶⁸ LUETH, Knud Lasse: Why the Internet of Things is called Internet of Things: Definition, history, disambiguation. IoT Analytics, 2014.12.19.
<https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition>; letöltés: 2022.11.05.

⁶⁹ Internet of Things. Oxford Dictionaries definition.
http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/Internet-of-things; letöltés: 2022.12.03.

stb.) esetén praktikus, ahol viszonylag kis adatsomagok mozognak egymás között, és gyakran fizikailag is közel vannak egymáshoz.⁷⁰ Egy másik kommunikációs modell, amikor az egymással kommunikáló hálózati eszközök (pl. okosteleviszónák) felhőalapú alkalmazásslégszolgáltatóhoz (Application Service Provider, ASP) csatlakoznak, amely az adatcsereét lehetővé teszi és felügyeli az adatforgalmat. Ez különösen a különböző hálózatok (vezetékes és vezeték nélküli) összekapcsolására alkalmas, de csak akkor, ha az eszköz és a felhőszégszolgáltató azonos gyártótól/szállítótól érkezett. A harmadik ilyen modell az, amikor az előző modellhez képest az eszköz és az ASP közé beékelődik egy alkalmazás átjáró (ALG), amely biztonsági, adat- és protokollfordítási funkciókat láthat el az eszköz és a felhőszégszolgáltató között. Ilyen megoldások gyakran fordulnak elő a mobiltelefonok különböző operációs rendszereiben futó azonos applikációk összekapcsolására vagy az otthonautomatizálási rendszerek központjában (hub), amelyek a különböző szállítók (más protokollokon kommunikáló) eltérő eszközeinek összekapcsolásához szükséges interoperabilitási problémákat hidalják át. Az utolsó ilyen a *back-end* adatmegosztási modell, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy egy felhőszégszolgáltatótól származó okoseszköz adatait más forrásokból származó eszközök adataival kombinálják. Ez a megoldás pedig az eszköz és felhőszégszolgáltató közötti kommunikáció (adatsíló) kiterjesztése úgy, hogy harmadik fél hozzáférését teszi lehetővé az adatokhoz, ami gyakran alapvető benchmarkot biztosíthat például energetikai rendszerek esetén, vagy lehetővé teszi az adatok mozgását IoT-szégszolgáltatók váltásakor.

A kommunikációs modelleknél tárgyalt interoperabilitási és szabványokból származó együttműködési problémákon túl az IoT-technológiára épülő hálózatok számos egyéb területen, így biztonság, adatvédelem, jogi és szabályozási keretek, valamint fenntarthatóság is komoly kihívásokkal szembesülnek. A biztonsági kihívások minden IoT-eszközt, de különösen a korai IoT-eszközöket érintik, amelyek sokszor nem frissíthetők, vagy az alkalmazó eszközbe olyan mértékben beágyazottak, hogy a szoftveres képességeik a felhasználó számára nem is ellenőrizhetők, így különösen sérülékenyek lehetnek egy külső támadással szemben. Az adatvédelmi kihívások az üzleti felhasználók mellett a magánszemélyek számára teszik különösen problematikusá az IoT-eszközök használatát, hiszen azok számos esetben gyűjtnek felhasználói adatokat és továbbítják őket minimális adatbiztonsági védelem vagy etikai elvekre történő figyelem nélkül. Az adatvédelemre vonatkozó kockázatok szabályozási és jogi kereteket is érintenek, különösen amiatt, hogy az IoT-eszközök által gyűjtött adatok a különböző adatvédelmi szabályozásokat alkalmazó országhatárokat átlépve kerülnek gyűjtésre, megosztásra, esetleg tárolásra, különösen a felhőszégszolgáltatások esetén, ahol az adatok pontos fizikai helye sokszor a szolgáltató számára sem ismert. Miközben az IoT-eszközök széles körű terjedése számos szempontból pozitívan hozzájárul a gazdasági és a társadalmi fejlődéshez, az IoT-eszközök globálisan egyre szélesebb körű használata még a valós idejű kommunikációt lehetővé tevő hálózati megoldások elterjedésével (5G technológia) – vagy éppen azért – egyre több és hangsúlyosabb környezeti fenntarthatósági dilemmát vet fel.

⁷⁰ ROSE, Karen – ELDRIDGE, Scott – CHAPIN, Lyman: The internet of things: An overview.

Az IoE négy alkotóeleme az emberek, az adatok, az dolgok (eszközök) és az őket összekötő folyamatok, amely a valós idejű információáramlást jelenti a hálózatban lévő egyes alkotóelemek között. Az IoE-hálózatok három képessége az adatok gyűjtése és azok feldolgozása (eszközszinten, hálózatszinten, felhőszinten), a kommunikáció (csak adatot fogadni vagy csak küldeni tudó, egy objektumon belül mindkettőt tudó, a teljes hálózaton mindkettőt tudó) és az adattárolás (eszközszinten, hálózatszinten, klaszterszinten).⁷¹

Az IoE valójában az IoT kiterjesztése úgy, hogy összekapcsolja az embereket, az adatokat, a hálózatokat és a „dolgokat”, ami nem csupán egy technológiai innováció, hanem komoly társadalmi és üzleti vetülete is van.⁷² Az IoE olyan új, technológiavezérelt és különösen digitális üzleti modelleket hív életre, amelyek egy-egy szervezet határain is átnyúlnak.⁷³ Az IoE-modellekre irányult fókusz hatására ennek a piaca 2022 végére meghaladhatta a közszektorban a 4600 milliárd dollárt, míg a versenyszektorban a 14 400 milliárd dollárt.⁷⁴

Minél több minden kapcsolódik autonóm módon egy IoE-hálózatban és lép egymással kölcsönhatásba, annál nehezebb a növekvő komplexitású és dinamikus változó környezetben a hálózat kezelése. Erre a problémára a nagyobb autonómiával rendelkező úgynevezett intelligens rendszerek és okoseszközök adhatnak egyfajta választ.⁷⁵ Az IoE-entitásokat és az IoE-hálózatok érettségét a szakirodalom több szempont alapján is vizsgálta már. Egy meghatározó értékelési szempont a hálózatban résztvevők intelligenciájának a mértéke, amely a külvilághoz való adaptációjukon keresztül ragadható meg.⁷⁶ Az IoE-hálózatok funkciójukat tekintve lehetnek reaktívak, adaptívak, autonómok és együttműködők, vagy ezek kombinációjával multifunkcionálisak. Minél magasabb a funkcionalitásuk ezekben a dimenziókban, annál intelligensebb a hálózat. Egy másik szempont az ilyen hálózatokat a résztvevők összekapcsolhatósága alapján mérte, így zárt rendszereket,

⁷¹ DA COSTA, Viviane Cunha Farias – OLIVEIRA, Luiz – DE SOUZA, Jano: Internet of Everything (IoE) Taxonomies: A Survey and a Novel Knowledge-Based Taxonomy. Sensors (Switzerland), Volume 21, Issue 2, 2021. pp. 1–35.
<https://doi.org/10.3390/s21020568>; letöltés: 2022.12.10.

⁷² DENARDIS, Laura: The Internet in everything: Freedom and Security in a World with No Off Switch. . Yale University Press, New Haven, 2020.

⁷³ LANGLEY, David J. – DOORN, Jenny van – NG, Irene C. L. – STIEGLITZ, Stefan – LAZOVIK, Alexander – BOONSTRA, Albert: The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models.

⁷⁴ BRADLEY, Joseph – REBERGER, Christopher – DIXIT, Amitabh – GUPTA, Vishal: Internet of Everything: A \$4.6 Trillion Public-Sector Opportunity. Cisco White Paper, 2013.
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/business-insights/docs/ioe-public-sector-vas-white-paper.pdf; letöltés: 2022.12.12.

BRADLEY, Joseph – BARBIER, Joel – HANDLER, Doug: Embracing the Internet of Everything To Capture Your Share of \$14.4 Trillion. Cisco White Paper, 2013.
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoE_Economy.pdf; letöltés: 2022.12.11.

⁷⁵ LYNN, Theodore Gerard – ROSATI, Pierangelo – ENDO, Patricia Takako: Toward the intelligent internet of everything: Observations on multidisciplinary challenges in intelligent systems research. Technology, Science, and Culture: A Global Vision, Volume 116, 2018. pp. 52–64.

⁷⁶ RIJSDIJK, Serge A. – HULTINK, Erik Jan: How Today's Consumers Perceive Tomorrow's Smart Products. Journal of Product Innovation Management, Volume 26, Issue 1, January 2009. pp. 24–42.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1540-5885.2009.00332.x>; letöltés: 2022.11.25.

korlátozott kommunikációs protokollal bíró nyílt rendszereket és teljes átjárhatósággal rendelkező nyitott rendszereket különböztettek meg. Ezek közül az utolsó az, ahol az IoE-entitások korlátlanul képesek egymáshoz kapcsolódni és megértik egymás kommunikációját. Ha a hálózatok adaptivitási funkcióját és az entitások összekapcsolhatóságának a dimenzióit kombinálják, akkor a hálózat okosságának (*smartness*) mértéke ebből megállapítható. A hálózat intelligenciáját nem csupán az MI tudja megteremteni, noha az kétségtelenül jelentősen hozzájárul ehhez.

Szociomateriális hálózatok evolúciós modellje

A kutatás feltárta a szociomateriális hálózatok evolúcióját, amely együtt járt a benne szereplő entitásokkal, a kommunikációs platformok átalakulásával és a kommunikációs tartalom változásával. Az emberek közötti kommunikációs hálózatokat már az őskor óta megfigyelhetjük, amikor még csak hagyományos emberi közösségek voltak, ahol az egyének között fennálló időbeni és térbeni különbségek áthidalására az emberek materiális eszközöket kezdtek el alkalmazni (barlangrajzok, füstjelek, fényjelek, fa- és kőfaragványok). Ezekben a kezdeti szociomateriális hálózatokban az anyagi világ a kommunikációs csatorna szerepét töltötte be. Ezeknek az eszközöknek a folyamatos fejlődése és finomodása egyre inkább szinkron kommunikációt tett lehetővé a térben nem egy helyen lévő emberek között.

A következő nagyobb ugrást a 20. század infokommunikációs innovációinak széles körű elterjedése hozta el, így a távíró, a telefon, majd később a számítógép és az internet feltalálása, amelyek az emberek közötti analóg kommunikációt már részben digitalizálták, létrehozva a modern emberi közösségeket. Az eredmény pedig egy olyan szociomateriális hálózat lett, ahol már valós időben (szinkron módon), de még helyhez kötötten és továbbra is emberi közösségeket kapcsolt össze a telekommunikációs eszközök jóvoltából.

Ennek a szociomateriális hálózatnak a leágazásaként jelent meg az M2M kommunikációs technológia, amelyet szociomateriális hálózatként értelmezve már azt tapasztaljuk, hogy a kommunikáció szereplői emberek helyett gépek lettek, amelyek megfelelő iparági standardok ismerete révén képessé váltak egymással valós idejű kommunikációra (elsősorban információmegosztás, utasításadás céljából). Itt az eszközök már nem csupán a kommunikációs csatornát biztosítják, hanem a gépek maguk is a hálózatok résztvevői. Ezzel egy időben az evolúció másik leágazásaként a modern emberi közösségek hálózata is továbbfejlődött, és a digitalizáció és a hálózatosodás révén a mobiltelekommunikációs eszközök és szolgáltatások megjelenése, majd széles körű elterjedése egy újabb fejlődési állomást, a virtualizált emberi közösségek létrejöttét eredményezte. Ekkor már a szociomateriális hálózatokban a szereplők helyhez kötöttsége megszűnt, így a hálózat résztvevői gyakorlatilag teljes térbeli szabadságot kaptak amellet, hogy a valós idejű kommunikációs lehetőségük megmaradt. Mindkét lépcsőfok már a belépő volt a virtuális közösségek világába, ahol a hálózatokban szereplők már a virtuális entitás jellemzőivel rendelkeznek.



3. ábra. A szociomateriális hálózatok evolúciója
Szerkesztette: Marciniak Róbert – Baksa Máté

Az MI-kutatások és a tanuló algoritmusok fejlesztésének hála a szociomateriális hálózatok következő szintjén a hálózatok humán szereplői fizikai robotokkal vagy virtuális szoftverentitásokkal (pl. chatbot, virtuális asszisztens) is interakcióba léphetnek, és vegyes ember-gép (kiber-fizikai) közösséget alkotnak, de ahol még a fizikai valóság a meghatározó. Izgalmas fejlemény ezen a szinten, hogy a korábban kommunikációs csatornát biztosító gépi eszköz ezen a szinten maga is a hálózat szereplőjévé, azaz közvetítőtől szereplővé válik. Ez a szereplő lehet passzív (reaktív), ha csak emberi kapcsolatfelvételre reagál, de lehet aktív is, ha érzékelők segítségével új információt hoz be a hálózatba, akár fejlett elemzőképessége révén, akár tudást is generál. A hálózat evolúciójának az utolsó ma ismert állapota az a szint, amikor egy virtuális valóságként létrehozott platformon (metaverzum) a humán szereplők már nem saját emberi jellemzőikkel, hanem virtuális valóságban létrehozott (akár a fizikai duplikált, akár fiktív) jellemzőkkel, úgynevezett avatarokkal vesznek részt a hálózatokban és lépnek interakcióba egymással vagy éppen mesterséges entitásokkal. Ez a hálózatok virtualizálódásának olyan szintje, ahol már a szociomateriális hálózat minden eleme virtuális, és a fizikai valóságban létezők háttérbe kerülnek. De természetesen a fejlődés nem áll meg, csak a ma ismert technológiák és hálózati jellemzők alapján még nem lehet pontosan megmondani, hogyan és merre fejlődik majd tovább.

Vizsgálati jelenségek a hálózatokban

Különböző tudományterületen számos jelenség vizsgálható a hálózatok kutatás segítségével. A szervezeti hálózatok kutatás során vizsgált, szereplők között megjelenő jelenségeket Borgatti és szerzőtársai⁷⁷ két nagy halmazba sorolták: statikus, vagyis az időben relatíve stabil, valamint dinamikus, vagyis eseményszerű, diszkrét jelenségeket különböztetve meg. A továbbiakban az általuk kreált, elsősorban emberi szereplők között értelmezett tipológiát egészítjük ki oly módon, hogy az általunk vizsgált szociomateriális rendszerekre is értelmezhető legyen.

A statikus jelenségek közé tartoznak a (1) hasonlóságok (*proximities, similarities*), vagyis az olyan attribútumok, amelyek két szereplőt lényeges tulajdonságaik mentén kapcsolnak össze. Tisztán emberi kapcsolathálózat esetén ilyen hasonlóságok lehetnek a közös személyiségjegyek, demográfiai jellemzők (pl. nem, kor, társadalmi vagy szervezeti szerep), esetleg a fizikai vagy a virtuális térben elfoglalt hely, illetve tagság közös

⁷⁷ BORGATTI, Stephen P. – MEHRA, Ajay – BRASS, Daniel J. – LABIANCA, Giuseppe: Network Analysis in the Social Sciences.

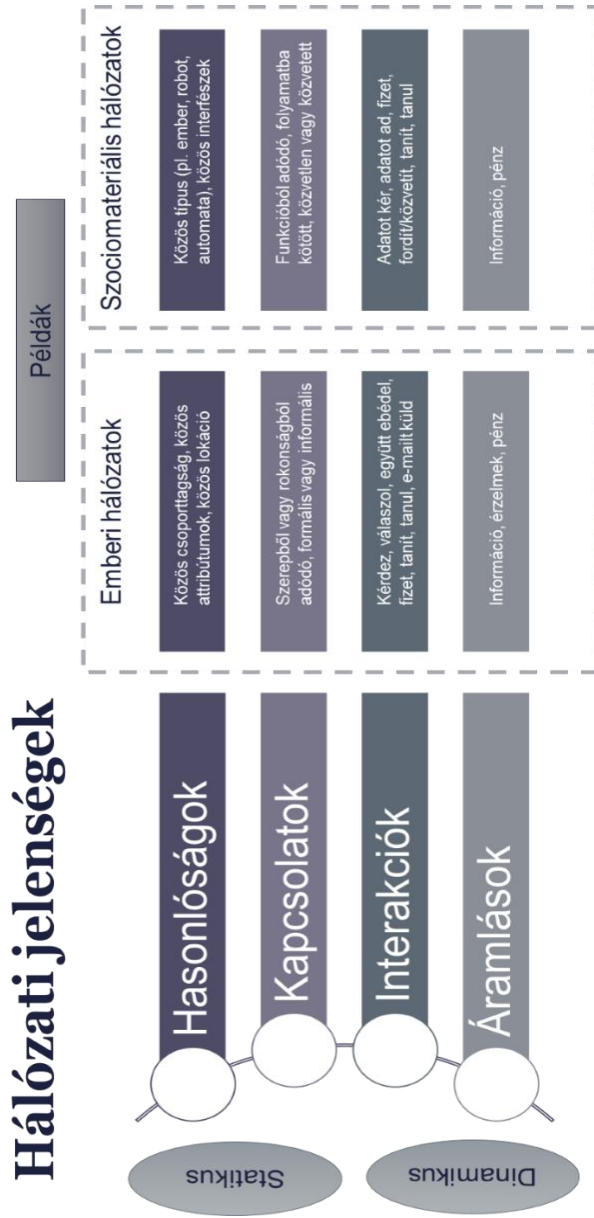
csoportokban. A szociomateriális hálózatokban a hasonlóságok mindezek mellett megjelenhetnek például az adott szereplők típusa (ember-e vagy eszköz, rendelkezik-e fizikai kiterjedéssel) szerint, vagy a tekintetben, hogy van-e a szereplők között közös interfész.

Szintén a statikus jelenségek közé tartoznak a köznyelvben is használt, szűken értelmezett (2) kapcsolatok (*relationships*). Labianca⁷⁸ szerint a kapcsolatok két szereplő egymással szembeni attitűdjeként értelmezhetők, amelyekhez kogníciók, érzelmek és cselekvési szándékok társulhatnak. Más megközelítésben a kapcsolatokra gondolhatunk mint egymásra vonatkozó bejegyzésekre a két érintett szereplő memóriájában: mindkét szereplő rögzít egy képet a kapcsolat létéről és jellegéről, amely képet csak időről időre vet össze a valósággal, és csak időnként – és szükség esetén – változtat meg. Kapcsolatok úgyis fennállhatnak, hogy azokban hosszabb időn keresztül nem történik interakció: képzeljünk el például két barátot, akik külföldi kiküldetés miatt egy évig nem beszéltek egymással, és mikor ismét találkoznak, mégis ugyanúgy folytatják (ugyanúgy viselkednek), mint korábban. Ez azonban nem okvetlenül van így. Előfordulhat, hogy az egyikőjük idővel leértékeli magában ezt a kapcsolatot, és soron következő találkozásuk alkalmával már hűvösebben viselkedik. Barátjának ekkor magában újra kell értékelnie a kapcsolatukat: vagyis megváltoztatja (szinkronizálja) saját bejegyzését a kapcsolatuk jellegéről.

Tisztán emberi hálózatokban a kapcsolatok adódhatnak rokonságból, társadalmi vagy szervezeti szerepekből, vagy a szereplők szabad választásából. Előbbi kategóriába tartozik például a szülő–gyermek vagy a testvér–testvér kapcsolat, utóbbiba a főnök–beosztott vagy a szolgáltató–ügyfél viszony, végül szabad választásból adódnak a barátságok és egyéb informális viszonyok. Szociomateriális rendszereket tekintve azt láthatjuk, hogy a kapcsolatok emberi szereplői ugyanolyan módon viszonyulhatnak egy tárgyhöz, mint egy másik emberhez: például tudom, hogy ez a tárgy az én okostelefonom (kogníció), szeretem és ragaszkodom hozzá, mert én választottam, tetszik a dizájnya és jól működik (emóció), ezért sokat használom (cselekvés). A nem emberi szereplők – érzelmek hiányában – csupán kognitív és magatartási komponenseket tudnak kialakítani: például a telefonom tudja, hogy én vagyok a tulajdonosa (van regisztrált felhasználói fiókom, felismeri az arcomat és ujjlenyomatomat), nekem engedelmeskedik.

A dinamikus jelenségek között (3) interakciókat és (4) áramlásokat különböztethetünk meg. Az interakciók olyan diszkrét események, amelyek két szereplő között jönnek létre. Például az egyik szereplő kérdez vagy tanul a másiktól, válaszol vagy fizet neki, e-mailt küld neki vagy találkozik vele. Egy szociomateriális hálózatban – megfelelő interfészek esetében – lényegében azonos interakciók tudnak lejátszódni a szereplők között. Az áramlások olyan átadható dolgokra utalnak, amelyek a két szereplő között kicserélődnek egy interakció során vagy egy kapcsolatban. Mind a tisztán emberi, mind a szociomateriális hálózatokban áramlasként tekinthetünk például a pénzre, a tudásra vagy az információra – legfeljebb ezek kódolásának, tárolásának módja különbözik.

⁷⁸ LABIANCA, Giuseppe (Joe): Negative Ties in Organizational Networks. *Contemporary Perspectives on Organizational Social Networks*, Volume 40, 2014, pp. 239–259.
[https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/S0733-558X\(2014\)0000040012/full/html](https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/S0733-558X(2014)0000040012/full/html);
letöltés: 2022.12.10.



4. ábra. Hálózati jelenségek

Szerkesztette: Marciniak Róbert – Baksa Máté

BORGATTI, Stephen P. – MEHRA, Ajay – BRASS, Daniel J. – LABIANCA, Giuseppe: Network Analysis in the Social Sciences. Science, Volume 323, Issue 5916, Feb 2009, pp. 892–895.
<https://doi.org/10.1126/science.1165821>; letöltés: 2022.12.07.

A statikus és a dinamikus jelenségek között azért érdemes különbséget tenni, mert ezek más eszközökkel tárhatóak fel eredményesen. Emberi kapcsolathálózatok esetében például a hasonlóságok és a kapcsolatok azok, amelyeket hagyományosan kérdőíves adatfelvétel segítségével vizsgálunk, ugyanis gyakran ez a legjobb módja, hogy a szereplők hasonlóságok alapjául szolgáló – időnként rejtett – attribútumait vagy kapcsolatokról alkotott képeit feltárjuk. Az interakciók és az áramlások ezzel szemben legtöbbször megfigyelési adatok alapján térképezhetők fel: diszkrét, eseményszerű jelenségeként ezek többnyire nyomot hagynak, és különösen a virtuális térben naplózhatók, visszakereshetők, számszerűsíthetők és elemezhetők.

Az interakciókat elemző, megfigyelési adatokra alapozott kutatás sok szempontból megbízhatóbb is, hiszen a kérdőíves megkérdezés sokféle torzítási hatása (pl. előhívási hiba, megfelelési vágy) kizárható. Az azonban több empirikus kutatás ellenére sem megfelelően dokumentált, hogy például hány és milyen interakciónak kell megtörténnie ahhoz, hogy ezekből idővel kapcsolat alakuljon ki; továbbá az interakciók minőségét tekintve milyen függvényszerű kapcsolat állítható az interakciók és a kapcsolat között (pl. az átlag, a minimum vagy maximum érték számít?).

KONKLÚZIÓK

Már ma is számos nagyon jól azonosítható gyakorlatot találhatunk a környezetünkben az ember-gép és a gép-gép kapcsolatokra a hétköznapi és a professzionális felhasználásra. Talán a legrégebben adaptált megoldások az ember és a gép hálózatos együttműködésére az ipari automatizálás és a robotika területéről származnak. Már a taylori elvek szerint szervezett, gőzgépek által hajtott konvektorok is ennek a példái, de mindez az ipari robotok alkalmazásával gyorsult fel az 1950-es években. Mái a legtöbb robotot az iparban használnak. Az automatikusan dolgozó gépekre elsősorban ott van szükség, ahol az embernél gyorsabban és pontosabban tudnak a gépek dolgozni sokszor veszélyes vagy koszos munkakörnyezetben, így mentesíteni tudják az embert egy számára nehéz művelet elvégzésével. Általánosan igaz, hogy ma még a leghatékonyabb munkavégzés az ember és a gép együttműködésével jön létre, mivel az embernek és a gépnek is megvannak a maga erősségei, és a folyamatokat nem lehet teljes mértékben standardizálni, illetve a gépek sem képesek még minden finommotoros mozgás elvégzésére úgy, ahogy egy ember. Ennek érdekében az egyre nagyobb (mozgási és döntési) szabadsággal (helyváltoztatás, mozgás, környezetészlelés, akadálykikerülés) rendelkező, adaptív és kollaboratív robotok (cobotok) fejlesztése és alkalmazása történik meg.

Szintén általánosan elterjedt alkalmazási területek a telekommunikáció és a telemetria területei, ahol például a mobiltelekommunikációs, a műholdas kommunikációs, valamint a meteorológiai, a helymeghatározási rendszerek működnek. Ezek ma már nélkülözhetetlenek például a precíziós mezőgazdasághoz vagy éppen a hadászati és a biztonsági megfigyelések elvégzéséhez. De ugyanilyen alapvető a civil felhasználású helymeghatározás (GPS), amely nélkül nehezen képzelhető el az emberek hétköznapi élete. Ezek a rendszerek észrevétlenül és gyakorlatilag automatikusan, emberi beavatkozás nélkül vesznek részt az ember-gép hálózati együttműködésekben.

Szintén alapvető szociomateriális hálózatok működnek az emberek hétköznapi rutinfeladatainak ellátására alkalmazott eszközök terén. Így a technológia látszólag végérvényesen beférkőzött a háztartási automatizálás, az épületautomatizálás, a vezetés-vezetéstámogatás és tájékozódás (autó, repülő), a háztartási és a mobil szórakoztató elektronikai megoldások, vagy akár a társas kommunikáció (idegen nyelvről fordítás) mindennapi feladatai közé, a felhasználás területei pedig folyamatosan nőnek.

Egy másik, az elmúlt években igazán előretörő ember-gép együttműködési trend az irodai automatizálás és a szoftverrobotika terjedése volt. Az áttörést itt az jelentette, hogy a korábban csak szoftveres környezetben futtatható automatizmusok (szkriptek, makrók) által meghatározott alapszintű automatizálás (*basic automation*) mellett (és egyre inkább helyett) megjelent a különböző szoftveres környezetet felváltva használó munkafolyamatok automatizálhatósága (*process automation*). Ez azért jelentett komoly ugrást, mert ma már a szellemi munkák terén az jellemző, hogy a munkavállalók a munkafolyamataik során az egyes tevékenységeket szoftveres támogatással, de eltérő alkalmazási környezetben végzik.

Ezek a folyamatautomatizációs megoldások különböző fejlettség mellett képessé váltak előre meghatározott folyamatlépéseket egymástól eltérő szoftverekben, adatbázisokban automatikusan végrehajtani, ezzel pedig a szellemi munkavégzést végzők körében is mindennaposá téve a gépek és az emberek együttműködését.⁷⁹ Az együttműködés két ok miatt különösen hangsúlyos. Egyrészt a gépek programozását, konfigurálását, ellenőrzését emberek végzik, másrészt a folyamatok ma még nem automatizálhatóak – vagy talán sosem – teljeskörűen. A korlátot az jelenti, hogy az automatizmusok kizárólag a teljesen digitalizált és erősen standardizált környezetben működőképesek, ami a szellemi munkavégzésben sem jellemző még ma sem, hiszen számos munkatevékenység még ma is manuális vagy a személyre szabhatóság miatt egyáltalán nem standardizálható. Emiatt a folyamatoknak csak egy bizonyos részét lehet teljeskörűen (*end-to-end*) támogatni, de jellemzőbb az emberi jelenléttel és felügyelettel (*attended, assisted*) futó szoftverautomatizmusok alkalmazása.

Az egyik leggyorsabb fejlődés a szociomateriális hálózatok elterjedésében az egészségügyi területen érzékelhető. Az emberi egészség (pl. az alapvető életfunkciók) monitorozására egyre több hálózatba kapcsolt, viselhető eszközt alkalmaznak, amelyek a szenzorjaik révén ma már nem csupán reaktív módon figyelnek és információt osztanak meg, de a felhőszolgáltatásokban futó tanuló algoritmusok és fejlett elemzőképesség alkalmazásával előrejelző képességekkel is rendelkeznek. Ezáltal pedig a távgyógyászat elérhető közelségbe került, amelynek elfogadásához a koronavírus-járvány számos kikényszerített ilyen típusú virtuális együttműködése is hozzájárult.

⁷⁹ MARCINIÁK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: Lépések a kognitív automatizáció felé. Vezetéstudomány / Budapest Management Review, Volume 51, Issue 6, 2020. pp. 42–55. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.05>; letöltés: 2022.12.18.

A szociomateriális rendszerek ma talán egyik leggyorsabban fejlődő alkalmazása a kereskedelem területén található. A hálózatba kapcsolt eszközök (mobiltelefon, laptop, tablet, PC) folyamatosan figyelik és elemzik az emberek viselkedését, érdeklődését, és a MI-vezérelt ajánlórendszerek segítségével ennek megfelelően azonnali, automatizált és egyre pontosabb személyre szabott ajánlatokkal keresik meg a fogyasztókat (marketingautomatizáció). De nem csupán az egyének szintjén, hanem a gazdaság egyéb szereplői, így vállalatok vagy kormányok szintjén is óriási jelentősége van a kereskedelemben alkalmazott egyre több szoftverrobotnak, amelyek ma már szinte kivétel nélkül uralják a pénzügyi vagy áru piacokon történő automatizált adás-vételeket.

A kutatás alapján a technológia hálózatban betöltött szerepét ma elsősorban kompetenciák (mire képes a technológia) és a technológia költsége határozzák meg, és kevésbé a szabályozási környezet, amely jelentősen le van maradva a technológia alkalmazása mögött. A kezdeti szabályozás elsősorban az emberekre érvényes szabályokból indul ki és azokat ülteti át a nem emberi ágensek szabályozására is, de a technológia alkalmazásánál helyenként az etikai elvek is megjelennek és irányadóak (pl. a robotika törvénye az MI-algoritmusok programozásánál). A technológia szerepét a szociomateriális hálózatokban természetesen a társadalmi normák is befolyásolhatják, amelyek erős kulturális sajátosságot mutatnak, lásd a Japán és Dél-Korea által közkezdvelt humanoid szolgáltató robotok vagy háztartási kedvencként használható állatszerű robotok, úgynevezett etorobotok fejlesztéseit és az ezektől teljesen idegenkedő európai kultúrát. Ezek mögött az ázsiai kultúrák nagyobb nyitottsága és dinamikus perspektívája áll, ahol általánosan elfogadott, hogy az élettelen entitások is lélekkel rendelkeznek. Ez a nyitottság és megközelítés pedig antropomorfizmust és pozitív attitűdöt eredményez a szociomateriális hálózatokban megjelenő nem emberi entitások irányába is, ami magyarázza a robotikával kapcsolatos fejlesztések magas arányát.

Ugyanakkor a Kiss és munkatársai⁸⁰ által végzett kutatások azt mutatják, hogy Magyarországon is a robotokkal kapcsolatos attitűd kialakításánál és az antropomorfizáció kapcsán a kultúránál is meghatározóbb lehet az egyének a technológiákkal kapcsolatos jártassága, bár a tapasztalat és a tudás függvényében ez pozitív és negatív attitűdöt, illetve ilyen személyiségjegyekkel való társítást is eredményezhet. Ez az attitűd a szociomateriális hálózatokban betöltött szerepektől és szerepekhez társított felelősségi körtől is jelentős mértékben függ. Azaz más megítélés alá esnek az életet jelentősen vagy végérvényesen befolyásolni képes entitások (pl. önvezető autó), mint a csak szórakoztatásra szolgálók.⁸¹

Ugyanakkor a technológia szociomateriális hálózatokban történő alkalmazása nemcsak polgári, hanem katonai, úripari területen is egyre jellemzőbb. Noha a két terület a kezdetektől fogva összekapcsolódik, a technológia nem civil alkalmazási területe közül a haditechnikai felhasználás sokkal előrébb tart, mint gyakorlati

⁸⁰ KISS Csaba – HARMAT Vanda – MILASSIN Anda: A robotizáció témyerésével kapcsolatos attitűdök Magyarországon. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, Volume 53, Issue 8–9, 2022. pp. 2–13. <https://doi.org/10.14267/veztud.2022.08-09.01>; letöltés: 2022.12.07.

⁸¹ Uo.

alkalmazásban, mind szabályozásban, hiszen számos hazai és nemzetközi jogszabály foglalkozik ezek gyakorlati megvalósításával.⁸² Ehhez képest az úripari terület jogi szabályozása sokkal kezdetlegesebb, bár a világűr üzleti és polgári célú hasznosításaival foglalkozó cégek (pl. SpaceX, Virgin Galactic, Blue Origin) terjedésével az utóbbi években egyre inkább a jogalkotók és így a kutatók figyelmének a középpontjába került.⁸³ De pont az Ukrajnában zajló háború mutatta meg az üzleti célú úripari projektek (Starlink) katonai célú hasznosításában rejlő jogi szabályozási kiskapukat.⁸⁴

A technológia hálózati alkalmazhatóságának a határai folyamatosan bővülnek a technológiák fejlődésével párhuzamosan. Általánosan elmondható, hogy ma tanuló algoritmusokon alapuló MI-megoldások, különösen a mélytanulást lehetővé tevő neurális hálók biztosítják a legnagyobb fejlődést ezen a területen, amelyek segítségével korábban csak ember által elvégezhető kognitív funkciók (pl. szövegértés, gépi látás) is automatizálhatóvá válnak. Talán az egyik legdinamikusabban fejlődő terület most a különböző nyelvi modelleken alapuló természetesnyelv-felismerés, aminek eredményei számos területen forradalmasítják a szellemi munkavégzést. Itt ma a legismertebb megoldások a GPT-3 és a ChatGPT, de mellettük számos egyéb fejlesztés létezik, mint például a BLOOM, GPT-J, Copy ai, Copysmith, Contenda, Cohere és Jasper ai.

A jövő nagy ugrása két területen várható. Az egyik az informatikai számítási kapacitások nagyságrendi ugrása, elsősorban a kvantuminformatica, vagyis technológiaváltás révén, mivel az elmúlt években folyamatosan lassult az innovációs ugrás (lásd Moore-törvény), hiszen a vezető chipgyártó cégek tömegtermelési szinten ma 5–7 nanométer csíkszélességű gyártásra képesek, és ugyan már sikeres kísérletek vannak a 3, sőt 2 nanométeres csíkszélességgel,⁸⁵ azaz még van fejlődési lehetőség a jelenlegi technológiában is, de ennek a technológiának a potenciálja lassan kimerül, ezért komolyabb áttörést csak egy új technológia elterjedése jelenthet majd. Addig a megoldást a felhőalapú (*cloud computing*) technológiák jelentik, ahol a számítási kapacitást nem vagy csak részben a felhasználói oldalon lévő eszközök végzik, azaz a vékony kliensek újbóli terjedése várható, ami az 5G által támogatott IoT-eszközök révén már most is javában zajlik.

⁸² MINKÓ-MISKOVICS Mariann – SZABÓ Csaba: A polgári és a haditechnikai felhasználású eszközök szabályozásának hazai és nemzetközi kérdései. *Belügyi Szemle*, 69. évfolyam 5. szám, 2021. pp. 817–834. <https://doi.org/10.38146/bsz.2021.5.6>; letöltés: 2022.12.16.

⁸³ PARRAGH Bianka – BÁGER Gusztáv – KOVÁCS Árpád – TÓTH Gergely: A reziliens és innovatív úripar magyar fejlesztési lehetőségei. *Pénzügyi Szemle*, 66. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 32–48. https://doi.org/10.35551/PSZ_2021_1_2; letöltés: 2022.12.07.

TÓTH Márton: Az űr nemzetközi jogi szabályozása, különös tekintettel az űrbányászatra. *Pólusok*, 2. évfolyam 2. szám, 2021. pp. 66–79. <https://doi.org/10.15170/psk.2021.02.02.04>; letöltés: 2022.12.16.

⁸⁴ WALL, Mike: What's going on with Elon Musk, SpaceX's Starlink and Ukraine? Here's what we know. *Space*, 2022.10.19. <https://www.space.com/spacex-starlink-elon-musk-ukraine-explainer>; letöltés: 2022.12.02.

⁸⁵ A Samsung máris megkezdte a 3nm-es chipgyártást. *PCX*, 2022.07.02. <https://www.pcx.hu/a-samsung-a-vilagon-elsokent-kezde-meg-a-3-nanometeres-chipek-tomeggyartasat-beelozve-a-tsmc-t>; letöltés: 2022.11.23.

Másik ilyen nagyobb ugrás az MI-modellek további fejlődése lehet. Az elmúlt években hiába történt meg óriási fejlődés és valós technológiai ugrás az MI területén a gépi tanulás és a mélytanulás révén, még ma is igaz, hogy a neurális háló-modellek elsősorban diszkriminatív modelleket és nem az emberi agyhoz hasonló generatív modelleket tudnak csak alkotni. Azaz a mai MI-modellek elsősorban tanítás és öntanulás révén, óriási adatbázisokon „csak” különbségek (pl. egy képen macska vagy kutya szerepel-e) megállapítására és így a dolgok azonosítására képesek, ugyanakkor nem tudnak ezekből absztrakciókat létrehozni és ezek alapján analógiákat alkotni, úgy ahogy az emberi agy. Ezért képes az emberi agy (akár egy újszülött agya is) sokkal kevesebb tanulás révén, gyorsabban azonosítani dolgokat. Ez az absztrakciós képesség lehet (egy ideig még) az emberi munkaerő előnye a gépekkel és az automatizmusokkal szemben, hiszen ez a képesség alapvető fontosságú az új szituációkban. Márpedig a világ tele van váratlan helyzetekkel, új jelenségekkel, amiket kreatívan (analógiák mentén) kell megoldani.

Az MI és a diszruptív technológiák terjedését, adaptációját a tudáshálózatokban – hasonlóan más technológiák elterjedéséhez – számos tényező (pl. elérhetőség, képzettség, pénzügyi és jogi környezet, kultúra, megtérülés stb.) befolyásolja, de ezek közül talán a legfontosabb a technológia költsége, így a pénzügyi környezet határozza meg, hogy mikor és milyen széles körben jelenhetnek meg mesterséges entitások a ma még emberek dominálta tudáshálózatokban.

Ennek a kutatási tanulmánynak a legfontosabb eredménye, hogy bemutatta az emberek és a gépek alkotta szociomateriális hálózatok kialakulását és fejlődését, valamint a hálózat szereplőinek a jellemzőit és különbségeit az emberi tudáshálózatokkal összehasonlítva. A kutatás hiánypótló abban az értelemben, hogy a szakirodalomban szerteágazó digitalizációs és MI-trendek, valamint a világ hálózatosodásának mozgatórugóit egy elméleti keretrendszerbe foglalta és számos gyakorlati példa segítségével, rávilágított a szociomateriális hálózatok jelenkori széles körű elterjedtségére és jövőbeni határtalan lehetőségeire.

IRODALOMJEGYZÉK

- A Samsung máris megkezdte a 3nm-es chipgyártást. PCX, 2022.07.02.
<https://www.pcx.hu/a-samsung-a-vilagon-elsokent-kezde-meg-a-3-nanometeres-chipek-tomeggyartasat-beelozve-a-tsmc-t/>; letöltés: 2022.11.23.
- AJMAL, Mian – HELO, Petri – KEKÁLE, Tauno: Critical factors for knowledge management in project business. *Journal of Knowledge Management*, Volume 14, Issue 1, February 2010. pp. 156–168.
<https://doi.org/10.1108/13673271011015633>; letöltés: 2022.12.10.
- AJMAL, Mian – KOSKINEN, Kaj U.: Knowledge Transfer in Project-Based Organizations: An Organizational Culture Perspective. *Project Management Journal*, Volume 39, Issue 1, 2008. pp. 7–15.
<https://doi.org/10.1002/pmj.20031>; letöltés: 2022.12.07.
- ALVESSON, Mats: *Knowledge Work and Knowledge-Intensive Firms*. Oxford University Press, Oxford, 2004.

- BAKSA Máté – BÁDER Nikolett: A tudáskérés és tudásmegosztás feltételei – egy szervezeti tudáshálózat elemzése. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, Volume 51, Issue 1, 2020. pp. 32–45.
<https://doi.org/10.14267/veztud.2020.01.03>; letöltés: 2022.12.10.
- BAKSA Máté – DRÓTOS György: A szervezetek hálózatelmélete: gondolati lépések egy új paradigma felé. *Magyar Tudomány*, 182. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 69–80.
<https://doi.org/10.1556/2065.182.2021.1.11>; letöltés: 2022.12.16.
- BARABÁSI Albert László: *Network science*. Cambridge University Press, Cambridge, 2016.
- BESSENYEI István: Napló a hálózati tanításról. *Információs Társadalom*, 5. évfolyam 3. szám, 2005. pp. 47–62.
<https://doi.org/10.22503/inftars.v.2005.3.4>; letöltés: 2022.11.25.
- BORGATTI, Stephen P. – BRASS, Daniel J. – HALGIN, Daniel S.: *Social Network Research: Confusions, Criticisms, and Controversies*. *Contemporary Perspectives on Organizational Social Networks*, July 2014. pp. 1–29.
[https://doi.org/10.1108/s0733-558x\(2014\)0000040001](https://doi.org/10.1108/s0733-558x(2014)0000040001); letöltés: 2022.12.07.
- BORGATTI, Stephen P. – CROSS, Rob: A Relational View of Information Seeking and Learning in Social Networks. *Management Science*, Volume 49, Issue 4, Apr 2003. pp. 432–445.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.49.4.432.14428>; letöltés: 2022.12.10.
- BORGATTI, Stephen P. – MEHRA, Ajay – BRASS, Daniel J. – LABIANCA, Giuseppe: Network Analysis in the Social Sciences. *Science*, Volume 323, Issue 5916, Feb 2009. pp. 892–895.
<https://doi.org/10.1126/science.1165821>; letöltés: 2022.12.07.
- BRADLEY, Joseph – BARBIER, Joel – HANDLER, Doug: *Embracing the Internet of Everything To Capture Your Share of \$14.4 Trillion*. Cisco White Paper, 2013.
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoE_Economy.pdf;
letöltés: 2022.12.11.
- BRADLEY, Joseph – REBERGER, Christopher – DIXIT, Amitabh – GUPTA, Vishal: *Internet of Everything: A \$4.6 Trillion Public-Sector Opportunity*. Cisco White Paper, 2013.
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/business-insights/docs/ioe-public-sector-white-paper.pdf; letöltés: 2022.12.12.
- BRENNECKE, Julia – RANK, Olaf N.: The interplay between formal project memberships and informal advice seeking in knowledge-intensive firms: A multilevel network approach. *Social Networks*, Volume 44, January 2016. pp. 307–318.
<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2015.02.004>; letöltés: 2022.12.18.
- CALLON, Michel: Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay. *The Sociological Review*, Volume 32, Issue 1, 1984. pp. 196–233.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1984.tb00113.x>; letöltés: 2022.12.10.
- CAUSHOLLI, Monika – FLOYD, Theresa – JENKINS, Nicole Thorne – SOLTIS, Scott M.: The ties that bind: Knowledge-seeking networks and auditor job performance. *Accounting, Organizations and Society*, Volume 92, July 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.aos.2021.101239>; letöltés: 2022.11.25.
- CHAN, Kelvin – LIEBOWITZ, Jay: The synergy of social network analysis and knowledge mapping: a case study. *International Journal of Management and Decision Making*, Volume 7, Issue 1, 2006. pp. 19–35.
<https://doi.org/10.1504/ijmdm.2006.008169>; letöltés: 2022.12.07.

- CHEONG, Ben Chester: Avatars in the metaverse: potential legal issues and remedies. *International Cybersecurity Law Review*, Volume 3, Issue 2, 2022. pp. 467–494. <https://doi.org/10.1365/s43439-022-00056-9>; letöltés: 2022.12.16.
- CHRISTAKIS, Nicholas A. – FOWLER, James H.: Kapcsolatok hálójában: Mire képesek a közösségi hálózatok, és hogy alakítják sorsunkat. Typotex Kiadó, Budapest, 2010.
- CHRISTENSEN, Clayton M. – OVERDORF, Michael: Meeting the Challenge of disruptive Change. *Harvard Business Review*, Volume 78, Issue 2, March–April 2000. <https://hbr.org/2000/03/meeting-the-challenge-of-disruptive-change>; letöltés: 2022.12.18.
- CHRISTENSEN, Peter Holdt – PEDERSEN, Torben: The dual influences of proximity on knowledge sharing. *Journal of Knowledge Management*, Volume 22, Issue 8, 2018. pp. 1782–1802. <https://doi.org/10.1108/jkm-03-2018-0211>; letöltés: 2022.11.25.
- CROSS, Rob – BORGATTI, Stephen P. – PARKER, Andrew: Beyond answers: dimensions of the advice network. *Social Networks*, Volume 23, Issue 3, July 2001. pp. 215–235. [https://doi.org/10.1016/s0378-8733\(01\)00041-7](https://doi.org/10.1016/s0378-8733(01)00041-7); letöltés: 2022.12.10.
- CSEDŐ Zoltán – ZAVARKÓ Máté: The role of inter-organizational innovation networks as change drivers in commercialization of disruptive technologies: the case of power-to-gas. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, Volume 28, 2020. pp. 53–70. <https://doi.org/10.5278/ijsepm.3388>; letöltés: 2022.12.07.
- CSERMELY Péter: A rejtett hálózatok ereje: Mi segíti a világ stabilitását? Vince Kiadó, Budapest, 2005.
- CSONTOS Réka Sára – SZABÓ Zsolt Roland: Hálózati tanulás – tanuló hálózatok. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, Volume 50, Issue 1, 2019. pp. 2–13. <https://doi.org/10.14267/veztud.2019.01.01>; letöltés: 2022.12.16.
- DA COSTA, Viviane Cunha Farias – OLIVEIRA, Luiz – DE SOUZA, Jano: Internet of Everything (IoE) Taxonomies: A Survey and a Novel Knowledge-Based Taxonomy. *Sensors (Switzerland)*, Volume 21, Issue 2, 2021. pp. 1–35. <https://doi.org/10.3390/s21020568>; letöltés: 2022.12.10.
- DEMETER Krisztina – LOSONCI Dávid – MARCINIÁK Róbert – NAGY Judit – MÓRICZ Péter – MATYUSZ Zsolt – BAKSA Máté – FREUND Anna – JÁMBOR Zsófia – PISTRUI Bence – DIÓFÁSI-KOVÁCS Orsolya: Industry 4.0 through the lenses of technology, strategy, and organization a compilation of case study evidence. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, Volume 51, Issue 11, 2020. pp. 14–25. <https://doi.org/10.14267/veztud.2020.11.02>; letöltés: 2022.11.25.
- DENARDIS, Laura: *The Internet in everything: Freedom and Security in a World with No Off Switch*. Yale University Press, New Haven, 2020.
- DWIVEDI, Yogesh K. et al: Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, Volume 66, July 2022. pp. 1–55. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>; letöltés: 2022.12.18.
- EVANS, Dave: *The Internet of Everything: How More Relevant and Valuable Connections Will Change the World*. Cisco Point of View, 2012. https://www.cisco.com/c/dam/global/en_my/assets/ciscoinnovate/pdfs/IOE.pdf; letöltés: 2022.11.20.
- FINK, Arlene: *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper*. SAGE, Thousand Oak, February 2019.

HERN, Alex – MILMO Dan: What do we know so far about collapse of crypto exchange FTX? The Guardian, 2022.11.18.
<https://www.theguardian.com/technology/2022/nov/18/how-did-crypto-firm-ftx-collapse>;
letöltés: 2022.12.02.

HORTOVÁNYI Lilla – SZABÓ Roland Zs.: Knowledge and Organization: A Network Perspective. *Society and Economy*, Volume 28, Issue 2, 2006. pp. 165–179.
<https://doi.org/10.1556/socec.28.2006.2.6>; letöltés: 2022.11.25.

Internet of Things. Oxford Dictionaries definition.
http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/Internet-of-things;
letöltés: 2022.12.03.

Interview with Kevin Ashton – inventor of IoT: Is driven by the users. Avnet Silica, 2018.02.11.
<https://www.avnet.com/wps/portal/silica/resources/article/interview-with-iot-inventor-kevin-ashton-iot-is-driven-by-the-users/>; letöltés: 2022.11.05.

KÁLLAY Balázs: A vállalat elméleti megközelítése. *Gazdaság & Társadalom, Journal of Economy & Society*, 4. évfolyam Különszám, 2012. május. pp. 156–186.
<https://doi.org/10.21637/GT.2012.00.09>; letöltés: 2022.12.16.

KISS Csaba – HARMAT Vanda – MILASSIN Anda: A robotizáció tényerésével kapcsolatos attitűdök Magyarországon. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, Volume 53, Issue 8–9, 2022. pp. 2–13.
<https://doi.org/10.14267/veztud.2022.08-09.01>; letöltés: 2022.12.07.

KOVÁCS Zoltán – GURÁLY Roland: A mesterséges intelligencia és egyéb felforgató technológiák hatásainak vizsgálata. *Felderítő Szemle*, XX. évfolyam 3. szám, 2021. pp. 47–62.
<https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2021-3.pdf>; letöltés: 2022.12.14.

LABIANCA, Giuseppe (Joe): Negative Ties in Organizational Networks. *Contemporary Perspectives on Organizational Social Networks*, Volume 40, 2014. pp. 239–259.
[https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/S0733-558X\(2014\)0000040012/full/html](https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/S0733-558X(2014)0000040012/full/html); letöltés: 2022.12.10.

LANGLEY, David J. – DOORN, Jenny van – NG, Irene C. L. – STIEGLITZ, Stefan – LAZOVIK, Alexander – BOONSTRA, Albert: The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models. *Journal of Business Research*, Volume 122, January 2021. pp. 853–863.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.12.035>; letöltés: 2022.12.10.

LATOUR, Bruno: The powers of association. *The Sociological Review*, Volume 32, Issue 1, 1984. pp. 264–280.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1984.tb00115.x>; letöltés: 2022.12.16.

LAZEGA, Emmanuel – BAR-HEN, Avner – BARBILLON, Pierre – DONNET, Sophie: Effects of competition on collective learning in advice networks. *Social Networks*, Volume 47, October 2016. pp. 1–14.
<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2016.04.001>; letöltés: 2022.11.25.

LUETH, Knud Lasse: Why the Internet of Things is called Internet of Things: Definition, history, disambiguation. *IoT Analytics*, 2014.12.19.
<https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition>; letöltés: 2022.11.05.

LYNN, Theodore Gerard – ROSATI, Pierangelo – ENDO, Patricia Takako: Toward the intelligent internet of everything: Observations on multidisciplinary challenges in intelligent systems research. *Technology, Science, and Culture: A Global Vision*, Volume 116, 2018. pp. 52–64.

MARCINIAK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: A digitális transzformáció új hulláma a hazai szolgáltatóközpontokban. In: HORVÁTH Dóra (szerk.): A stratégiai menedzsment legújabb kihívása: a 4. ipari forradalom. Konferencia kiadvány, Budapesti Corvinus Egyetem, 2018. pp. 26–33.

<https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3839/1/4ipariforr.pdf>; letöltés: 2022.12.16.

MARCINIAK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: Intelligent Business Services Operation. Proceedings of 10th International Symposium on Intelligent Manufacturing and Service Systems, 9–11 September 2019, Sakarya, Turkey. pp. 110–120.

https://www.researchgate.net/publication/336591408_Intelligent_Business_Services_Operation; letöltés: 2022.12.10.

MARCINIAK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: Lépések a kognitív automatizáció felé. Vezetéstudomány / Budapest Management Review, Volume 51, Issue 6, 2020. pp. 42–55.

<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2020.06.05>; letöltés: 2022.12.18.

MARCINIAK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: The interpretation of automation and robotization based on examples from the business services sector. In: BALOGH Gábor – LÁSZLÓ Gyula – SIPOS Norbert (szerk.): Farkas Ferenc II. Nemzetközi Tudományos Konferencia 2020. Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar, 2020. pp. 55–70.

<https://pea.lib.pte.hu/handle/pea/23696>; letöltés: 2022.12.10.

MARCINIAK Róbert – MÓRICZ Péter – BAKSA Máté: Towards Business Services 4.0 – Digital Transformation of Business Services at a Global Technology Company. Lecture Notes in Business Information Processing, Volume 410, 2020. pp. 124–144.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-66834-1_8; letöltés: 2022.11.25.

MARCINIAK Róbert – MÓRICZ Péter – DEMETER Krisztina: The Case of Industry 4.0 with Hungarian SMEs. In: MULLER, Julian M. – KAZANTSEV, Nikolai (szerk.): Industry 4.0 in SMEs Across the Globe. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2021. pp. 47–60.

<https://doi.org/10.1201/9781003165880-5>; letöltés: 2022.11.25.

MARINEAU, Joshua E. – LABIANCA, Giuseppe (Joe) – BRASS, Daniel J. – BORGATTI, Stephen P. – VECCHI, Patrizia: Individuals' power and their social network accuracy: A situated cognition perspective. Social Networks, Volume 54, July 2018. pp. 145–161.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2018.01.006>; letöltés: 2022.12.18.

MARINEAU, Joshua E. – LABIANCA, Giuseppe (Joe): Positive and negative tie perceptual accuracy: Pollyanna principle vs. negative asymmetry explanations.

Social Networks, Volume 64, January 2021. pp. 83–98.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2020.07.008>; letöltés: 2022.12.10.

MARSCHAK, Jacob – RADNER, Roy: Economic Theory of Teams.

Yale University Press, New Haven – London, 1972.

<https://cowles.yale.edu/sites/default/files/2022-09/m22-all.pdf>; letöltés: 2022.12.07.

MATTAR, Luciano – HIGGINS, Silvio Salej Segundo – NEVES, Jorge Alexandre Barbosa: Diversity and autonomy in the structuration of a multilevel organizational social network in a technology park. Social Networks, Volume 68, January 2022. pp. 346–355.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2021.08.009>; letöltés: 2022.12.16.

MENDOZA-SILVA, A.: Innovation capability: A sociometric approach.

Social Networks, Volume 64, January 2021. p. 72–82.

<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2020.08.004>; letöltés: 2022.12.10.

MÉREI Ferenc: Közösségek rejtett hálózata: Szociometriai értelmezés.

Osiris Kiadó, Budapest, 2006.

- MINBAEVA, Dana B.: Knowledge transfer in multinational corporations. *Management International Review*, Volume 47, Issue 4, 2007. pp. 567–593. <https://doi.org/10.1007/s11575-007-0030-4>; letöltés: 2022.11.25.
- MINKÓ-MISKOVICS Mariann – SZABÓ Csaba: A polgári és a haditechnikai felhasználású eszközök szabályozásának hazai és nemzetközi kérdései. *Belügyi Szemle*, 69. évfolyam 5. szám, 2021. pp. 817–834. <https://doi.org/10.38146/bsz.2021.5.6>; letöltés: 2022.12.16.
- MIRC, Nicola – PARKER, Andrew: If you do not know who knows what: Advice seeking under changing conditions of uncertainty after an acquisition. *Social Networks*, Volume 61, May 2020. pp. 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2019.08.006>; letöltés: 2022.12.10.
- MÓRICZ Péter – MARCINIÁK Róbert – BAKSA Máté: Excellence and Renewal. Digital Transformation Patterns in the Hungarian Business Services Sector. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, Volume 53, Issue 5, 2022. pp. 32–44. <https://doi.org/10.14267/veztud.2022.05.03>; letöltés: 2022.12.07.
- NADINI, Matthieu – ALESSANDRETTI, Laura – DI GIACINTO, Flavio – MARTINO, Mauro – AIELLO, Luca Maria – BARONCHELLI, Andrea: Mapping the NFT revolution: market trends, trade networks, and visual features. *Scientific Reports*, Volume 11, Issue 1, 2021. pp. 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00053-8>; letöltés: 2022.11.25.
- NEBUS, James: Building Collegial Information Networks: A Theory of Advice Network Generation. *Academy of Management Review*, Volume 31, Issue 3, 2006. pp. 15–637. <https://doi.org/10.5465/amr.2006.21318921>; letöltés: 2022.12.18.
- ODEI, Samuel Amponsah – STEJSKAL, Jan: The Influence of Knowledge Sources on Firm-Level Innovation: The Case of Slovak and Hungarian Manufacturing Firms. *Central European Business Review*, Volume 7, Issue 2, 2018. pp. 61–74. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.199>; letöltés: 2022.12.10.
- OKOLI, Chitu – SCHABRAM, Kira: A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. *SSRN Electronic Journal*, May 2010. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1954824>; letöltés: 2022.11.25.
- OZTEMEL, Ercan – GURSEV, Samet: Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Volume 31, Issue 1, 2020. pp. 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>; letöltés: 2022.12.16.
- PARRAGH Bianka – BÁGER Gusztáv – KOVÁCS Árpád – TÓTH Gergely: A reziliens és innovatív úripar magyar fejlesztési lehetőségei. *Pénzügyi Szemle*, 66. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 32–48. https://doi.org/10.35551/PSZ_2021_1_2; letöltés: 2022.12.07.
- PHELPS, Corey – HEIDL, Ralph – WADHWA, Aneu: Knowledge, Networks, and Knowledge Networks: A Review and Research Agenda. *Journal of Management*, Volume 38, Issue 4, 2012. pp. 1115–1166. <https://doi.org/10.1177/0149206311432640>; letöltés: 2022.12.10.
- POPKOVA, Elena G. – RAGULINA, Yulia V. – BOGOVIZ, Aleksei V. (szerk.): *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century. Studies in Systems, Decision and Control*, Volume 169, Springer, 2018.
- RIJSDIJK, Serge A. – HULTINK, Erik Jan: How Today's Consumers Perceive Tomorrow's Smart Products. *Journal of Product Innovation Management*, Volume 26, Issue 1, January 2009. pp. 24–42. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1540-5885.2009.00332.x>; letöltés: 2022.11.25.

- ROBINS, Garry L.: *Doing Social Network Research: Network-based Research Design for Social Scientists*. SAGE Publications, Newbury Park, 2015.
- ROSE, Karen – ELDRIDGE, Scott – CHAPIN, Lyman: The internet of things: An overview. *The Internet Society (ISOC)*, October 2015. pp. 1–50.
<https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>; letöltés: 2022.12.18.
- SCOTT, John: *Social Network Analysis*. SAGE Publications, Newbury Park, 2012.
- SERPANOS, Dimitrios: The Cyber-Physical Systems Revolution. *Computer*, Volume 51, Issue 3, March 2018. pp. 70–73.
<https://doi.org/10.1109/MC.2018.1731058>; letöltés: 2022.12.07.
- SHUKLA, Sidhartha: NFT Trading Volumes Collapse 97% From January Peak. *Bloomberg*. 2022.09.28.
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-09-28/nft-volumes-tumble-97-from-2022-highs-as-frenzy-fades-chart>; letöltés: 2022.12.18.
- SKERLAVAJ, Miha – DIMOVSKI, Vlado – DESOUZA, Kevin C.: Patterns and Structures of Intra-organizational Learning Networks within a Knowledge-Intensive Organization. *Journal of Information Technology*, Volume 25, Issue 2, March 2010.
<https://doi.org/10.1057/jit.2010.3>; letöltés: 2022.12.06.
- ŠKUDIENĖ, Vida – AUTYTĖ-KVEDARAVIČIENĖ, Ieva – GABRIELAITYTE, Ugne: Knowledge Management and Perceived Organisational Innovativeness in Global Organisations. *Central European Business Review*, Volume 10, Issue 3, 2021. pp. 51–65.
<https://doi.org/10.18267/j.cebr.260>; letöltés: 2022.12.16.
- SZABARI Vera: A társulások szociológiája. *Szociológiai Szemle*, 17. évfolyam 1–2. szám, 2007. pp. 109–118.
http://real-j.mtak.hu/16991/1/Szoc_Szeml_2007_01_02.pdf; letöltés: 2022.11.25.
- TORTORIELLO, Marco – REAGANS, Ray – MCEVILY, Bill: Bridging the Knowledge Gap: The Influence of Strong Ties, Network Cohesion, and Network Range on the Transfer of Knowledge Between Organizational Units. *Organization Science*, Volume 23, Issue 4, 2012. pp. 1024–1039.
<https://doi.org/10.1287/orsc.1110.0688>; letöltés: 2022.12.10.
- TÓTH Márton: Az új nemzetközi jogi szabályozása, különös tekintettel az űrbányászatra. *Pólusok*, 2. évfolyam 2. szám, 2021. pp. 66–79.
<https://doi.org/10.15170/psk.2021.02.02.04>; letöltés: 2022.12.16.
- TREGLOWN, Luke – FURNHAM, Adrian: Birds of a feather work together: The role of emotional intelligence and cognitive ability in workplace interaction and advice networks. *Personality and Individual Differences*, Volume 158, May 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2020.109833>; letöltés: 2022.12.07.
- VICSEK Lilla – KIRÁLY Gábor – KÓNYA Hanna: Networks in the Social Sciences. *Corvinus Journal of Sociology and Social Policy*, Volume 7, Issue 2, 2016. pp. 77–102.
<https://doi.org/10.14267/cjssp.2016.02.04>; letöltés: 2022.11.25.
- WALL, Mike: What's going on with Elon Musk, SpaceX's Starlink and Ukraine? Here's what we know. *Space*, 2022.10.19.
<https://www.space.com/spacex-starlink-elon-musk-ukraine-explainer>; letöltés: 2022.12.02.

ÜVEGES ISTVÁN

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KÖZÖSSÉGI MÉDIÁBAN TÖRTÉNŐ ALKALMAZÁSÁNAK TÁRSADALMI ÉS POLITIKAI KÖVETKEZMÉNYEI

BEVEZETÉS

A mesterséges intelligencia (MI) és specifikusan annak részterülete, a *gépi tanulás* világában a tanítóadatok mennyisége és minősége kulcsfontosságú tényező. Hagyományos értelemben a *privacy* (~*magánélethez való jog*) fogalomkörébe az online, digitális térben lefolytatott magánbeszélgetések, az egyénhez kapcsolódó közösségimédia-posztok, információk sorolódhatnak be. Ezeken felül azonban a felhasználók számos olyan „online lábnyomot” hagynak, amelyeket a magánélet védelmét szolgáló törvényi szabályozások vagy egyáltalán nem, vagy csak elégtelen eszközökkel védenek.

Idesorolhatók például olyan adatszoportok, mint böngészési előzmények, megtekintett, lájkolt tartalmak, kapcsolati háló, geolokációs adatok stb. Ezek az információk hagyományosan szeparáltan léteznek, elkülönített szervereken, különböző adatkezelők „fennhatósága alatt”. Attól a ponttól viszont, amikor ezek az adatforrások átjárhatóvá válnak (akár adatbrókerek tevékenysége által, akár más úton), ezekből olyan (leginkább a *big data* hívószava alatt megfogható) adattömeg keletkezik, amely lehetőséget teremt a forrásindividuum *pszichológiai profilozására*, az elé kerülő hirdetések, tartalmak *mikrotargetálására*, vagy akár *pszichometriai* módszerek alkalmazására is.

Ellentétben a hagyományos információkkal, amelyek megosztásával az emberek alapvetően tudatában vannak (pl. egy fénykép feltöltése), ezek az adatok sok esetben olyan módon keletkeznek, amiről a felhasználó nem feltétlenül szerez tudomást. Ennek ellenére felhasználásukkal például gépi tanuló algoritmusok számára a korábrinál sokkal hatékonyabb eszközt képezhetnek profilozásra, legyen szó akár pártpreferenciák, érdeklődési körök vagy bármilyen világnézetbeli értékek (automatikus) felismeréséről és az adott személyhez rendeléséről. Az így (pl. felügyelet nélküli gépi tanulási algoritmusokkal) kialakított csoportoknak az egyénre történő visszavezetése a kulcs a hatékony és automatizált véleménybefolyásolási technikák fejlesztéséhez.

A folyamat, amelynek során az adat a megfelelő kezekben „arannyá változik”,¹ valamint a módszerek, amelyek felhasználásával üzleti vagy politikai érdekek szolgálatába állítható, az egy olyan sokszereplős folyamat, amely számos technológiai

¹ Az idézet arra a főleg az Amerikai Egyesült Államokban elterjedt közkeletű mondásra utal, amely a gazdasági növekedés adataalapú dimenzióját hangsúlyozza: „Data is the new gold” – Az adat az új arany. THOMAS, Rachel Nyswander: Data is the New Gold: Marketing and Innovation in the New Economy. U.S. Chamber of Commerce Foundation, 2014.09.19. <https://www.uschamberfoundation.org/data-new-gold-marketing-and-innovation-new-economy>; letöltés: 2022.12.22.

újítást, feltörekvő trendet, szabályozási kihívást és perspektívát foglal magában. Éppen összetettsége miatt a jelen tanulmány terjedelmi keretei között csak az adatalapú gazdaság háttérének főbb aspektusai, az ilyen technológiai fejlődés által hordozott fontosabb kockázatok és alapvető összefüggések bemutatására van lehetőség.

Ennek megfelelően a következő fejezet bemutatja az MI és különösen a gépi tanulás alapjait mint azt a technológiai háttérrel, amely a legtöbb esetben az online elérhető adatok felhasználása mögött áll. Ezt követően röviden ismertetésre kerül a gépi tanulási algoritmusok bemeneteként szolgáló fontosabb adatforrások természetete, valamint azok áramlásának lehetőségei az egyes adatpiaci szereplők között. Mindehhez a kontextust az adat- vagy figyelemalapú gazdasági modell jelenti, amely életre hívta és egyben profitábilissé is teszi például a közösségimédia-platformok mögött álló szolgáltatókat. A modellben rejlő kockázatokat és következményeket két fontosabb szempont szerint mutatom be; egyrészt a magánélethez való joggal, másrészt pedig a demokratikus intézményekkel és a választások tisztaságával kapcsolatban nemrégiben felmerült aggályokkal összefüggésben.

A tanulmány fő célja, hogy áttekintést adjon arról az igen aktuális társadalmi és technológiai vonatkozású problémáról, amely általában a *big data* visszaélészerű, illetve szabályozatlan (MI-t alkalmazó) használatából eredhet, és hogy felhívja a figyelmet a közeljövőben ezzel kapcsolatosan megoldandó etikai, jogi és biztonsági problémákra, különös tekintettel a közösségimédia-platformok kapcsán felmerülő kihívásokra és lehetőségekre.

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÉS GÉPI TANULÁS

A „mesterséges intelligencia” egy olyan összetett tudományterület, amely köznapi értelemben gyakran oszthatatlan fogalomként jelenik meg, valójában azonban inkább számos kutatási területet, tudományágot, kutatási és fejlesztési irányt, valamint algoritmikus megközelítést is magában foglaló ernyőfogalom.

A fejlesztési irányok közül érdemes talán kiemelni a *természetesnyelv-feldolgozás* (Natural Language Processing – NLP²) és a már említett *gépi tanulás* területét, a jelen tanulmány szempontjából két leginkább relevánsat. Ezek közül előbbit olyan feladatok összességéeként szokás hivatkozni, amelyek célja, hogy a számítógépek olyan hasznos feladatokat lássanak el, amelyek az emberi nyelvvel kapcsolatosak, például az ember–gép kommunikáció lehetővé tétele, az ember–ember kommunikáció javítása, vagy pusztán emberek által írt szövegek vagy élőbeszéd más feladatok során hasznos feldolgozása.³ Utóbbi esetében a mesterséges intelligencia és tágabban az informatika egyik ágáról beszélhetünk, amely adatok és rajtuk futtatott algoritmusok felhasználásával az emberi tanulást utánozza.⁴

² Lényegében ugyanerre a tudományterületre szokás még számítógépes nyelvésztként (Computational Linguistics), számítógéppel támogatott írott és beszélt nyelv feldolgozasként (*computer speech and language processing*) és nyelvtechnológiaként (*language technology*) is hivatkozni.

³ JURAFSKY, Daniel – MARTIN, James H.: *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. Prentice Hall PTR, 2000.

⁴ IBM: *What is machine learning?*

<https://www.ibm.com/cloud/learn/machine-learning>; letöltés: 2022.12.10.

Praktikussági szempontok alapján mindkettő tekinthető a mesterséges intelligencia kutatása egy-egy részterületének, annak ellenére, hogy céljaik jelentősen eltérnek.



1. ábra. A mesterségesintelligencia-kutatások egyik lehetséges osztályozása⁵
Szereksztette: Üveges István

Napjainkban ez a két terület egymással is szorosan összekapcsolódik, hiszen a legtöbb hagyományos értelemben vett NLP-feladat⁶ megoldásához a kutatók gépi tanulási módszereket (is) alkalmaznak, amelyek sok esetben a leginkább meggyőző eredményeket képesek elérni valamennyi megoldás közül.⁷

A tanulmány szempontjából fontos elkülöníteni a *felügyelt* (*supervised*) és a *felügyelet nélküli* gépi tanulást (*unsupervised*). Előbbi esetében az algoritmus a gép számára értelmezhető formába alakított adatokat kap (jellemzően numerikus vektorok formájában), valamint egy-egy címkét minden adat mellé, amely segíti az adatok elkülönítésében. A feladata voltaképpen az, hogy elegendő mennyiségű adat és hozzátartozó címke ismeretében képes legyen olyan adat-címke párok esetében is helyes döntést hozni, amelyeket korábban nem ismert, azaz reprezentálni legyen képes a megfelelő címkék mögötti adatsorok elkülönítéséhez szükséges „tudást”.

⁵ RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter: Artificial Intelligence: A modern approach. Pearson, Hoboken, New Jersey, 2021.

⁶ Ilyenek például a *szentiment- vagy érzelemanalízis* (*sentiment, emotion analysis* – ahol a cél az emberek által írt szövegek által kifejezett érzelmek automatikus felismerése), a *névelem-felismerés* (*named entity recognition* – amely során a szövegekben előforduló tulajdonneveket és más entitásokat szükséges azonosítani) vagy akár a *gépi fordítás* (*machine translation*).

⁷ Elég csak a nagy nyelvmodellek, például a Transformer-alapú BERT nyelvmodellnek (a 2018-as megjelenése óta tartó) töretlen sikerére gondolni.

Ehhez az adat-címke párokat két részre szokás osztani: tanító- és tesztalmazra. Előbbit az algoritmus felhasználja a probléma feletti általánosítási képesség elsajátítása során, majd pedig ennek az általánosításnak a sikerességét a tesztalmaz elemeire az algoritmus által prediktált („jósolt”) címkék alapján értékelheti a gépi tanítást végző szakember.

A közösségimédia-platformok esetében ezek a tanítóadatok jellemzően szöveges formában állnak rendelkezésre (pl. a felhasználók által létrehozott posztok, hozzászólások), de lehet szó az általuk megosztott adatokról is (pl. életkor, nem, követett oldalak, ismeretségi háló stb.).

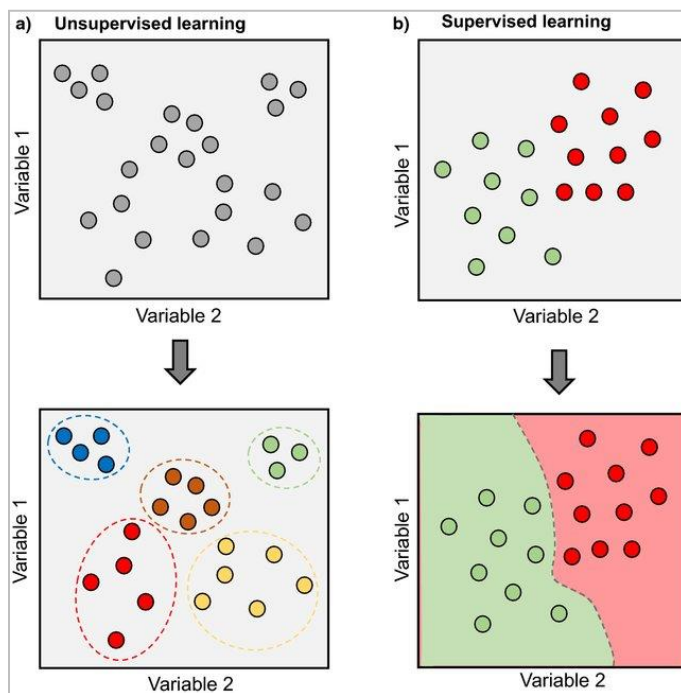
A gépi értelmezhetőség triviális olyan esetekben, amikor a szükséges adatok eleve numerikus formában állnak rendelkezésre, de például szövegek esetében módot kell találni azok megfelelő átalakítására. Ezt különféle vektorizálási eljárások⁸ tudják biztosítani. Az így kapott vektorok egyes elemeit, komponenseit szokás általános értelemben *adatpontnak* nevezni. A szokásos, háromdimenziós térben megadott koordináták például három adatpontból állnak (az x, y és z tengelyek menti elhelyezkedés), de például a felhasználók személyiségtípus szerinti osztályozása esetén idetartozhatnak költési szokásokból, demográfiai mutatókból vagy megtekintett bejegyzésekből származó adatpontok is.

Felügyelet nélküli gépi tanulás esetében a szcenárió annyiban változik, hogy ez esetben nincs szükség előre címkézett tanítóadatokra. Az ilyen algoritmusok feladata, hogy a kapott adatokban „természetesen” jelen levő csoportosulásokat találják meg (ilyen például a pénzügyi szektorban az ügyfeleknek nyújtandó hitelek megelőző kockázatbecslés, vagy célzott ajánlatok kiküldése a korábbi tranzakciós történet – a költési szokások alapján).

Az a) esetben (felügyelet nélküli) az adatok csoportosítása automatikusan történik, míg a b) esetben az előre megadott címkéket alapul véve (2. ábra).

Ennek megfelelően az utóbbi nagy előnye, hogy nem igényel előzetesen befektetett emberi munkaerőt az adatok címkézése során, hiszen felügyelt gépi tanítás esetén sok esetben ez a fázis jelenti a legjelentősebb befektetést (mind időben, mind pedig nominálisan). Ezzel összefüggésben azonban az ilyen megoldások hátránya, hogy a kapott eredmény kevésbé finomhangolható, hiszen a kialakult csoportok természete minden esetben az algoritmus lefutása során dől el.

⁸ Ilyen például a régóta alkalmazott TF-IDF (*term frequency – inverse document frequency*), amely az egyes szövegekben előforduló szavak számlálásán alapul, kiegészítve azzal a tulajdonsággal, hogy tekintetbe veszi az adott szó gyakoriságát a dokumentumban vagy éppen egyediségét az összes szöveget tekintetbe véve. Neuronhálóknak esetében főként „beágyazásokról” (*embedding*) beszélhetünk, amelyek valójában a neuronháló tanítása során, annak belső, rejtett neuronrétegeiben az adott szóhoz előálló súlyok kinyerésén alapulnak.



2. ábra. Felügyelt és felügyelet nélküli gépi tanulás működésbeli eltéréseinek szemléltetése⁹

DIGITÁLIS LÁBNYOM – DATA BROKERS

Mesterséges intelligencia, például tehát gépi tanulási algoritmusok alkalmazása során a pontosabb eredményekhez minél kiterjedtebb adathalmazra van szükség. Az adatok beszerzésének számos módja létezik, és azok származási helyüket tekintve is rendkívül sokrétűek lehetnek, származhatnak többek között adatbrókerektől, online kitöltött felmérésekből, okoseszközök által rögzített adatokból, vagy például weboldalak által gyűjtött, majd feldolgozásra továbbított naplózási tevékenységekből is.

Első megközelítésben *online (digitális) lábnyom* alatt az internet használata során hátrahagyott adatnyomot értjük. Idetartoznak a meglátogatott weboldalak, az elküldött e-mailek és minden online megjelenő információ, amely később felhasználható egy személy tevékenységének követésére vagy azonosítására. Ez az adatnyom keletkezhet *aktív* és *passzív* módon is. Előbbi esetben az önmagunkról történő információmegosztás tudatos cselekvés, mint például egy felmérés (pl. személyiségteszt) kitöltése, egy webhely sütijeinek (*cookie*) elfogadása, vagy

⁹ MORIMOTO, Juliano – PONTON, Fleur: Virtual reality in biology: could we become virtual naturalists? *Evolution: Education and Outreach*. Volume 14, Issue 7, 2021. <https://evolution-outreach.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12052-021-00147-x>; letöltés: 2022.12.02.

bármilyen regisztrációhoz kötött webhelyen elvégzett műveletek sorozata. Utóbbi esetben az adatok begyűjtése (sok esetben) a felhasználó tudomása nélkül történik, például a weboldal kódjában elhelyezett szkriptek segítségével.¹⁰

Jó példa az ilyen, (gyakran) a felhasználó tudta vagy beleegyezése nélkül végzett adatgyűjtésre a Meta-Pixel (korábban Facebook-Pixel, magyarul Meta-képpont),¹¹ valamint a Google Analytics szolgáltatásai is. A Meta szolgáltatásának lényege, hogy a külső webhelyek kódjába egy olyan kódrészlet építhető be, amely a közösségimédia-platform elhagyása után is monitorozza az egyes oldalakon eltöltött időt, esetleg onnan kiindulva további (al)oldalak meglátogatásának tényét. Az így a Metához visszajutott információt a közösségi oldal ezután például a felhasználó (aktuális) érdeklődési körének meghatározásához használja fel. A Google szolgáltatása az érem másik oldala felől közelít, és lehetőséget teremt például az ügyfél weboldalára érkező forgalomnak (az odavezető URL-be kódolt metaadatok útján) történő monitorozására, ezáltal azonosítva a látogatás kiinduló pontját, esetleg a konkrét kampányt, amely az oldal meglátogatásához elvezetett.¹²

Az ilyen kétirányú kapcsolat mindkét fél elemi érdeke, és együttesen járulnak hozzá ahhoz a jelenséghez, hogy egyes piaci szereplők a weboldalak látogatottságát vagy éppen egyes termékek eladását a felhasználók profilozása által optimalizálni képesek.

Az adatok begyűjtése egyéb aktorok közreműködésével is intenzíven zajlik. Ezt jól jelzi, hogy a 2010-es évek óta egy komplett iparág épült ki olyan szolgáltatók köré (pl. Acxiom, Oracle), amelyek fő tevékenységi köre, hogy az online jelenléttel bíró felhasználókról a lehető legtöbb (adott esetben akár szenzitív) adatot gyűjtsenek be, azokat profilokba rendezzék és csoportosítsák, és az így keletkező adattömeget pedig további, harmadik felek számára később értékesítsék.¹³

Ami az ilyen adatgyűjtést a leginkább aggályossá teszi, az az érdekelt cégek deklarált célkitűzése, hogy az online és az offline információforrások integrációja által minden felhasználóról képesek legyenek 360^o-os képet alkotni.¹⁴ Az ilyen fokú átjárhatóság az adatszolgáltatók között, valamint a kvázi korlátlan hozzáférés megteremtése a felhasználókról rendelkezésre álló adatokhoz felszámolja azt – az online térben korábban természetes módon létező – korlátot, hogy az egyes vállalatok

¹⁰ What is a digital footprint? And how to protect it from hackers. Kaspersky. <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-a-digital-footprint>; letöltés: 2022.12.10.

¹¹ Meta Üzleti Súlyközpont: Tudnivalók a Meta-képpontról. https://www.facebook.com/business/help/742478679120153?id=1205376682832142&helpref=faq_content; letöltés: 2022.12.10.

¹² FINNEGAN, Connor: How Facebook and Google Track Your Online Behavior. Medium, 2019.02.13. <https://medium.com/@ConnorFinnegan/how-facebook-and-google-track-your-online-behavior-26f161d370ab>; letöltés: 2022.12.10.

¹³ CRAIN, Matthew: The limits of transparency: Data brokers and commodification. *New Media & Society*, Volume 20, Issue 1, January 2018. pp. 88–104. <https://www.studocu.com/en-us/document/university-of-northern-iowa/direito-processual-penal/the-limits-of-transparency-data-brokers-and-commodification/27311719>; letöltés: 2022.12.12.

¹⁴ RAM, Aliya – MURGIA, Madhumita: Data brokers: regulators try to rein in the 'privacy deathstars'. *Business Day*, 2019.01.09. <https://businessday.ng/uncategorized/article/data-brokers-regulators-try-to-rein-in-the-privacy-deathstars/>; letöltés: 2022.12.10.

szükségszerűen csak az egyes emberekről elérhető összes adat egy szeletéhez voltak képesek hozzáférni. Ha ezekhez az adatokhoz hozzávesszük olyan információk körét, mint például egészségügyi és banki adatok, tartózkodási helyek stb., akkor komoly aggályok merülnek fel mind a magánélethez való jog, mind pedig a hatályos adatvédelmi irányelvek (pl. GDPR) tiszteletben tartása kapcsán.

Habár a helyzet némileg eltérő az Amerikai Egyesült Államok és Európa esetében, az adaterkedelemre és -felhasználásra épülő iparágak fejlődési iránya olyan globális trend, amelynek hatásai egyaránt érvényesülnek mindkét területen.

Az ilyen tevékenységek iránti fokozott aggodalmat jól jelzi, hogy a GDPR¹⁵ bevezetése után az EU több tagállama is kezdeményezett vizsgálatot adatgyűjtéssel foglalkozó vállalatok ellen. Az Ír Tanács az Állampolgári Szabadságjogokért (Irish Council for Civil Liberties – ICCL) jelentése¹⁶ például a Google és más nagy volumenű piaci szereplők azon tevékenysége kapcsán fogalmaz meg komoly aggályokat, amelynek során az adatgyűjtést végző vállalatok a felhasználókról rendelkezésre álló információkat azok valós idejű földrajzi helyzetével összekapcsolva aukcióra bocsátják a potenciális hirdetőik számára, majd az adatsomagokat továbbítják a „nyertes” licitáló felé (*Real Time Bidding* – RTB). Több vizsgált esetben is az ilyen módon továbbított adatok között szerepeltek például cukorbetegségre, HIV-státuszra, agytumorra, alvási rendellenességre és depresszióra utaló szenzitív egészségügyi jellemzők is.¹⁷

A jelentés megállapításai szerint a Google RTB-rendszere egyes esetekben napi több száz alkalommal küldte tovább a felhasználók adatsomagjait – amelyekben a fentebb említett szenzitív adatok is szűrés nélkül megjelenhettek. Az adatok értékét és az adatszivárgás súlyosságát jól jelzi, hogy – szintén a jelentés megállapításai alapján – azokat egyes piaci/politikai szereplők felhasználták a 2019-es lengyel parlamenti választások eredményének befolyásolásához is.

Ennek során az OnAudience vállalat mintegy 1,4 millió lengyel állampolgár adatait felhasználva segítette adott érdeklődési körrel rendelkezők megcélzását a választásokkal kapcsolatos hirdetések megjelenítése során. A vállalat állítása szerint ugyan az adatsomagokat kizárólag anonimizálva dolgozták fel és továbbították, azok azonban így is a konkrét, valós személyekhez kötődő egyedi azonosítóval rendelkeztek. Ezek az azonosítók ezen felül összekapcsolhatók más vállalatok adatbázisaiban szereplőkkel is, ilyen módon tehát továbbra is egységes profil képezhető

¹⁵ Az Európai Parlament és a Tanács 2016. április 27-i (EU) 2016/679 rendelete a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről (általános adatvédelmi rendelet).
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600679.eup>; letöltés: 2022.12.08.

RYAN, Johnny: Submission to the Irish Data Protection Commission (21 September 2020).
<https://www.iccl.ie/wp-content/uploads/2020/09/1.-Submission-to-Data-Protection-Commissioner.pdf>;
letöltés: 2022.12.04.

A jelentés aktuális összefoglalója: The Biggest Data Breach. ICCL report on scale of Real-Time Bidding data broadcasts in the U.S. and Europe.

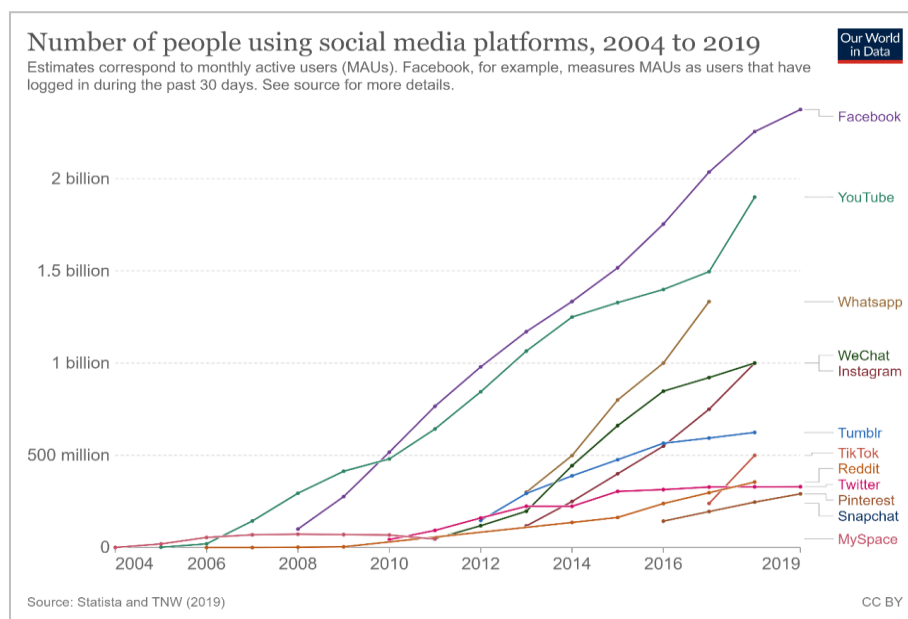
<https://www.iccl.ie/wp-content/uploads/2022/05/Mass-data-breach-of-Europe-and-US-data-1.pdf>;
letöltés: 2022.12.04.

¹⁷ Uo. pp. 6–7.

belőlük.¹⁸ Mindez nemcsak a GDPR rendelkezésinek betartására, de a személyiségi jogok (főként a magánélethez való jog) megsértésére nézve is fenyegető piaci magatartást feltételez.

FIGYELEMALAPÚ GAZDASÁG

Az elmúlt években meghatározó trend, hogy az egyes közösségimédia-platformok aktív felhasználói bázisa évről évre töretlenül növekszik. Ezek közül is kiemelkedett a Meta Platforms, Inc. által üzemeltetett Facebook, amely 2022 harmadik negyedévében (Q3) már mintegy 2,95 milliárd olyan felhasználói fiókkal rendelkezett, amelyekkel legalább egy alkalommal bejelentkeztek a szolgáltatásba a mérést megelőző 30 napos periódus alatt.¹⁹



3. ábra. A közösségimédia-platformok aktív felhasználói bázisának változása a 2004–2019 közötti időszakban²⁰

¹⁸ Uo. p. 5.

¹⁹ Statista: Number of monthly active Facebook users worldwide as of 3rd quarter 2022. <https://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users-worldwide/>; letöltés: 2022.11.24.

²⁰ ORTIZ-OSPINA, Esteban: The rise of social media. OurWorldInData, 2019.09.18. <https://ourworldindata.org/rise-of-social-media>; letöltés: 2022.11.24.

Magyarországon ez a növekedési trend ugyan némileg lassulni látszik,²¹ de az emelkedés így is töretlen. Ennek elméleti gátat csak az internetkapcsolattal nem rendelkezők aránya jelenthet, amely viszont 2021-ben a háztartásokra vetítve azok alig 9,2%-át tette ki.²²

Fontos kiemelni, hogy habár ezek a platformok (különösen igaz ez a Facebook esetében) eredeti nyilvános célkitűzésük szerint a közösségek építését, valamint a kapcsolattartást kívánták elősegíteni a digitális térben, ugyanakkor az ezeket üzemeltető cégek fő célja továbbra is a profitszerzés, amely jelentős befolyással bír a működési modelljükre is.

Ahhoz, hogy az „ingyenes” platformokat működtető vállalatok mégis képesek legyenek profitra szert tenni, alapvetően két eszköz áll a rendelkezésükre: Ezek közül az első a felhasználó adatainak, a második pedig azok figyelmének az értékesítése. Ez utóbbi modellnek az angolszász terminológiában a legelterjedtebb elnevezése az *attention economy*, amelyet nagyjából *figyelemgazdaságként* fordíthatunk. Ezt a terminust elsőként Herbert A. Simon használta²³ még a múlt század hetvenes éveiben, főként arra a paradoxonra utalva, miszerint az információs jólét (túltelítettség) óhatatlanul figyelemszegénységhez vezet. Ezt a gondolatot később Goldhaber²⁴ vitte tovább, figyelmeztetve egy (akkor még csak kibontakozó) gazdasági modellre, amelyben az ipari alapú gazdaság helyett a fókusz a figyelem megszerzésére helyeződik, és ez képezi a „termelés” alapját.

Az elképzelés megjelenése tisztán megmutatkozik a legtöbb közösségimédia-platform működésében is, hiszen ezek hozzáférése ugyan többnyire ingyenes, de a használata során a felhasználóról begyűjtött változatos és igen széles körű adatmennyiséget a szolgáltató cég tehát közvetlenül értékesít(het)²⁵. Egy magasabb absztrakciós szinten ezt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy az adott vállalat egyrésztől a felhasználó figyelmét bocsátja áruba, másrészt pedig (a róla korábban gyűjtött adatok révén) azt a lehetőséget, hogy a vevő ezt a rendelkezésre álló figyelmet a lehető leghatékonyabban fel is tudja használni, illetve a saját javára fordítani.

²¹ 2018 szeptembere és 2022 szeptembere között 5,75 millió felhasználóról 7,43 milliós csúcs után megközelítőleg 6,98 millió főre bővült felhasználói bázisról beszélhetünk. Tekintettel arra, hogy a magyar lakosság lélekszáma a KSH adatai szerint 2022. január 1-jén 9 689 010 fő volt, ez a 6,98 millió fő lakosságárányosan így is mintegy 72%-os használati arányt jelent a Facebook-ra vonatkozóan.

KSH: Magyarország népességének száma nemek és életkor szerint, 2022. január 1.
<https://www.ksh.hu/interaktiv/korfak/orszag.html>; letöltés: 2022.11.24.

²² KSH: A háztartások internetkapcsolat típusainak aránya.
https://www.ksh.hu/stadat_files/ikt/hu/ikt0016.html; letöltés: 2022.11.24.

²³ SIMON, Herbert A.: Designing Organizations for an Information-rich World. In: GREENBERGER, Martin (szerk.): Computers, communications, and the public interest. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 1971. pp. 37–72.
https://veryinteractive.net/pdfs/simon_designing-organizations-for-an-information-rich-world.pdf;
letöltés: 2022.11.28.

²⁴ GOLDHABER, Michael H.: The attention economy and the Net. First Monday, Volume 2, Issue 4, 1997.
<https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/519/440>; letöltés: 2022.11.28.

²⁵ BROWN, Sara: The case for new social media business models. MIT Sloan, 2021.06.16.
<https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/case-new-social-media-business-models>; letöltés: 2022.11.24.

Ez két fontos következménnyel jár az ilyen modell szerint működő cégek esetében:

- egyrészt elemi érdekükké válik a felhasználók figyelmi idejének (~a platformon töltött idejüknek) a maximalizálása;
- másrészt pedig érdekeltek róluk a lehető legnagyobb mennyiségű és egyben legjobb minőségű adat begyűjtésében.

Az ilyen adatok értékét jól szemlélteti például a Meta Platforms befektetői számára közzétett jelentése, amelyben a cég az egyes bevételi forrásait részletezi.²⁶ Eszerint a hirdetésekkel foglalkozó üzletág 2022 első féléve alatt mintegy 55 milliárd dolláros nyereséget könyvelt el, amelynek döntő többségét a Facebook, az Instagram, a Messenger, a WhatsApp és egyéb platformokon értékesített hirdetési helyek tették lehetővé.

BIG DATA – FELHASZNÁLÓKRÓL SZÓLÓ ADATGYŰJTÉS

A nagy techcégek által (pl. a fent említett módokon) begyűjtött adatok mennyisége, összetettsége és diverzitása természetesen szükségessé teszi, hogy ezeket újfajta módokon dolgozzák fel és hasznosítsák.

Hagyományos környezetben (főként az internet megjelenése és elterjedése előtt) az adatok jellemzően valamilyen jól meghatározott cél érdekében és aszerint strukturált formában keletkeztek. Az interneten elérhető, exponenciálisan növekvő adattömeg esetében ez a legtöbbször nem teljesül, hiszen ennek forrásai, rendezettsége és felhasználási lehetőségei rendkívül heterogén képet mutatnak. Elég csak arra gondolni, hogy míg korábban a számítógépes rendszerekben tárolt adatok forrásai jellemzően egy-egy vállalat alkalmazottai voltak, akik szigorú standardokat követtek ezek bevitelére (*digitalizálása*) során, addig a 2000-es évektől a legnagyobb adattömeget maguk a felhasználók, újabban pedig akár algoritmusok vagy internetre csatlakoztatott eszközök (Internet Of Things – IOT) generálják.²⁷ Az ilyen, megjelenési formájában egyre nagyobb változatosságot, mennyiségben és keletkezési ütemében pedig exponenciális növekedést mutató adattömegekre szokás *big data*-ként hivatkozni.²⁸ Ennek volumenét jól jelzi, hogy egyes becslések szerint a világon 2020-ban összesen 64,2 zettabyte adat keletkezett; ez nagyjából 6×10^{13} gigabyte adatot jelent.²⁹

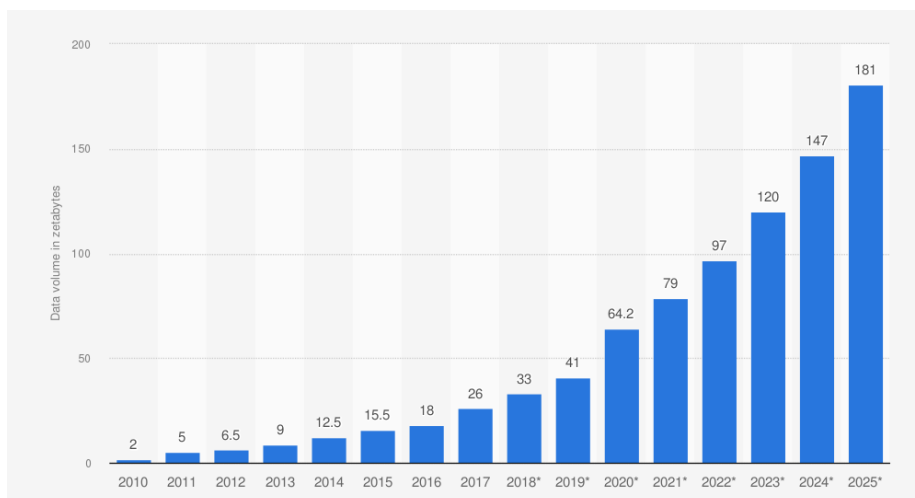
²⁶ Meta Reports Second Quarter 2022 Results.
https://s21.q4cdn.com/399680738/files/doc_news/Meta-Reports-Second-Quarter-2022-Results-2022.pdf; letöltés: 2022.11.24.

²⁷ EBERENDU, Adanma Cecilia: Unstructured Data: an overview of the data of Big Data. *International Journal of Computer Trends and Technology*, Volume 38, Issue 1, August 2016. pp. 46–50.
<https://ijctjournal.org/2016/Volume38/number-1/IJCTT-V38P109.pdf>; letöltés: 2022.12.18.

²⁸ LANEY, Douglas: 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety. META Group, 2001.02.06.

²⁹ Statista: Volume of data/information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2020, with forecasts from 2021 to 2025.
<https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>; letöltés: 2022.12.17.

Ilyen adatmennyiség feldolgozása és hasznosítása még akkor is kihívásokkal teli feladat lenne, ha rendezett formában állna rendelkezésre, a *big data* esetében azonban a helyzet ennél összetettebb képet mutat.



4. ábra. A világon összesen generált adat mennyisége 2010 és 2020 között (zettabyte), 2025-ig tartó előrejelzéssel³⁰

A hagyományos adatbázisok esetében azok tartalma egy adott, változatlan séma szerint eleve rendezett. Egyszerű példával élve, egy iskolai nyilvántartás esetén például regisztrálhatjuk a tanulók nevét, születési idejét és az osztályfőnökük nevét. Relációs adatbázisok esetén ezek táblákba szervezve, jól kereshető formában jelennek meg, ahol a táblázat minden oszlopa egyértelműen megadott jelentéssel bír, az oszlopok közötti kapcsolatok pedig szigorúan meghatározottak és változatlanok. Pontosan a szigorú meghatározottság miatt az ilyen adatbázisok csak olyan adatokat képesek fogadni és hatékonyan kezelni, amelyek megfelelnek annak a sémának, amely alapján az adatbázis eredetileg definiálva lett.

Az interneten és általában a kevésbé mesterséges módon keletkező adatok azonban leggyakrabban nem követnek ilyen fajta természetes rendezettséget, valójában a legtöbb esetben (adatbázisépítési szempontból) strukturálatlan formában jönnek létre. Ilyenek például a videófájlok, valamilyen természetes nyelven³¹ írt szövegek, képek, geolokációs adatok stb.

³⁰ Statista: Volume of data/information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2020, with forecasts from 2021 to 2025.
<https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>; letöltés: 2022.12.17.

³¹ A *természetes nyelvek* fogalma a nyelvfeldolgozás (NLP) egyik alapmeghatározása: olyan nyelvekre alkalmazható, amelyek természetes módon keletkeznek, emberek egy csoportja beszéli őket. Velük szemben állnak a mesterséges, például a programozási nyelvek (Python, JAVA stb.).

Valójában a hagyományos adatbázisokhoz képest ezek esetében a logika éppen fordított: elsőként az adat jön létre és tárolódik el „nyers” formában, majd pedig egy utólagos feldolgozási folyamat keretében alkalmazódik rá valamilyen séma, amelynek segítségével az később kereshetővé, felhasználhatóvá és értelmezhetővé válik.

Valójában tehát a *big data*-hoz kapcsolódó analitika alapfolyamata esetében elsőként az eltérő forrásból származó adatok összegyűjtése valósul meg, majd ezen a gyűjteményen olyan algoritmusok futtatása, amelyek azt képesek új formában tárolni, zajmentesíteni, újra elosztani, kereshetővé tenni (indexelni), elemezni, adott esetben a kapott eredményeket vizualizálni is.³² Ilyen módon tehát a hagyományos adattömegek és a *big data* különbsége leginkább egy aszimmetria által fogható meg. Adatbázisok esetében elsőnek egy döntés születik meg, hogy milyen adatokat, milyen formában akarunk tárolni, és hogy ezeket az adatokat milyen kapcsolatok jellemzik. *Big data* esetében a helyzet ennek inverze, elsőként az adat születik meg, és ennek strukturálása, illetve az az elemzői munka, amely „értelmet ad” az adatnak, csak ezt követően zajlik le.

Az *adatbizniszben* (*data business, data industry*) érintett cégek (pl. amilyen éppen a legtöbb közösségimédia-platfom, vagy éppen a Google keresőszolgáltatását is üzemeltető Alphabet) számára pontosan emiatt válik kiemelkedően fontossá a minél több adat megszerzése, hiszen abból jobb statisztikai elemzések készülhetnek, több mintázat és trend szűrhető le, például a jövőre vonatkozó előrejelzések (predikciók) készítéséhez. Ugyanezen ok miatt kiemelkedően fontos az ilyen cégek számára a mesterséges intelligencián (pl. gépi tanulás) alapuló algoritmusok alkalmazása is.

Az utólagos elemző eljárások hozzáadott értékére jó példa lehet egy Facebook-poszt esetében a téma, amelyről szó van, vagy amelyhez a hozzászólás érkezik, vagy akár a témához való érzelmi viszonyulás a poszt szerzője részéről.³³ Az ilyen metaadatok például NLP-technikák alkalmazásával rendelhetők hozzá az eredeti adathoz.³⁴

KOCKÁZATOK A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSA KAPCSÁN

A fentiekből látható tehát, hogy a felhasználók online lábnyomának felhasználása olyan módokon történik már napjainkban is, amelyek a globalizált internet és az adattároláshoz, feldolgozáshoz szükséges informatikai infrastruktúra kialakulása előtt elképzelhetetlenek voltak. Az ezzel kapcsolatos kihívások rendszerbe foglalásához érdemes áttekinteni, hogy a már rendelkezésre álló adatmennyiség és az adatvezérelt üzletágak tevékenysége milyen nem várt (esetleg visszaélésekre is alkalmas) következményekkel járhat.

³² RUSSOM, Philip: Big Data Analytics. TDWI Best Practices Report, Fourth Quarter 2011. http://download.101com.com/pub/tdwi/Files/TDWI_BPRreport_Q411_Big_Data_Analytics_Web.pdf; letöltés: 2022.11.30.

³³ Sarkos példával élve: a felhasználók egy-egy poszt feltöltése előtt nem töltenek ki egy űrlapot, amelyben megjelölnék a hozzászólás témáját, vagy éppen azt, hogy hogyan viszonyulnak hozzá, ezeket csak utólagos elemző munkával lehetséges megállapítani, esetleg az egyes hozzászólásokat rendszerezni.

³⁴ Előbbivel tágabb értelemben a témamodellzés (*topic modelling*), míg utóbbival a szentiment- vagy érzelelemzés (*sentiment, emotion analysis*) foglalkozik.

Manheim és Kaplan amellett, hogy az MI-t és az azon alapuló technológiákat a modern világ leginkább felforgató technológia csoportjaként említi, ennek (szabályozatlan) fejlődését a szociális értékekre és az alkotmányos jogokra leselkedő legnagyobb veszélyként is megnevezik.³⁵

Az MI által ezen a téren jelentett fenyegetéseket alapvetően két nagy csoport szerint sorolják be:

- az adatvédelemre és magánéletre vonatkozóra;³⁶ valamint
- a választások tisztaságára és a demokratikus intézményeket érintőkre.³⁷

A tanulmány következő fejezetei e két szempont szerint vizsgálják az MI-alapú megoldások közösségi médiában történő, és általában a *big data* felhasználásához kapcsolódó alkalmazásának jelentősebb kockázati faktorait.

Magánülethez való jog

Az adatvédelem kapcsán – többek között az Emberi Jogok Egyetemes Nyilatkozatára hivatkozással³⁸ – fókuszba kerül a személyes döntések meghozatalához, illetve a személyes adatok bizalmas kezeléséhez való jog mint a demokráciák alapelvei.

Az Amerikai Egyesült Államok jogrendszerében a magánülethez való jog azt a meggyőződést testesíti meg, hogy az ember magánjellegű információit nem szabad a nyilvánosságnak vizsgálnia, és hogy az egyéneknek joguk van a rájuk vonatkozó információk tiszteletben tartásához. Ahogyan látható volt, ezzel ellentétes irányba hat az a trend, hogy a technológia fejlődésével egyre több személyes adatunk kerül harmadik felek kezébe. Az e-kereskedelemben és az e-mailezésekből keletkezőtől az okostelefonokon és a közösségi médián létrejövő és megosztott adatokig a technológia fejlődése tehát alapvetően állítja kihívás elé a magánülethez fűződő személyes elvárásokat.

Megemlítendő, hogy az Amerikai Egyesült Államok alkotmánya nem védi kifejezetten a magánülethez való jogot, ellenben az állami és a szövetségi törvények korlátozhatják az egyes idekapcsolódó jogosultságokat, amennyiben ehhez nyomós kormányzati érdekek fűződnek.³⁹ A helyzetet jól jellemzi, hogy ez a jog (*right to privacy*) az amerikai alkotmányban sem kerül külön nevesítésre, viszont jelentős precedensértékű döntéseken keresztül a védelmére irányuló törekvés mégis rendre kifejeződik. Emellett több törvény, illetve az alkotmány egyes kiegészítései is

³⁵ MANHEIM, Karl – KAPLAN, Lyric: Artificial Intelligence: Risks to Privacy and Democracy. Yale JL & Tech. 21, 2019. p. 108.
https://yjolt.org/sites/default/files/21_yale_j.l._tech._106_0.pdf; letöltés: 2022.12.02.

³⁶ Uo. pp. 118–131.

³⁷ Uo. pp. 133–160.

³⁸ Universal Declaration of Human Rights, G.A. Res. 217A (III), U.N. Doc. A/810 at 71 (1948), Art. 12.
<http://hrlibrary.umn.edu/instree/b1udhr.htm>; letöltés: 2022.12.02.

³⁹ Ilyen lehet például az amerikai NSA (National Security Agency) nyomozati tevékenysége során végrehajtott bármilyen adatgyűjtés.

utalnak rá, főként az állami túlhatalom elleni védelem egy formájaként.⁴⁰ Allen-Castellitto emellett (több forrásra hivatkozva) a magánélethez kötődő tényezők egyéb aspektusait és felsorolja, ezzel védendőként azonosítva annak információval összefüggő (*informational privacy*), döntési szabadsághoz kötődő (*decisional privacy*), az egyén viselkedésével összefüggő (*behavioral privacy*) és a személyes térrel kapcsolatos aspektusát.⁴¹

Ahogy Manheim és Kaplan is kifejtik, információs szempontból a magánélet kiterjed a személyes adataink áramlásának ellenőrzése feletti kontrollra, legyen szó akár bizalmasan kezelt, akár másokkal bizalmasan megosztott adatokról.⁴² A döntési szabadságra vonatkoztatva ideérthetjük azt a jogot, hogy döntéseinket nem kívánt megfigyeléstől, illetve a személyes terünkbe történt behatolástól mentesen hozzassuk meg. A magánélethez való jognak és a magánélet védelmének az egyén viselkedésével összefüggő aspektusa az előzőekhez hasonlóan azt jelenti, hogy az egyén a nem kívánt megfigyeléstől, illetve a személyes terébe történt behatolástól mentesen cselekedhessen.⁴³ Végül pedig a magánélet fogalmának fizikai aspektusát a magányhoz, az elszigeteltséghez és a jogellenes házkutatással szembeni védelemhez fűződő jog testesítheti meg.⁴⁴

A fentiek közül a közösségi médiában és tágabb értelemben véve az online tevékenység során keletkező adatokhoz történő harmadik fél általi (akár közvetett) hozzáférés legegységesebben az egyén magánéletének döntési szabadsággal kapcsolatos, valamint viselkedéssel összefüggő szabadságát sértheti, mindehhez pedig a róla rendelkezésre álló információk felhasználása szolgáltatja az alapot (amely pedig a magánéletnek a személyes információkhoz kötődő aspektusára utal vissza). Ez a gyakorlatban leginkább az egyénről gyűjtött adatok értékesítésén és az ilyen adatokon alapuló manipulatív technikák fejlesztésén keresztül valósulhat meg. Ilyen manipulatív technika lehet például a következő fejezetben részletesen is tárgyalt, az egyes választási szereplők érdekeinek megfelelően történő befolyásolás mikrotargetált hirdetésekkel vagy dezinformációs kampányok során.

Választások tisztasága

A modern demokráciák esetében a választások tisztaságára, de általánosabban véve a demokratikus intézményekre is komoly fenyegetést jelent a fegyverként alkalmazott MI (*weaponized/manipulative AI*). Választások esetén azok kimenetele többféleképpen is befolyásolható valamely harmadik fél érdekével összhangban.

⁴⁰ Például az Amerikai Egyesült Államok alkotmányának I. kiegészítése, amely deklarálja bármely vallás szabad választását, és e döntést magánügynek minősíti, vagy akár a IV. kiegészítés, amely védi a magánélethez való jogot az indokolatlan házkutatás és lefoglalás ellen.

⁴¹ ALLEN-CASTELLITTO, Anita L.: *Understanding Privacy: The Basics*. 865 PLI/PAT 23, 2006.

⁴² SOLOVE, Daniel J. – RICHARDS, Neil M.: *Privacy's Other Path: Recovering the Law of Confidentiality*. 96 GEO. L.J. 123, 2007.

https://scholarship.law.gwu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2078&context=faculty_publications;
letöltés: 2022.12.16.

⁴³ DENNEDY, Michelle Finneran – FOX, Jonathan – FINNERAN, Thomas R.: *The Privacy Engineer's Manifesto*, Apress, Berkeley, CA, 2014.

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4302-6356-2>; letöltés: 2022.12.10.

⁴⁴ ALLEN-CASTELLITTO, Anita L.: *Understanding Privacy: The Basics*. 865 PLI/PAT 23, 2006.

Az ártó vagy éppen gazdasági, politikai érdekek szerint alkalmazott MI által kivitelezett támadások megvalósulhatnak „fizikai” formában (mint például kritikus infrastruktúrák megbénítása vagy adatlopás), vagy olyan pszichológiai hatások kiváltásában, amelyek megmérgezik a választópolgároknak a választási rendszer egészébe vetett bizalmát, esetleg hiteltelenné egyes közéleti szereplőket.⁴⁵

Ezt jól példázzák a Mueller-jelentés⁴⁶ által feltárt, az Amerikai Egyesült Államokban a 2016-os elnöki választások kapcsán feltárt visszaélésgyanús esetek is, amelyek egyik fő színterét éppen a közösségi média felületei jelentették/jelenthették.

A közösségi média és az ott a felhasználók elé kerülő tartalmak érdeklődésalapú rangsorolása kapcsán fontos probléma még az álhírek (*fake-news*) terjedése. Az online térben, amennyiben egy dokumentum szerzője úgy dönt, az bárki számára hozzáférhetővé és megoszthatóvá válik. A közösségi médiában rendkívül gyakori a mások által feltöltött tartalmak további megosztása, így azok (egyben a bennük foglalt információk) a korábbihoz képest extrém gyorsasággal képesek elterjedni. Az ilyen platformokra történő regisztráció azonban (jelenleg) nem követel meg a személyazonosság igazolására vonatkozó semmilyen autentikációs folyamatot. Ez együtt jár azzal, hogy sok esetben egy-egy tartalom eredeti szerzője nem azonosítható, így az abban foglalt információk hitelességére vonatkozóan semmilyen garancia nem áll rendelkezésre.

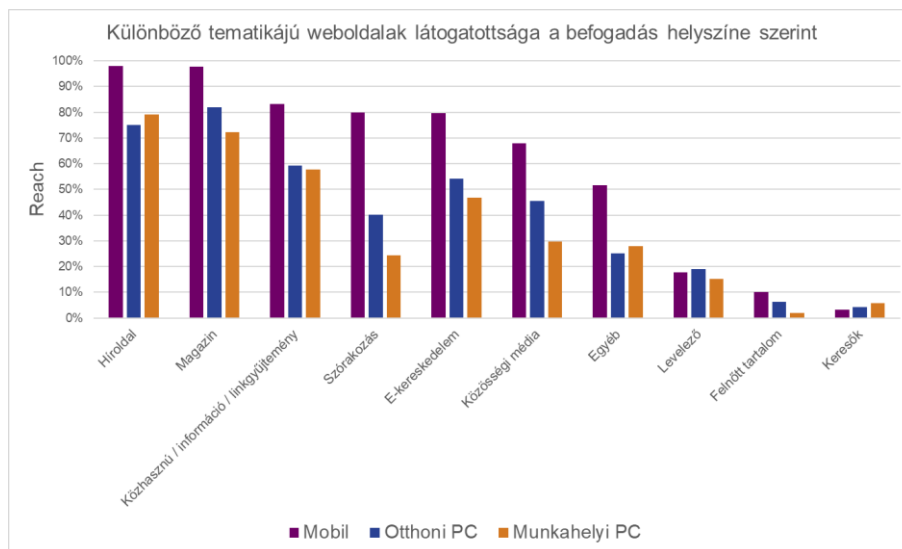
Emellett az internet fokozatos térhódítása óta megfigyelhető az a jelenség is, hogy az emberek többsége egyre inkább hajlamos online forrásokból tájékozódni. Ezt hazai viszonylatban is jól illusztrálják például az NMHH által közzétett, a magyarországi digitális médiumok 15 év feletti lakosság körében történő forgalom- és közönségmérési eredményei.⁴⁷ Az itt közölt adatok szerint például 2022 második negyedévében az összes (megközelítőleg 5,3 millió) emberből, akik valamilyen mobil eszközt használtak internetezésre, összesen 98,03%-uk felkeresett valamilyen online híroldalt a vizsgált időszakban. Habár az otthoni PC-t, valamint a munkahelyi PC-t használók körében ez az érték valamelyest alacsonyabb (75,19 és 79,14%), az online hírforrásokat látogatók aránya itt is kiemelkedő.

Ezt a KSH által közölt adatokkal összevetve a nyomtatott sajtótermékek éves bontásban vett példányszámára vonatkozóan világosan kirajzolódik az online hírforrások prioritizálásnak hazai trendje.

⁴⁵ Mindezek mellett az MI alkalmazásával olyan, a jelen tanulmány témájához kevésbé kapcsolódó, a választási eredmények torzítására irányuló törekvések hatásai is felerősíthetők, mint például a választási körzetek átrajzolása valamely politikai csoport érdekeinek megfelelően (*gerrymandering*). MANHEIM, Karl – KAPLAN, Lyric: *Artificial Intelligence: Risks to Privacy and Democracy*. pp. 133–135.

⁴⁶ MUELLER, Robert S. III: *Report On The Investigation Into Russian Interference In The 2016 Presidential Election*. Washington, D.C., March 2019. Read the text of the Mueller report. NBC News, 2019.04.18. <https://www.nbcnews.com/politics/politics-news/read-text-full-mueller-report-n994551>; letöltés: 2022.12.19.

⁴⁷ NMHH: *Internetes közönségmérési adatok (2022. II. negyedév)*. 2022.07.27. https://nmhh.hu/cikk/230942/Internetes_kozonsegmeresi_adatok_2022_II_negyedev; letöltés: 2022.12.20.



5. ábra. A 15 évesnél idősebb felhasználók internetezési szokása, a meglátogatott weblapokat témacsoportokba rendezve⁴⁸

Év	Példányszám
2010	923
2012	805
2014	751
2016	609
2018	608
2020	459

1. táblázat: Napi-, heti-, kétheti és havilapok eladott mennyisége (millió darab)⁴⁹
Szerkesztette: Úveges István

Habár az online hírforrások által közölt információk hitelességének ellenőrzésére léteznek konkrét *tényellenőrző oldalak (fact-checking)*, ezeket a felhasználók többsége feltehetőleg nem látogatja rendszeresen. Ehhez hozzáadódik még az a fajta bizalmi faktor, amely a közösségi média jellegéből adódik: ha egy információ olyasvalakitől származik, akiben alapvetően megbízunk vagy hitelesnek tartjuk, azt hajlamosabbak vagyunk kritika nélkül elfogadni.

⁴⁸ Digitális Közönségmérési Tanács.

⁴⁹ KSH: Időszaki lapok (2020 – 2021).

https://www.ksh.hu/stadat_files/ksp/hu/ksp0007.html; letöltés: 2022.12.20.

Aggasztó trend továbbá, hogy egyes vizsgálatok eredményei alapján az emberek sokkal inkább hajlamosak a félrevezető információk megosztására, mint a valódi hírek terjesztésére. Ennek oka részben az álhírek újdonságtartalma, részben pedig az általuk gyakorta kiváltott erős érzelmi hatásokban keresendő.⁵⁰ Éppen ezért a közösségi média ideális terepet jelenthet változatos dezinformációs szándékok megvalósításához.

A magánélet védelme kapcsán annak korábban említett, döntési szabadsággal összefüggő aspektusa egy másik szempontból is fontos szerepet kap. Az online hirdetések testreszabásának az online viselkedés alapján (azaz a felhasználók egy csoportjának, bizonyos kontextusban célközönségként történő azonosításának) egy esete, amikor a harmadik felek hirdetési felületet vásárolnak, majd ezt a hirdetőkhöz felé továbbértékesítik azzal az ígérettel, hogy a megjelenített tartalom a leginkább érdeklődő felhasználók előtt jelenik majd meg. Az ilyen személyre szabáshoz hatalmas adatmennyiségre van szükség a felhasználóktól (és felhasználókról), amely viszont könnyen vezethet visszaélésekhez, jellemzően finom, de hatékony manipuláció formájában, például propagandaüzenetek terjesztése által.⁵¹

Nehezen adható meg ugyanis olyan határ a célzott hirdetések kapcsán, amely egyértelműen elválasztaná egymástól a felhasználók minél teljesebb körű és optimálisan célzott tájékoztatását az általuk hozott döntések szándékos manipulálásától. Mondhatjuk tehát, hogy létezik a meggyőzésnek egyfajta folytonossága a befolyásolástól a manipuláción át egészen a kényszerítésig,⁵² és a személyre szabott hirdetések mindegyike valahol ezen a skálán helyezkedik el.

Önmagában személyre szabott reklámozáson a közvetíteni kívánt üzenet és a hozzákapcsolódó terjesztési mód stratégiai alapú létrehozását, módosítását és adaptálását értjük az egyén személyes jellemzőihez, érdeklődési köreihez, preferenciáihoz, kommunikációs stílusához és viselkedési mintáihoz mérten.⁵³

A (pl. választási manipulációhoz hatékonyan alkalmazható) online viselkedésalapú hirdetés (Online Behavioural Advertising – OBA) ehhez képest annyiban jelent újdonságot, hogy a már kifejlesztetteknek megfelelően az egyén múltbéli viselkedését veszi alapul, és ez alapján maximalizálja a hirdetői hatékonyságot.⁵⁴

⁵⁰ VOSOUGHI, Soroush – ROY, Deb – ARAL, Sinan.: The spread of true and false news online. *Science*, Volume 359, Issue 6380, 9 Mar 2018. pp. 1146–1151.
https://www.researchgate.net/publication/323649207_The_spread_of_true_and_false_news_online;
letöltés: 2022.12.10.

⁵¹ MANHEIM, Karl – KAPLAN, Lyric: Artificial Intelligence: Risks to Privacy and Democracy. p. 130.

⁵² THORNLEY, Trent J.: The Caring Influence: Beyond Autonomy as the Foundation of Undue Influence. *Indiana Law Journal*, Volume 71, Issue 2, Spring 1996.
<https://www.repository.law.indiana.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1766&context=ilj>; letöltés: 2022.12.04.

⁵³ BOL, Nadine – DIENLIN, Tobias – KRUIKEMEIER, Sanne – SAX, Marijn – BOERMAN, Sophie C. – STRYCHARZ, Joanna – HELBERGER, Natali – DE VREESE, Claes H.: Understanding the Effects of Personalization as a Privacy Calculus: Analyzing Self-Disclosure Across Health, News, and Commerce Contexts. *Journal of Computer-Mediated Communication*, Volume 23, Issue 6, November 2018. pp. 370–388.
<https://academic.oup.com/jcmc/article/23/6/370/5140170>; letöltés: 2022.12.15.

⁵⁴ SEGUN, Claire M. – VOORVELD, Hilde A. M.: A first step in unraveling synced advertising effectiveness. *International Journal of Advertising*, Volume 40, Issue 1, 2021. pp. 124–143.
<https://pure.uva.nl/ws/files/67315223/02650487.2020.pdf>; letöltés: 2022.12.10.

További társadalmi hatások

A fentieket tehát kiegészíti még az a jelenség, hogy a közösségimédia-platformok annak érdekében, hogy maximalizálják a felhasználóknak a felületen töltött idejét, jellemzően olyan tartalmakat sorolnak eléjük megtekintésre, amelyek az adott felhasználó személyiségének leginkább megfelelnek, azaz amelyek leginkább számot tarthatnak az érdeklődésére.

A tartalmak ilyen jellegű (mesterséges intelligenciával támogatott) előszűrése két új és fontos problémára világított rá az elmúlt években. Az egyik a rangsorolt tartalmak homogenitása keltette, gyakran hamis pozitív visszajelzések problémája (*véleménybuborék – identity/reinforcement bubble*), a másik pedig az ezzel gyakran összefüggésbe hozott *politikai polarizáció* kérdése.

Előbbit az a jelenség hívta életre, hogy a közösségimédia-platformok korábban sosem látott mértékben teszik elérhetővé az emberek számára a kapcsolatfelvételt másokkal, akiknek a világnézete a sajátjukéhoz hasonló. Ez a fajta szociális értelemben vett szelektivitás a platformok említett tartalomszűrési technológiáival⁵⁵ összekapcsolódva olyan pszichoszociális buborékok kialakulását eredményezi, amelyek lényegileg korlátozzák a lehetséges szociális kapcsolatok és interakciók milyenségét, valamint az újszerű, akár releváns (előzetes szelekciótól mentes) információknak való kitettségét.⁵⁶

Ezt a jelenséget már a 2010-es évek óta többen vizsgálták, korábban főleg informatikai alapokon, valamint az online viselkedés és a társadalmi hálózatok strukturális méréseit alapul véve.⁵⁷ A későbbi kutatások közül kiemelkedik az identitásbuborék-megerősítési modell⁵⁸ (Identity Bubble Reinforcement Model – IBRM), amelynek dedikált célja volt, hogy integrálja az emberi motivációval kapcsolatos, valamint a probléma szociálpszichológiai vonatkozásait a korábbi eredményekbe. Eszerint a közösségi médiában a kommunikáció és a társadalmi hálózatépítés kibővült lehetőségei lehetővé teszik az egyének számára, hogy (főként) olyanokkal keressenek társas interakciókat, akik osztják és megbecsülik az ő identitásukat. A közösségimédia-platformoknak ez az identitásvezérelt felhasználási módja vezethet végeredményben identitásbuborékok létrejöttéhez, amelyek három főbb elembe nyilvánulhatnak meg az egyén szempontjából:

- azonosulás az online közösségi hálózatokkal (társadalmi azonosulás);
- interakcióra való hajlam a hasonlóan gondolkodókkal (homofília);

⁵⁵ Például a hírfolyamban megjelenő tartalmak relevancia és érdeklődési körök alapján vett rangsorolása.

⁵⁶ KAAKINEN, Markus – SIROLA, Anu – SAVOLAINEN, Iina – OKSANEN, Atte: Shared identity and shared information in social media: development and validation of the identity bubble reinforcement scale. *Media Psychology*, Volume 23, Issue 1, 2020. pp. 25–51.

https://www.researchgate.net/publication/329058285_Shared_identity_and_shared_information_in_social_media_development_and_validation_of_the_identity_bubble_reinforcement_scale; letöltés: 2022.11.30.

⁵⁷ PARISER, Eli: *The Filter Bubble: What The Internet Is Hiding From You*. Penguin, London, 2011.

⁵⁸ ZOLLO, Fabiana – BESSI, Alessandro – DEL VICARIO, Michela – SCALA, Antonio – CALDARELLI, Guido – SHEKHTMAN, Louis – QUATTROCIOCHI, Walter: Debunking in a world of tribes. *PLoS ONE*, 2017.07.24.

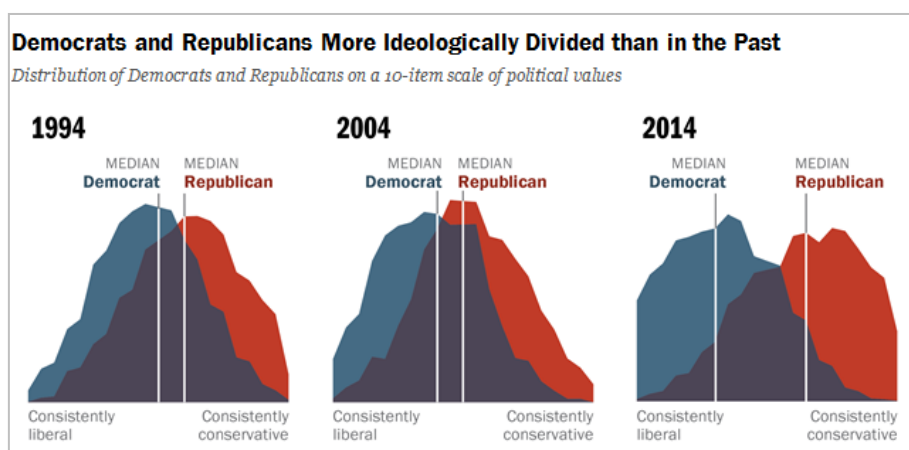
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181821>; letöltés: 2022.12.16.

- elsődleges támaszkodás a hasonlóan gondolkodóknak a közösségi médiában megjelenő információira (információs torzítás).

A közösségi médián belül ez a három elem szorosan korrelál egymással, és együttesen tükrözik az identitásbuborék megerősítésének folyamatát.

A jelenség hátterében egyúttal a pszichológia által már régebb óta ismert kognitív torzítások két formájának, a megerősítési (*confirmation bias*) és a hamis konszenzusos torzítás (*false consensus effect*) megjelenése is meghúzódhat, továbbá a mód, ahogyan a közösségi média szelektív algoritmusai ezeket táplálják és felerősítik.

Az előbbi arra a tendenciára utal, hogy hajlamosabbak vagyunk gyakrabban hallgatni olyan információkra, amelyek megerősítik a már eleve meglévő meggyőződéseinket. Vagyis ennek a torzításnak a folyamánként az emberek hajlamosak előnyben részesíteni azokat az információkat, amelyek konzisztensek azon vélekedéseikkel, amelyeket már az információ ismerete előtt is igaznak gondoltak vagy hittek.⁵⁹ Ez megnyilvánulhat például figyelmi szelekcióban vagy olyan hírforrások célzott megválasztásában, amelyek az általunk igaznak vélt világgéppel összeegyeztethetők.



6. ábra. Az Amerikai Egyesült Államok szavazóinak megoszlása 10 politikai értékdimenzió mentén, amelyek hagyományosan jobb- vagy baloldali értéknek számítanak (pl. szociális háló, homoszexualitás megítélése) a konzervatív-liberális (republikánus – demokrata) dichotómia szerint⁶⁰

⁵⁹ LEWICKA, Maria: Confirmation bias: Cognitive error or adaptive strategy of action control? In: KOFTA, Mirosław – WEARY, Gifford – SEDEK, Grzegorz (szerk.): Personal Control in Action: Cognitive and Motivational Mechanisms. Springer, Boston, MA, 1998. pp. 233–258.

⁶⁰ Political Polarization in the American Public. Pew Research Center, 2014.06.12. <https://www.pewresearch.org/politics/2014/06/12/political-polarization-in-the-american-public/>; letöltés: 2022.12.21.

Az utóbbi esetében arról a kognitív jelenségről van szó, miszerint az emberek hajlamosak túlbecsülni azt, hogy mások mennyire értenek egyet a saját meggyőződésükkel, viselkedésükkel, attitűdjeikkel és értékeikkel.⁶¹ Ennek egy tipikus esete, amikor jelentősen túlbecsüljük azoknak a számát, akikkel egy adott kérdésben egy véleményen vagyunk, valamint az a meggyőződés, hogy a társadalom többsége osztja a saját álláspontunkat egy-egy kérdésben.

Az ilyen folyamatok számos – mára már jól ismert – káros társadalmi következménnyel járnak, mint például a szélsőséges politikai nézetek (rasszizmus, homofóbia, xenofóbia stb.) terjedése/felerősödése adott csoportok körében.

A szélsőségeknek ezt a véleménybuborékkal is szorosan összefüggő meghatározóvá válását gyakran politikai polarizációként is emlegetik. Ennek egyik szembetűnő példája volt a 2016-os amerikai elnökválasztás, ahol a szavazók korábban sosem látott mértékben divergáltak az egyes közpolitikai kérdések megítélésében.

A már említettek szerint ugyanis a felhasználók meglevő kognitív torzításait, előítéleteit felerősítve a közösségi média tovább növeli az egyes politikai/társadalmi kérdések mentén megjelenő törésvonalakat és megosztottságot az egyes politikai csoportok között, mint az amerikai mellett az megfigyelhető volt például a 2018-as brazil elnökválasztáson, vagy a 2019-es kanadai választások esetében is.⁶²

PSZICHOMETRIA

Az online keletkező adatok a felhasználók személyiségjegyeivel kapcsolatos predikciókhoz is alkalmazhatók. Ezek egyik kiemelt terepe a pszichometriai felhasználás. Ez szoros kapcsolatba hozható egyrészt az online lábnyom felhasználásával (és annak a magánélethez, valamint a személyes adatok bizalmas kezeléséhez fűződő joggal), másrészt pedig immár ismert a szavazói véleménybefolyásolás egy lehetséges technikájaként is.

A *pszichometria* (*psychometrics – psychometry*) a pszichológia tudományának azt a területét jelenti, amely teszteléssel, méréssel és értékeléssel kapcsolatos tevékenységeket folytat. A terület konkrétan a pszichológiai mérések elméletével és technikáival foglalkozik, vagyis fő célja a tudás, képességek, attitűdök és személyiségjegyek számszerűsítése. Klasszikus teszthei mérhetővé kívánják tenni például munkahelyi környezetben a munkavállalók általános hozzáállását, érzelmi alkalmazkodó képességüket, valamint legfontosabb motivációikat, de idetartoznak például a speciális készségek elsajátításának sikerességét becsülő alkalmassági tesztek és a klasszikus IQ-tesztek is.⁶³

⁶¹ MARKS, Gary – MILLER, Norman: Ten years of research on the false-consensus effect: An empirical and theoretical review. *Psychological Bulletin*, Volume 102, Issue 1, 1987. pp. 72–90.

⁶² KOBELLARZ, Jordan K. – BROČIC, Milos – GRAEML, Alexandre R. – SILVER, Daniel – SILVA, Thiago H.: Popping the bubble may not be enough: news media role in online political polarization. September 2021. https://www.researchgate.net/publication/354786597_Popping_the_bubble_may_not_be_enough_news_media_role_in_online_political_polarization; letöltés: 2022.12.04.

⁶³ MADDOCKS, Krysten Godfrey: What is Psychometrics? How Assessments Help Make Hiring Decisions. SNHU, 2019.11.14. <https://www.snhu.edu/about-us/newsroom/social-sciences/what-is-psychometrics>; letöltés: 2022.12.22.

A közösségi média és általában a *big data* kapcsán a fogalom főként a 2016-os amerikai elnökválasztás kapcsán került a figyelem középpontjába egy másik technikával, a mikrotargetálással (*micro-targeting*) karöltve.

A téma kapcsán megkerülhetetlen jelentőségű a Cambridge Analytica neve, amely először 2015 júliusában kapott jelentős médiafigyelmet, kevéssel azután, hogy Ted Cruz republikánus elnökjelölt csapata megbízást adott számukra a kampánya támogatására.⁶⁴ Habár a kampány sikertelen volt, a Cambridge Analytica vezérigazgatójának állítása szerint a jelölt népszerűsége drámaian megnőtt, mert a cég felhasználta az összesített választói adatokat, a személyiségprofilokat és az egyénre szabott üzenetküldést, vagyis a mikrotargetálást. A cégnek ezen felül szerepe lehetett a Brexit-kampány kimenetelének a már ismert forgatókönyv szerinti alakításában is.⁶⁵ 2016-ban felmerült annak gyanúja is, hogy Donald Trump amerikai elnök szintén a céget bízta meg a Hillary Clintonnal szemben folytatott kampánya támogatására. Ennek kapcsán egyes hírek szerint a Cambridge Analytica olyan adattudósokat (*data-scientist*) alkalmazott, akik közel 20 millió ingadozó szavazó beazonosítását tették lehetővé a kampánycsapat számára olyan államokban, amelyekben a választások kimenetele befolyásolható volt.⁶⁶ A szavazók megnyerése ezen államokban végül jelentősen növelhette Trump esélyeit a kulcsfontosságú államokban, ezzel együtt a választásokon.⁶⁷

A cég állítása szerint a közreműködésükkel elért sikerek egyik kulcsa a hagyományos pszichometriai módszerek összekapcsolása volt a *big data* jelentette lehetőségekkel. Az általuk közösségimédia-plattformokon terjesztett ingyenes személyiségtesztet azt ígérték a felhasználóknak, hogy költségmentesen bővebb információt kapnak saját személyiségjegyeikről.⁶⁸ A beküldött adatokat ezután a Cambridge Analytica összekapcsolhatta a beküldők nevével és a hozzájuk rendelhető profil linkjével.⁶⁹

⁶⁴ VOGEL, Kenneth P. – PARTI, Tarini: Cruz partners with donor's 'psychographic' firm. Politico, 2015.07.07. <https://www.politico.com/story/2015/07/ted-cruz-donor-for-data-119813>; letöltés: 2022.12.22.

⁶⁵ DOWARD, Jamie – GIBBS, Alice: Did Cambridge Analytica influence the Brexit vote and the US election? The Guardian, 2017.03.04. <https://www.theguardian.com/politics/2017/mar/04/nigel-oakes-cambridge-analytica-what-role-brexit-trump>; letöltés: 2022.12.22.

⁶⁶ BLAKELY, Rhys: Data scientists target 20 million new voters for Trump. The Times, 2016.09.22. <https://www.thetimes.co.uk/article/trump-calls-in-brexit-experts-to-target-voters-pf0hwcts9>; letöltés: 2022.12.22.

⁶⁷ GONZÁLEZ, Roberto J.: Hacking the citizenry? Personality profiling, 'big data' and the election of Donald Trump. Anthropology Today, Volume 33, Issue 3, June 2017, pp. 9–12. <https://www.cs.yale.edu/homes/jf/Gonzalez.pdf>; letöltés: 2022.11.14.

⁶⁸ Az eredmények kiértékelése valószínűleg a Big Five személyiségmodell szerint történt, amely a személyiségpszichológiai kutatások egyik régóta tételezett, alapvető elképzelése az individuumban személyiségjegyek faktorcsoportokba sorolásáról. Ezek a főbb jegyek az extravertizáció, a barátságosság, a lelkiismeretesség, az érzelmi stabilitás és a kultúra/intellektus.

⁶⁹ DAVIS, Harry: Ted Cruz using firm that harvested data on millions of unwitting Facebook users. The Guardian, 2015.12.11. <https://www.theguardian.com/us-news/2015/dec/11/senator-ted-cruz-president-campaign-facebook-user-data>; letöltés: 2022.12.22.

Az így létrejövő adathalmaz (kiegészítve a felhasználók egyéb publikus és privát forrásokból származó adataival) lehetővé tette, hogy a cég mintegy 220 millió amerikai szavazót soroljon be 32 különböző személyiségtípus valamelyikébe, amely típusok aztán az őket leginkább megszólító hirdetések célpontjai lehetnek.⁷⁰

A megfelelő adatmennyiség birtokában a módszer fordítva is megvalósítható: a kérdőívezéssel nem profilozott felhasználókról a kérdőívezettekkel azonos adatok begyűjtése után ezek az adatok gépi tanulási modellek bemenetül szolgálhatnak, amelyek aztán a korábban nem profilozott felhasználókat is képesek besorolni a már említett személyiségcsoportokba. Habár a Cambridge Analytica módszereinek valódi sikeressége nem nyert egyértelmű bizonyítást, a cég körül felmerült morális, politikai és biztonsági aggályok kétséget kizáróan rávilágítanak mind az online lábnyom jelentette adatok felhasználásában rejlő potenciálra, mind pedig azok jogilag szabályozatlan, vagy morálisan, etikailag megkérdőjelezhető felhasználási módjaira.

A fentiek összeolvasva jól példázzák mindazt a potenciált, amely az interneten jelenleg is elérhető, folyamatosan növekvő adatmennyiség felhasználási lehetőségeiben rejlik. Ugyanakkor – ha figyelembe vesszük, hogy az adatalapú gazdasági modell még teljesen kiforrottnak sem tekinthető, akkor – a már most felmerült etikai és jogi aggályok az MI-alapú technológiák további terjedésének és finomodásának kockázataira is kétségtelenül ráirányítják a figyelmet, számos nyitott kérdést hagyva.

ÖSSZEGZÉS

A tanulmány során általánosságban a *big data* lehetőségeinek kihasználásával és konkrétan a közösségi médiával összefüggésben bemutatásra kerültek azok a főbb kérdések, amelyek a mesterséges intelligencia alkalmazásának fejlődését a kockázati oldalról e területen napjainkban leginkább tematizálják.

A gépi tanulási algoritmusok kielégíthetetlen adatigényére válaszul ma már egy teljes iparág foglalkozik azzal, hogy a felhasználók adatait minél hatékonyabban és részletesebben begyűjtse és azokat értékesítse. Tekintettel a rohamos fejlődésre, ami mind az informatikát, mind pedig az MI-kutatást jellemzi, okkal tételezhetjük fel, hogy a már jelenleg is megfigyelhető problémák (adatszívargások, választási manipuláció, mikrotargetálás, pszichometriai módszerekkel történő profilozás stb.) a jövőben a megfelelő szabályozási környezet kialakítása nélkül csak tovább mélyülhetnek, esetleg helyüket új, ma még előre nem látható kihívások veszik át.

⁷⁰ CONFESSORE, Nicholas – HAKIM, Danny: Data Firm Says ‘Secret Sauce’ Aided Trump; Many Scoff. The New York Times, 2017.03.06.
<https://www.nytimes.com/2017/03/06/us/politics/cambridge-analytica.html>; letöltés: 2022.12.22.

A problémák megoldására már ma is születnek kezdeményezések. Az Európai Unió digitális szuverenitás elérése vonatkozó törekvései⁷¹ például a mesterséges intelligenciával kapcsolatos (kutatási, infrastrukturális) kapacitásoknak a világban való egyenlőtlen és az Unió számára jelenleg hátrányos eloszlására kívánnak reagálni. A GDPR elfogadásával jelentős előrelépés történt a személyes adatok kezelésével és azok felhasználásával kapcsolatban, de (ahogyan az az Ír Tanács az Állampolgári Szabadságjogokért említett jelentéséből is kitűnik) a gyakorlatban közel sem világos, hogy a jelenleg nem szabályozott kérdésekben, valamint a visszaélések feltárásában mi mutatkozhat hatékony és követendő útnak.

Tekintettel arra, hogy a jog funkciójából adódóan elsődlegesen a már bekövetkezett társadalmi, technikai változásokra képes reagálni a szabályozási környezet finomhangolásával, a mesterséges intelligenciával kapcsolatos problémák átfogó, jogi szempontú tanulmányozása is elengedhetetlen.

A tanulmányban részletesen nem tárgyalt, de ugyancsak kiemelt jelentőségű kérdés lehet annak a szembenállásnak a vizsgálata, amelyet az állam kezében összpontosuló MI-alapú kapacitások felhasználási módja hordoz magában. Az ilyen kapacitások ugyanis egyaránt felhasználhatók a liberális demokráciák védelme és autoriter (és/vagy megfigyelő) államok kiépítéséhez is, mint amely utóbbi útra a Kínai Népköztársaság lépett például a társadalmi kreditrendszer bevezetésével.⁷²

Az érintett témakörök vizsgálata után talán a legfontosabb megállapítás a mesterséges intelligenciát övező szabályozások fejlesztésének, a kor kihívásai szerinti aktualizálásának szükségessége, valamint olyan kibervédelmi eljárások kidolgozása, amely a mesterséges intelligenciát alkalmazó manipulatív technikákat képes kiszűrni, előrejelezni, esetlegesen elve ellehetetleníteni.

IRODALOMJEGYZÉK

ALLEN-CASTELLITTO, Anita L.: Understanding Privacy: The Basics. 865 PLI/PAT 23, 2006.

Az Európai Parlament és a Tanács 2016. április 27-i (EU) 2016/679 rendelete a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről (általános adatvédelmi rendelet).

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1600679.eup>; letöltés: 2022.12.08.

BLAKELY, Rhys: Data scientists target 20 million new voters for Trump. The Times, 2016.09.22.

<https://www.thetimes.co.uk/article/trump-calls-in-brexit-experts-to-target-voters-pf0hwcts9>;
letöltés: 2022.12.22.

⁷¹ MADIEGA, Tambiama: Digital sovereignty for Europe. EPRS Ideas Paper – Towards a more resilient EU. European Parliament, July 2020.

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/651992/EPRS_BRI\(2020\)651992_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/651992/EPRS_BRI(2020)651992_EN.pdf);
letöltés: 2022.12.23.

⁷² WRIGHT, Nicholas: How Artificial Intelligence Will Reshape the Global Order: The Coming Competition Between Digital Authoritarianism and Liberal Democracy. Foreign Affairs, 2018.07.10.

<https://www.foreignaffairs.com/articles/world/2018-07-10/how-artificial-intelligence-will-reshape-global-order>; letöltés: 2022.12.23.

BOL, Nadine – DIENLIN, Tobias – KRUIKEMEIER, Sanne – SAX, Marijn – BOERMAN, Sophie C. – STRYCHARZ, Joanna – HELBERGER, Natali – DE VREESE, Claes H.: Understanding the Effects of Personalization as a Privacy Calculus: Analyzing Self-Disclosure Across Health, News, and Commerce Contexts. *Journal of Computer-Mediated Communication*, Volume 23, Issue 6, November 2018. pp. 370–388.
<https://academic.oup.com/jcmc/article/23/6/370/5140170>; letöltés: 2022.12.15.

BROWN, Sara: The case for new social media business models. MIT Sloan, 2021.06.16.
<https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/case-new-social-media-business-models>;
letöltés: 2022.11.24.

CONFESSORE, Nicholas – HAKIM, Danny: Data Firm Says ‘Secret Sauce’ Aided Trump; Many Scoff. *The New York Times*, 2017.03.06.
<https://www.nytimes.com/2017/03/06/us/politics/cambridge-analytica.html>; letöltés: 2022.12.22.

CRAIN, Matthew: The limits of transparency: Data brokers and commodification. *New Media & Society*, Volume 20, Issue 1, January 2018. pp. 88–104.
<https://www.studocu.com/en-us/document/university-of-northern-iowa/direito-processual-penal/the-limits-of-transparency-data-brokers-and-commodification/27311719>;
letöltés: 2022.12.12.

DAVIS, Harry: Ted Cruz using firm that harvested data on millions of unwitting Facebook users. *The Guardian*, 2015.12.11.
<https://www.theguardian.com/us-news/2015/dec/11/senator-ted-cruz-president-campaign-facebook-user-data>; letöltés: 2022.12.22.

DENNEDY, Michelle Finneran – FOX, Jonathan – FINNERAN, Thomas R.: *The Privacy Engineer’s Manifesto*, Apress, Berkeley, CA, 2014.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4302-6356-2>; letöltés: 2022.12.10.

DOWARD, Jamie – GIBBS, Alice: Did Cambridge Analytica influence the Brexit vote and the US election? *The Guardian*, 2017.03.04.
<https://www.theguardian.com/politics/2017/mar/04/nigel-oakes-cambridge-analytica-what-role-brexit-trump>; letöltés: 2022.12.22.

EBERENDU, Adanma Cecilia: Unstructured Data: an overview of the data of Big Data. *International Journal of Computer Trends and Technology*, Volume 38, Issue 1, August 2016. pp. 46–50.
<https://ijctjournal.org/2016/Volume38/number-1/IJCTT-V38P109.pdf>; letöltés: 2022.12.18.

FINNEGAN, Connor: How Facebook and Google Track Your Online Behavior. *Medium*, 2019.02.13.
<https://medium.com/@ConnorFinnegan/how-facebook-and-google-track-your-online-behavior-26f161d370ab>; letöltés: 2022.12.10.

GOLDHABER, Michael H.: The attention economy and the Net. *First Monday*, Volume 2, Issue 4, 1997.
<https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/519/440>; letöltés: 2022.11.28.

GONZÁLEZ, Roberto J.: Hacking the citizenry? Personality profiling, ‘big data’ and the election of Donald Trump. *Anthropology Today*, Volume 33, Issue 3, June 2017. pp. 9–12.
<https://www.cs.yale.edu/homes/jf/Gonzalez.pdf>; letöltés: 2022.11.14.

IBM: What is machine learning?
<https://www.ibm.com/cloud/learn/machine-learning>; letöltés: 2022.12.10.

JURAFSKY, Daniel – MARTIN, James H.: *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. Prentice Hall PTR, 2000.

KAAKINEN, Markus – SIROLA, Anu – SAVOLAINEN, Iina – OKSANEN, Atte: Shared identity and shared information in social media: development and validation of the identity bubble reinforcement scale. *Media Psychology*, Volume 23, Issue 1, 2020. pp. 25–51.
https://www.researchgate.net/publication/329058285_Shared_identity_and_shared_information_in_social_media_development_and_validation_of_the_identity_bubble_reinforcement_scale;
letöltés: 2022.11.30.

KOBELLARZ, Jordan K. – BROJIC, Milos – GRAEML, Alexandre R. – SILVER, Daniel – SILVA, Thiago H.: Popping the bubble may not be enough: news media role in online political polarization. September 2021.
https://www.researchgate.net/publication/354786597_Popping_the_bubble_may_not_be_enough_news_media_role_in_online_political_polarization; letöltés: 2022.12.04.

KSH: A háztartások internetkapcsolat típusainak aránya.
https://www.ksh.hu/stadat_files/ikt/hu/ikt0016.html; letöltés: 2022.11.24.

KSH: Időszaki lapok (2020 – 2021).
https://www.ksh.hu/stadat_files/ksp/hu/ksp0007.html; letöltés: 2022.12.20.

KSH: Magyarország népességének száma nemek és életkor szerint, 2022. január 1.
<https://www.ksh.hu/interaktiv/korfak/orszag.html>; letöltés: 2022.11.24.

LANEY, Douglas: *3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety*. META Group, 2001.02.06.

LEWICKA, Maria: Confirmation bias: Cognitive error or adaptive strategy of action control? In: KOFTA, Miroslaw – WEARY, Gifford – SEDEK, Grzegorz (szerk.): *Personal Control in Action: Cognitive and Motivational Mechanisms*. Springer, Boston, MA, 1998. pp. 233–258.

MADDOCKS, Krysten Godfrey: What is Psychometrics? How Assessments Help Make Hiring Decisions. SNHU, 2019.11.14.
<https://www.snhu.edu/about-us/newsroom/social-sciences/what-is-psychometrics>;
letöltés: 2022.12.22.

MADIEGA, Tambiama: Digital sovereignty for Europe. EPRS Ideas Paper – Towards a more resilient EU. European Parliament, July 2020.
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/651992/EPRS_BRI\(2020\)651992_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/651992/EPRS_BRI(2020)651992_EN.pdf); letöltés: 2022.12.23.

MANHEIM, Karl – KAPLAN, Lyric: Artificial Intelligence: Risks to Privacy and Democracy. *Yale JL & Tech*. 21, 2019.
https://yjolt.org/sites/default/files/21_yale_j.l._tech._106_0.pdf; letöltés: 2022.12.02.

MARKS, Gary – MILLER, Norman: Ten years of research on the false-consensus effect: An empirical and theoretical review. *Psychological Bulletin*, Volume 102, Issue 1, 1987. pp. 72–90.

Meta Reports Second Quarter 2022 Results.
https://s21.q4cdn.com/399680738/files/doc_news/Meta-Reports-Second-Quarter-2022-Results-2022.pdf; letöltés: 2022.11.24.

Meta Üzleti Súlyközpont: Tudnivalók a Meta-képpontról.
https://www.facebook.com/business/help/742478679120153?id=1205376682832142&helpref=faq_content; letöltés: 2022.12.10.

- MORIMOTO, Juliano – PONTON, Fleur: Virtual reality in biology: could we become virtual naturalists? *Evolution: Education and Outreach*. Volume 14, Issue 7, 2021.
<https://evolution-outreach.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12052-021-00147-x>;
letöltés: 2022.12.02.
- MUELLER, Robert S. III: Report On The Investigation Into Russian Interference In The 2016 Presidential Election. Washington, D.C., March 2019. Read the text of the Mueller report. NBC News, 2019.04.18.
<https://www.nbcnews.com/politics/politics-news/read-text-full-mueller-report-n994551>;
letöltés: 2022.12.19.
- NMHH: Internetes közönségmérési adatok (2022. II. negyedév). 2022.07.27.
https://nmhh.hu/cikk/230942/Internetes_kozonsegmeresi_adatok_2022_II_negyedev;
letöltés: 2022.12.20.
- ORTIZ-OSPINA, Esteban: The rise of social media. *OurWorldInData*, 2019.09.18.
<https://ourworldindata.org/rise-of-social-media>; letöltés: 2022.11.24.
- PARISER, Eli: *The Filter Bubble: What The Internet Is Hiding From You*. Penguin, London, 2011.
- Political Polarization in the American Public. Pew Research Center, 2014.06.12.
<https://www.pewresearch.org/politics/2014/06/12/political-polarization-in-the-american-public/>; letöltés: 2022.12.21.
- RAM, Aliya – MURGIA, Madhumita: Data brokers: regulators try to rein in the ‘privacy deathstars’. *Business Day*, 2019.01.09.
<https://businessday.ng/uncategorized/article/data-brokers-regulators-try-to-rein-in-the-privacy-deathstars/>; letöltés: 2022.12.10.
- RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter: *Artificial Intelligence: A modern approach*. Pearson, Hoboken, New Jersey, 2021.
- RUSSOM, Philip: Big Data Analytics. TDWI Best Practices Report, Fourth Quarter 2011.
http://download.101com.com/pub/tdwi/Files/TDWI_BPReport_Q411_Big_Data_Analytics_Web.pdf; letöltés: 2022.11.30.
- RYAN, Johnny: Submission to the Irish Data Protection Commission (21 September 2020).
<https://www.iccl.ie/wp-content/uploads/2020/09/1.-Submission-to-Data-Protection-Commissioner.pdf>; letöltés: 2022.12.04.
- SEGIJN, Claire M. – VOORVELD, Hilde A. M.: A first step in unraveling synced advertising effectiveness. *International Journal of Advertising*, Volume 40, Issue 1, 2021. pp. 124–143.
<https://pure.uva.nl/ws/files/67315223/02650487.2020.pdf>; letöltés: 2022.12.10.
- SIMON, Herbert A.: *Designing Organizations for an Information-rich World*. In: GREENBERGER, Martin (szerk.): *Computers, communications, and the public interest*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 1971. pp. 37–72.
https://veryinteractive.net/pdfs/simon_designing-organizations-for-an-information-rich-world.pdf; letöltés: 2022.11.28.
- SOLOVE, Daniel J. – RICHARDS, Neil M.: Privacy’s Other Path: Recovering the Law of Confidentiality. 96 *GEO. L.J.* 123, 2007.
https://scholarship.law.gwu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2078&context=faculty_publications;
letöltés: 2022.12.16.

Statista: Number of monthly active Facebook users worldwide as of 3rd quarter 2022.
<https://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users-worldwide/>; letöltés: 2022.11.24.

Statista: Volume of data/information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2020, with forecasts from 2021 to 2025.
<https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>; letöltés: 2022.12.17.

The Biggest Data Breach. ICCL report on scale of Real-Time Bidding data broadcasts in the U.S. and Europe.
<https://www.iccl.ie/wp-content/uploads/2022/05/Mass-data-breach-of-Europe-and-US-data-1.pdf>;
letöltés: 2022.12.04.

THOMAS, Rachel Nyswander: Data is the New Gold: Marketing and Innovation in the New Economy. U.S. Chamber of Commerce Foundation, 2014.09.19.
<https://www.uschamberfoundation.org/data-new-gold-marketing-and-innovation-new-economy>; letöltés: 2022.12.22.

THORNLEY, Trent J.: The Caring Influence: Beyond Autonomy as the Foundation of Undue Influence. Indiana Law Journal, Volume 71, Issue 2, Spring 1996.
<https://www.repository.law.indiana.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1766&context=ilj>;
letöltés: 2022.12.04.

Universal Declaration of Human Rights, G.A. Res. 217A (III), U.N. Doc. A/810 at 71 (1948), Art. 12.
<http://hrlibrary.umn.edu/instreet/b1udhr.htm>; letöltés: 2022.12.02.

VOGEL, Kenneth P. – PARTI, Tarini: Cruz partners with donor's 'psychographic' firm. Politico, 2015.07.07.
<https://www.politico.com/story/2015/07/ted-cruz-donor-for-data-119813>; letöltés: 2022.12.22.

VOSOUGHI, Soroush – ROY, Deb – ARAL, Sinan.: The spread of true and false news online. Science, Volume 359, Issue 6380, 9 Mar 2018. pp. 1146–1151.
https://www.researchgate.net/publication/323649207_The_spread_of_true_and_false_news_online; letöltés: 2022.12.10.

What is a digital footprint? And how to protect it from hackers. Kaspersky.
<https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-a-digital-footprint>;
letöltés: 2022.12.10.

WRIGHT, Nicholas: How Artificial Intelligence Will Reshape the Global Order: The Coming Competition Between Digital Authoritarianism and Liberal Democracy. Foreign Affairs, 2018.07.10.
<https://www.foreignaffairs.com/articles/world/2018-07-10/how-artificial-intelligence-will-reshape-global-order>; letöltés: 2022.12.23.

ZOLLO, Fabiana – BESSI, Alessandro – DEL VICARIO, Michela – SCALA, Antonio – CALDARELLI, Guido – SHEKHTMAN, Louis – QUATTROCIOCCI, Walter: Debunking in a world of tribes. PLoS ONE, 2017.07.24.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181821>; letöltés: 2022.12.16.

BALOGH ZSOLT GYÖRGY

AZ MI-RENDSZEREK ELLENŐRZÉSE, FELÜGYELETE ÉS MONITOROZÁSA

BEVEZETÉS

Az emberiség életmódját alapvetően átalakították az információs korszak újításai és az ezeket tömegesen elérhetővé tevő multinacionális technológiai óriáscégek. Miközben a fizikai világban az éghajlati viszonyok drámaian megváltoznak, pusztító háborúk törnek ki, valamint egy vírusos világjárvány is próbára tette a civilizációt, a virtualitás beszivárog a mindennapi életbe. Az emberek a mobileszközök képernyőjéhez tapadva töltik az idejük számottevő hányadát, és reménytelen pszichológiai csapdában vergődve frissítik újra és újra a személyre szabott tartalmak végeláthatatlan folyamát.

Ez csak egy a mesterséges intelligencia (MI) számos alkalmazása és az életünkre gyakorolt hatása közül. A közösségi hálózatok kifinomult, mentális trükköket alkalmazó algoritmusai nagyrészt a mesterséges intelligenciát hasznosító fejlett profilalkotási képességeken alapulnak. Az elmúlt évtizedek során a *mesterséges intelligencia* az informatika egyik legfejlettebb, legmesszebbre mutató és legnagyobb kihívást jelentő területévé fejlődött. Az alkalmazások széles és gazdagodó köre bontakozik ki előttünk, és ezzel párhuzamosan egyre több problémával szembesülünk az MI felhasználását övező etikai, jogi és irányítási kérdésekkel kapcsolatban.

Mielőtt érdemben tárgyalnánk e technológia jogi és felelősségi kérdéseit, ismertetni kell a mesterséges intelligencia tulajdonságait, képességeit és funkcióit. Következésképpen e jogi áttekintés céljából elkerülhetetlen lesz az MI-rendszerek meghatározása és taxonómiája.

DEFINÍCIÓ ÉS RENDSZEREZÉS

A közelmúltban elterjedt, technológiával kapcsolatos szakirodalom rengeteg definíciót és megközelítést kínál a mesterséges intelligenciáról önmagában és a működő, megvalósított mesterségesintelligencia-rendszerekről. A jogi diskurzus kedvéért most csak néhány – talán önkényesen kiválasztott – megközelítést veszünk figyelembe.

A mesterséges intelligencia tudományos definíciói

A mesterséges intelligenciára vonatkozóan nincs teljes közmegegyezésnek örvendő, végleges definíció, több értelmezés egyes elemeit is figyelembe vehetjük. Az intelligencia fogalma több attribútummal azonosítható és mérhető.

Eszerint az intelligencia próbaköve lehet:

- az emberhez hasonló kognitív teljesítmény vagy
- egy elvont, ideális racionalitás, azaz a helyes gondolkodás.

Más meghatározások szerint az intelligencia létének és érettségének mércéje a kifinomult:

- gondolkodási folyamat és érvelés képessége vagy
- az intelligens viselkedés lenne.

Ezek a szempontok Russell és Norvig¹ leírása szerint a következőképpen határozzák meg a mesterséges intelligencia négy fő értelmezését:

- *emberi módon történő gondolkodás*, azaz kognitív modellezés;
- *emberi lényként történő viselkedés*, azaz képes megfelelni a Turing-teszten;
- *raciónalis gondolkodás*, azaz logikai alapú modellezés;
- *raciónalis cselekvés*, azaz raciónaliságens-modell.

Russell és Norvig egyúttal hangsúlyozza, hogy az *intelligens ágens*² a mesterséges intelligencia fent említett kategóriáinak központi fogalma. Az intelligens ágens arra szolgál, hogy a környezetből észleléseket fogadjon és cselekvéseket hajtson végre. A híres Turing-teszt, amelyet maga Turing „*imitációs játéknak*”³ nevezett, és egyfajta próbaköve a gép intelligens viselkedésének, néhány releváns kritériumot állít fel. Ennek ellenére bizonyos vélemények szerint egy *Eugene Goostman* nevű chatbot 2014-ben átment a Turing-teszten, bár ezt a szenzációs bejelentést szakmai körökben erős kétkedéssel fogadták.⁴ Annak az intelligens ágensnek, amelynek bármilyen esélye lehet a Turing-teszten, a következő képességekkel kell rendelkeznie:

- természetes nyelvi feldolgozás;
- tudásreprezentáció;
- automatikus következtetés;
- gépi tanulás.

¹ RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter: Artificial Intelligence: A modern approach. Pearson, Hoboken, New Jersey, 2021.

² RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter: Artificial Intelligence: A modern approach. p. vii.

³ BERNHARDT, Chris: Turing's Vision: The Birth of Computer Science. The MIT Press, Cambridge, 2016. p. 157.

⁴ MASNICK, Mike: No, A 'Supercomputer' did NOT Pass the Turing Test for the First Time and Everyone Should Know Better. techdirt, 2014.06.09.
<https://www.techdirt.com/2014/06/09/no-supercomputer-did-not-pass-turing-test-first-time-everyone-should-know-better/>; letöltés: 2022.05.17.

Tekintettel a racionális – nem emberi – mesterséges intelligenciára, a fejlesztési folyamat során absztraktabb és egzaktabb megközelítések kerülnek alkalmazásra, mint például:

- matematika;
- statisztika;
- a formális logika számos ága, mint például:
 - Boole-logika;
 - elsőrendű logika;
 - deontikus logika;
 - fuzzy logika.

A jelenlegi tudományos közvélemény jobbára ezeket tekinti – többek között – az MI-kutatás és -fejlesztés tudományágainak. A robotika (a megtestesült mesterséges intelligencia) céljaira további tudományágakat és technológiákat fejlesztettek ki, mint például:

- számítógépes látás és arcfelismerés;
- beszéd felismerés;
- affektív számítástechnika az érzelmek kifejezésére (utánzás, emuláció).

Indeterminisztikus viselkedés: az alapvető kihívás

Egy hagyományos számítógépes programot úgy terveztek, hogy *determinisztikusan* működjön. A felhasználó azt várja el a szövegszerkesztőtől, az adatbáziskezelőtől, a levelező klienstől és még egy sor általában használatos programtól, hogy „kreatív ötletek” nélkül, megfelelő sorrendben hajtsa végre az igényelt funkciókat. Azt – és *csak azt* – a műveletet végezze el, amire a felhasználó utasítja, és pontosan úgy, ahogy az utasítás szól. A program kiszámíthatatlan, előre nem látható viselkedése a kódban lévő hibára utal.

Egy mesterséges intelligencia alkalmazása azonban nem szokványos szoftver. Egyes MI-rendszerek persze determinisztikus működésű algoritmusokon alapulnak, de többnyire a mélytanuláson és a kapcsolódó technológiákon alapuló új rendszerek nem determinisztikus algoritmusokat valósítanak meg, és jó néhány tetszőleges elemet tartalmazó adathalmazt vonnak be a tanulásba. A valószínűségi működés e rendszereknek a velejárója. Ez azt jelenti, hogy *egy mesterséges intelligencia-rendszer nem determinisztikus módon működik*, és ez a döntő fontosságú tulajdonság magas biztonsági kockázatot jelent az MI-rendszer megvalósítása és használata során. Ezek a rendszerek a felhasználó által elvártól kevésbé átlátható és megmagyarázható módon adhatnak válaszokat. Sok esetben még a mesterséges intelligencia szakértői és fejlesztői sem tudják pontosan megjósolni és teljes részletességgel megmagyarázni az MI viselkedését. Egy MI-rendszer valójában *fekete dobozként*⁵ értelmezhető; a felhasználó által adott bemeneti adatokra és utasításokra

⁵ TAN, Jonathan Ming En: Non-deterministic artificial intelligence systems and the future of the law on unilateral mistakes in Singapore. Singapore Academy of Law Journal, 34 SAcLJ 91, 2022. p. 92. <https://journalonline.academypublishing.org.sg/Journals/Singapore-Academy-of-Law-Journal/Current-Issue/ct/eFirstSALPDFJournalView/mid/494/ArticleId/1732/Citation/JournalsOnlinePDF>; letöltés: 2022.07.11.

a rendszer nem mindig nyilvánvaló és transzparens kimenetet produkál. A rendszer tényleges működését csak következtetési technikával lehet bizonyos szinten túl megközelíteni és megmagyarázni.

Ez a rendkívül kifinomult autonóm technológiák fejlesztésének járulékos – esetenként nem kívánatos – mellékhatása. A gépeink feletti ellenőrzés korlátozottsága teljesen új jelenség a technológiai civilizáció történetében, és még mindig nincsenek megfelelő válaszaink és irányelveink ennek a helyzetnek a kezelésére. A legfenyegetőbb és legriasztóbb forgatókönyv a mesterséges intelligencia és a robotika fejlődésében az *öntudatos mesterséges intelligencia* és esetleg az *emberfeletti képességekkel rendelkező rendszerek* megjelenése lenne. A tudományos viták és tanulmányok a sci-fi-műveken túl is figyelmeztetnek erre a lehetőségre.⁶ A biztonsági kockázat miatt az új technológia fejlesztése és a rájuk vonatkozó szabályozás kidolgozása különös figyelmet igényel.

Mára általánosnak tekinthető annak belátása, hogy elkerülhetetlen szükségszerűség a megfelelő ellenőrzések és biztonsági rendelkezések kidolgozása az MI-rendszerek fejlesztéséhez és használatához, politikai döntéshozó körökben is felerősödött az ezirányú motiváció. Ami a szabályozási kereteket illeti, bizonyára hamarosan új szabályozási doktrínákat kell kidolgoznunk a megszokott jogi eszköztáron túl. Az autonóm és intelligens rendszerek technológiai fejlődésével párhuzamosan egyre nyilvánvalóbbá válik annak szükségessége, hogy a mesterséges intelligenciát alkalmazó szolgáltatók és rendszerüzemeltetők szerepét és felelősségét megnyugtató és jövőálló módon szabályozzuk.⁷

A mesterséges intelligencia egyes alkalmazási területei

Az 1956-ban tartott Dartmouth Conference⁸ (Hannover, New Hampshire) emlékére az MI-kutatást megalapozó eseményként őrzi a tudományos világ. Az azóta eltelt évtizedek során a mesterséges intelligencia technológiai és módszerei sokat finomultak, fejlődtek, számos alkalmazási területen terjedtek el, és beszivárogtak a társadalmi, gazdasági és személyes tevékenységek számos szegmensébe. Néhány olyan ágazat, ahol a mesterséges intelligenciát széles körben alkalmazzák:⁹

- csillagászat és egyéb természettudományok;
- klimatológia;
- adat- és kiberbiztonság;
- e-kereskedelem;

⁶ TOTSCHNIG, Wolfhart: Fully Autonomous AI. Science and Engineering Ethics, Volume 26, 2020. pp. 2473–2485.

<https://doi.org/10.1007/s11948-020-00243-z>; letöltés: 2022.06.05.

⁷ CUSTERS, Bart – FOSCH-VILLARONGA, Eduard: Humanizing Machines: Introduction and Overview. In: CUSTERS, Bart – FOSCH-VILLARONGA, Eduard (szerk.): Law and Artificial Intelligence. Regulating AI and Applying AI in Legal Practice. T.M.C. Asser Press, The Hague, 2022. p. 10.

⁸ MCCARTHY, John – MINSKY, Marvin L. – ROCHESTER, Nathaniel – SHANNON, Claude E.: A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. August 31, 1955. <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>; letöltés: 2022.06.10.

⁹ Application of AI. javaTpoint, 2022.

<https://www.javatpoint.com/application-of-ai>; letöltés: 2022.08.11.

- oktatás;
- pénzügyek és bankszektor (tőzsdei irányítás és előrejelzés);
- szerencsejáték és szórakoztatás;
- egészségügy (diagnosztika);
- háztartási és személyes segítségnyújtás;
- gyártás;
- robotika;
- szociális média;
- közlekedés (navigáció, forgalomoptimalizálás, autonóm járművek).

Az említett szakterületek többsége szorosan kapcsolódik olyan tevékenységekhez, megnyilvánulásokhoz és érdekekhez, amelyek esetében a természetes személyek alapvető jogai és szabadságai vagy a vállalatok üzleti érdekei tekintetében közvetlen jogi és felelősségi kérdések merülhetnek fel a mesterséges intelligencia alkalmazásának okán.

A mesterséges intelligencia meghatározása az EU jogában

Az EU mesterséges intelligenciáról szóló törvénye (Artificial Intelligence Act – AIA)¹⁰ – amely technikailag egy készülő uniós rendelet tervezete – szintén kísérletet tesz a mesterséges intelligencia meghatározására a szabályozási keret céljaira. Az értelmező rendelkezések között található alábbi definícióról előljáróban megjegyzendő, hogy nem a „*mesterséges intelligenciát*” mint olyat, hanem a „*mesterségesintelligencia-rendszert*” határozza meg. Az absztrakt értelemben vett „mesterséges intelligencia” meghatározása sok etikai problémát és a kognitív tudományok területére tartozó szakkérdést vetne fel. A mesterségesintelligencia-rendszer ezzel szemben egyszerűbb, pragmatikusabb, technológiai oldalról jobban megragadható fogalom. A jogalkotó ezt az egyszerűbb utat választotta a 3. cikk. 1. pontjának szövegezésékor, amely szerint a „*mesterségesintelligencia-rendszer (MI-rendszer)*”: *olyan szoftver, amelyet az I. mellékletben felsorolt technikák és megközelítések közül egy vagy több alkalmazásával fejlesztettek, és amely az ember által meghatározott célkitűzések adott csoportja tekintetében olyan kimeneteket, például tartalmat, előrejelzéseket, ajánlásokat vagy döntéseket képes generálni, amelyek befolyásolják azt a környezetet, amellyel kölcsönhatásba lépnek.*

A definíció teljességéhez az említett I. melléklet megfelelő részének felhívása is szükséges, amely a fejlesztés során alkalmazott, mesterséges intelligenciára orientált technológiákat említi, ezek a következők:

¹⁰ Artificial Intelligence Act (AIA). Javaslat Az Európai Parlament és a Tanács Rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált jogszabályok (A Mesterséges Intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról és egyes uniós jogalkotási aktusok módosításáról. Európai Bizottság, Brüsszel, 2021.04.21.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0206&from=FR>;
letöltés: 2022.09.04.

- Gépi tanulási megközelítések, ideértve:
 - felügyelt,
 - felügyelet nélküli,
 - megerősítő tanulást, a módszerek széles skálája, többek között
 - mélytanulás alkalmazásával;
- Logikai és tudásalapú megközelítések, beleértve:
 - tudás megjelenítését;
 - induktív (logikai) programozást;
 - tudásbázisokat;
 - következtetőmotorokat;
 - szimbolikus érvelést és a szakértői rendszereket;
- Statisztikai megközelítések:
 - Bayes-féle becslés;
 - keresési és optimalizálási módszerek.

Ez az értelmezés a lehető legsemlegesebb, azaz a jogi koncepciók nem foglalnak állást abban a tudományos vitában, hogy a mesterséges intelligencia technikai kritériumait és minőségét az átlagos emberi készségekhez és képességekhez vagy egy absztrakt – matematikai és/vagy logikai – racionalitáshoz kell-e mérni.

A releváns technológiák felsorolása szintén a meghatározás érdemi részét képezi. Ez az értelmezés tükrözi a mesterséges intelligencia egyfajta tudományos meghatározását, taxonómiáját, s ugyanakkor segít megkerülni a mesterséges intelligencia kognitív természetével kapcsolatos kényes és megosztó kérdéseket.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA RENDSZERTANA

A mesterséges intelligenciáról szólva nyilvánvaló, hogy többféle ilyen megoldást, rendszert különböztethetünk meg ezen a területen. Egyes rendszerek csak nagyon korlátozott képességekkel rendelkeznek, míg más rendszerek versenyre kelhetnek az emberi szakértők ismereteivel és viselkedésével. Az elmúlt évek során tiszteletre méltó eredményeket értek el az MI-rendszerek fejlesztői például az orvosi képalkotáson alapuló diagnosztikai eljárásokban, főként a rákdiagnosztikában, a terhességi tesztekben, az elektroencefalográfiában stb. alkalmazták azokat.

A mesterséges intelligencia fejlesztésének jelenlegi állását figyelembe véve és némileg előre tekintve meghatározhatjuk a mesterséges intelligencia alkalmazásainak bizonyos kategóriáit. Ez a taxonómia a jogi gondolkodás szempontjából is szükséges, mivel a mesterséges intelligencia kiforrottsága és képességei meghatározó jelentőségűek lehetnek az ilyen rendszerekkel kapcsolatos felelősség jellegének, mértékének, esetleges korlátozottságának tekintetében. A mesterséges intelligencia kategorizálását a rendszer *funkcionalitása és képességei* alapján azonosíthatjuk.

Az MI rendszerezése funkcionalitás alapján¹¹

Reaktív mesterséges intelligencia

A reaktív mesterséges intelligencia úgy van programozva, hogy a kapott bemenet alapján determinisztikus kimenetet adjon. A reaktív motorokra épülő alkalmazások mindig minden alkalommal azonos módon reagálnak a bekövetkező helyzetekre, nem gyarapítják tapasztalatokkal a meglévő ismereteiket, azaz nem rendelkeznek a gépi tanulás képességével, valamint temporális, azaz a múltra és/vagy a jövőre vonatkozó kontextusokat kezelő, azokat figyelembe vevő képzetekkel sem.

Az ilyen típusú MI-szolgáltatások nem tudnak az eredetileg tervezett feladatokon túlterjeszkedve működni. Ez eleve korlátozottá teszi őket. Ami a működőképes példákat illeti, néhány jól ismert alkalmazást említhetünk:

- Deep Blue – az IBM sakkozó szuperszámítógépe, amelynek fejlesztett változata 1996-ban és 1997-ben két hatjátszmas tornát vívott Garry Kaszparovval, és a gép játékereje legalábbis összemérhető volt a világbajnokéval;
- e-mail-szerverekbe ágyazott SPAM-szűrő segédprogramok;
- Google/YouTube/Spotify/Netflix ajánlómotorja (*recommendation engine*).

Korlátozott memóriájú MI (Limited memory AI)

A korlátozott memóriával rendelkező mesterséges intelligencia tanul a múltból, és a cselekvések vagy adatok megfigyelésével empirikus tudást épít fel. Az ilyen típusú mesterséges intelligencia a múltbeli megfigyelési adatokat előre beprogramozott információkkal kombinálva használja fel előrejelzések készítéséhez és összetett osztályozási feladatok elvégzéséhez. Nyilvánvaló, hogy a gépi tanulási képességek a következő lépcsőfokot jelentik az előző pontban említett reaktív mesterséges intelligenciához képest. Ma már ezek a rendszerek is nagyon elterjedtek. Megjegyzendő, hogy az autonóm járműveket irányító MI-rendszerek szintén az ilyen típusú alkalmazások egyik sajátos formáját jelentik.

A korlátozott memóriájú mesterséges intelligencia, ahogy a neve is mutatja, még mindig korlátozott. Az információ, amellyel az autonóm járművek dolgoznak efemer jellegű, és nem tárolódik az autó hosszú távú memóriájában.

Tudatelméleti mesterséges intelligencia (Theory of mind AI)

Az ebbe a kategóriába tartozó mesterségesintelligencia-rendszerekre még nem találunk ipari példákat. Jobbára csak néhány tudományos és technológiai kísérlet említhető, amelyekben a döntéshozatali képességek néhány kezdetleges eleme megegyezik az emberével – vagy zavarba ejtően hasonlít hozzá. Az ilyen kognitív mesterséges intelligenciával rendelkező gépek képesek lesznek megérteni és megjegyezni az érzelmeket, majd az emberekkel való interakció során ezen érzelmek alapján beállítani, finomhangolni saját viselkedésüket.

¹¹ MARR, Bernard: What are the Four Types of AI? Bernard Marr, 2021.
<https://bernardmarr.com/what-are-the-four-types-of-ai/>; letöltés: 2022.09.01.

Egy intelligens beszélgetés egy érzelmileg intelligens robottal, amely úgy néz ki és úgy szólal meg, mint egy valódi ember, ezekkel a gépekkel már megvalósítható lesz. A tudatosságon alapuló mesterséges intelligencia megvalósítása előtt azonban még sok akadály áll, mivel az emberi kommunikációban a gyorsan változó érzelmek alapján történő viselkedésváltoztatás folyamata nagyon rugalmas. Ezt pedig nagyon nehéz imitálni, amikor érzelmileg egyre intelligensebb gépet próbálunk létrehozni.

Néhány humanoid robot – mint például a hongkongi Hanson Robotics által kifejlesztett Sophia – képes demonstrálni az emberi felhasználókkal való társas interakciók bizonyos képességeit. „Ő” képes felismerni az arcokat és a saját arckifejezésével reagálni az interakciókra.

Öntudatos mesterséges intelligencia (Self-aware AI)

Ez a kategória jelenleg csak a sci-fi világában létezik, és nem lehet tudni, legfeljebb becsülni, hogy mikor jelenik meg a mesterséges intelligenciának ez a rendkívül fejlett formája. Jelenleg nem rendelkezünk az ehhez szükséges hardverrel, és nem ismerjük azokat az algoritmusokat sem, amelyek egy ilyen gépet működésre bírnanak. Ez a mesterséges intelligencia egy olyan gép, amely öntudatos és saját érzelmekkel rendelkezik, és nem csak arra képes, hogy – többé-kevésbé – helyesen reagáljon a vele kapcsolatban álló emberek cselekedeteire és érzelmeire.

Ez a fajta mesterséges intelligencia nemcsak öntudatos lesz, hanem vágyakkal, szükségletekkel és érzelmekkel is rendelkezik majd.

Emberfeletti mesterséges intelligencia (Superhuman AI)

Ez a kategória még a sci-fi-irodalom és -film mértéktartóbb kiadásain is túlmutat, de sajátos módon már ma is tudományos viták tárgya. Csak találgatások és sejtések lehetnek erről a lényről, és egészen homályos előérzetek. Bizonyos állítások azt jósolják, hogy az emberfeletti mesterséges intelligencia kifejlesztése fizikailag lehetséges. Joseph Carlsmith egy vastkos tanulmányt szentelt ennek a forgatókönyvnek, és 2070-re jósolja a valószínűségét.¹²

Ugyanebben a próféciában a szerző arra a következtetésre jut, hogy egy ilyen rendszer létrejötte akaratlanul is az összes ember végleges ellehetetlenítéséhez, feleslegessé válásához vezetne, ami az emberiségre nézve egzisztenciális katasztrófát okozna.¹³

A mesterséges intelligencia tipológiája a képességek alapján¹⁴

A mesterséges intelligencia másik megszokott és széles körben alkalmazott taxonómiája e rendszerek képességein alapul. E megközelítés szerint a mesterséges intelligenciának az alábbi típusai különböztethetők meg.

¹² CARLSMITH, Joseph: Is power-seeking AI an existential risk? Open Philanthropy, April 2021. p. 13. <https://docs.google.com/document/d/1sma11lagHHcrhoi6ohdq3TYIZv0eNWWZMPEy8C8byYg/edit#heading=h.pwdbumje5w8r>; letöltés: 2022.08.12.

¹³ CARLSMITH, Joseph: Is power-seeking AI an existential risk? p. 64.

¹⁴ Types of Artificial Intelligence. javaTpoint, 2022. <https://www.javatpoint.com/types-of-artificial-intelligence>; letöltés: 2022.08.11.

Gyenge vagy szűk mesterséges intelligencia (Weak AI or Narrow AI)

A gyenge (vagy szűk) mesterséges intelligencia az MI olyan típusa, amely képes egy adott feladat intelligens végrehajtására. Jelenleg ezek a legelterjedtebb és elérhető MI által támogatott vagy működtetett rendszerek. A gyenge MI nem képes a saját területén vagy korlátain túl teljesíteni, mivel csak egy adott feladatra tervezték és képezték ki. Az adott tartományon túl a gyenge MI működése megbízhatatlan és kiszámíthatatlan.

Tekintsünk néhány olyan példát, amelyet már széles körben használnak:

- az Apple Siri egy gyenge mesterséges intelligencia, amely korlátozott, előre meghatározott feladatkörrel működik;
- az IBM Watson online *soft-computing* eszközök szintén a Narrow AI-t képviselik, Watson képességei a következők:
 - szakértői rendszermegközelítés;
 - gépi tanulás;
 - természetesnyelv-feldolgozás.
- Egyéb gyenge MI-alkalmazások:
 - sakk – és más stratégiai – játékok;
 - vásárlási ajánlómotorok e-kereskedelmi oldalakon;
 - autonóm járművek;
 - beszédfelismerő berendezések;
 - képfelismerő rendszerek.

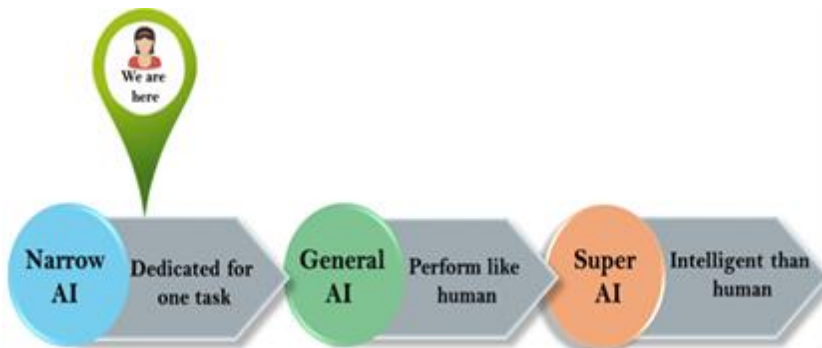
Általános mesterséges intelligencia, ÁMI (Artificial General Intelligence)

Az általános mesterséges intelligencia az intelligens ágensek egy magasan fejlett típusa, amely képes bármilyen szellemi feladatot emberhez hasonló teljesítménnyel megoldani és végrehajtani. Egy ÁMI-rendszer intelligensebb lenne, és önmagában úgy gondolkodna, mint egy ember. Jelenleg nem létezik ilyen rendszer, de ez az MI-kutatás és -fejlesztés egyik elsődleges célja. Ennek a kutatási erőfeszítésnek az időtartama megjósolhatatlan. Az MI-szakértők, tudásmérnökök többnyire egyetértenek abban, hogy az ÁMI-nek rendelkeznie kell a következő képességekkel:

- tudásreprézntáció;
- gondolkodás;
- stratégiafejlesztés;
- feltételes valószínűségi döntéshozatal (Bayes-féle problémák megoldása);
- tervezés;
- tanulás (gépi tanulás);
- természetes nyelvi kommunikáció;
- mindezen készségek integrálása.

Erős vagy szuper MI

Az erős vagy szuper MI egyelőre inkább hipotetikus fogalom. A gépi intelligencia olyan szintjére utal, amely meghaladhatja az emberi készségeket és kognitív képességeket. Ez az ÁMI egyik eredménye lenne. A pesszimista – vagy netán realista – előrejelzések szerint ennek megvalósulása katasztrofális jövőt jelentene az emberiség számára.



1. ábra. Az MI három típusa¹⁵

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIÁVAL KAPCSOLATOS JOGI KOCKÁZATOK

Hosszan lehetne sorolni a mesterséges intelligenciával kapcsolatos pesszimista várakozásokat, forgatókönyveket. Az emberek jó részében azzal kelt szorongást a mesterséges intelligencia, hogy az emberi mivoltunk legbensőbb lényegének érzett attribútummal, a gondolkodásra, a racionális – tudatosnak tartott – döntésre és cselekvésre irányuló képességgel kel versenyre. Ezt a nyugtalanságot csak fokozza a tapasztalat, hogy az eddig megvalósult MI-fejlesztések a maguk – egyelőre szűk és specializált – működési körében gyakran az embert felülmúló teljesítményt mutatnak. Egy nagy teljesítményű szkennel és OCR-rendszer gyorsabban digitalizál nyomtatott szöveget, mint amilyen sebességgel az emberi felhasználó olvasni képes.

A DeepBlue – már megint ezt az esetet említhetjük – sokkal jobban sakkozik, mint egy átlagember; játékeréjével csak a legnagyobb bajnokok dacolhatnak. De a jóval a szupergép alatti szinten álló Shredder Chess sakkprogram is keményen próbára tesz egy átlagosan jó emberi játékost. Igazán riasztó tapasztalatok.

A mindennapokból jól ismert számítógépes fordító szolgáltatások – bár még el-el követnek komikus nyelvtani hibákat is – a poliglottokat megszégyenítő képességekkel rendelkeznek. Ráadásul egészen nyilvánvaló, hogy amit a mesterséges intelligencia egyszer megtanult, azt nem felejt el, és a már megszerzett képességeket sem kell újra megtanulnia, tehát a tudása folyamatosan gyarapszik, képességei egyre mélyülnek, és

¹⁵ What Are The 3 Types Of AI? Deccan Herald, 2020.06.24.
<https://www.deccanherald.com/brandspot/pr-spot/what-are-the-3-types-of-ai-853275.html>;
letöltés: 2022.08.10.

pillanatnyilag nem tudunk olyan határról, amelyen túl ne növekedhetne. Ezzel az adottsággal az élet végességébe zárt ember nem lehet képes lépést tartani. Hiszen minden kisgyerek a teljes tanulási folyamatot előlről kezdi, és élete során a felhalmozott egyetemes tudásnak csak ijesztően kis hányadát sajátíthatja el.

Egy ilyen – részben futurisztikus – áttekintés után most láthatjuk, hogy milyen kihívásokkal és kockázatokkal kell számolnunk ma a mesterséges intelligencia alkalmazásával kapcsolatban. Melyek azok a reális kockázatok, károk és sérülések, amelyeket az MI-rendszerek az egyének, az egyének csoportjai és a társadalom egésze számára okozhatnak? Milyen típusú mesterségesintelligencia-rendszerekkel van gyakorlati tapasztalatunk?

A mesterséges intelligenciának csak a következő kategóriái tekinthetők létező rendszereknek és szolgáltatásoknak:

- reaktív mesterséges intelligencia;
- korlátozott memóriájú mesterséges intelligencia;
- gyenge/szűk mesterséges intelligencia.

A többi említett kategória egyelőre a fantázia világába tartozik, és tisztán kell látnunk, hogy a sci-fi nem a jog valódi működési területe. A jogi gondolkodásnak következőképpen a gyakorlatban ténylegesen létező és működő MI-rendszerek által támasztott kihívásokra kell koncentrálnia.

Ezek az intelligens ágensek alsóbb osztályába tartoznak, de ezeket is érdemes a jogi kockázatok forrásaként kezelni. Anélkül, hogy a mesterséges intelligenciával működő rendszerek által veszélyeztetett jogi érdekek átfogó felsorolására törekednénk, könnyen azonosíthatunk néhány alapvető kategóriát.

Jogi megfontolást igénylő mesterséges intelligenciával kapcsolatos károk és kockázatok az alábbi fő területeken merülhetnek fel:

- *személyiségi jogok* – különösen a személyes adatok sérelme révén;
- *szellemi tulajdonnal* kapcsolatos jogok, különösen szerzői jogi és védjegyjogi területen;
- *vagyoni jogok*, ha a mesterséges intelligencia működése harmadik személy számára anyagi kárt okoz (pl. autonóm jármű által okozott baleset; MI felügyelete alatt működő rendszer hibájából fakadó vagyoni kár).

A kockázatok eredete és természete

A gyakorlatban működő mesterségesintelligencia-rendszereket vizsgálva számos olyan tényezőre akadhatunk, amelyek növelik a kockázatokat és jogi szabályozást, rendezést kívánnak.

Gyors piaci növekedés

Az első és talán legfeltűnőbb tényező az MI-alkalmazások, -szolgáltatások és -termékek piacának viharos gyorsasággal történő bővülése. Az utóbbi néhány évben ez a folyamat – kutatási és fejlesztési aprómunkával eltelt sok évtized után – hirtelen

felgyorsult és igen látványossá vált. Tekintélyes elemzőintézetek között izzott fel a „számháború” az MI-piac kapitalizációjának mértékéről és növekedési kilátásairól. Tüzetes ellenőrző kutatások nélkül is bizvást megállapíthatjuk, hogy imponáló adatokról van szó. Csak egy példa a sok közül a *MarketsandMarkets*¹⁶ elemzése, amely 2022-re 86,9 milliárd dolláros piacméretet regisztrált, 2027-re pedig ennek az ötszörösét, 407 milliárd dollárt prognosztizál, ami 36,2%-os átlagos évenkénti növekedési rátát jelent. A mesébe illő növekedést – nem nagy meglepetés – több tényező együttes hatásának tulajdonítják az elemzők:

- növekvő igény az üzleti életben az intelligens rendszerek iránt számos területen:
 - döntéstámogatás;
 - valós idejű vásárlási tanácsadás;
 - interaktív játékok.
- a kibertámadások, biztonsági incidensek számának emelkedése által megnövelt igény az intelligens biztonsági rendszerek iránt;
- történeti adathalmazok megnyitása, amelyek hosszú távú trendszámításokat tesznek lehetővé.

Egy ilyen viharos sebességű növekedés a történeti tapasztalatok szerint mindenképpen gazdasági kockázatok sokaságával jár. Ha azonban egy olyan érzékeny és különleges közegben következik be, mint az MI-szolgáltatások ökoszisztémája, akkor a kockázatok fokozódnak. A gyorsan változó gazdasági és szabályozói környezetben még hiányoznak a kellő tapasztalatok, kevés a megfelelően felkészült szakember, az ellenőrző szervezetek, hatóságok esetlenül mozognak az ismeretlen terepen, tehát gyengül a munkájuk hatékonysága, és a közvélemény sem kellően tájékozott a józan önvédelemhez.

Az mindenképpen előre látható, hogy a trendek szerint viszonylag rövid időn, néhány éven belül a gazdasági élet szereplőinek és az állami hatóságoknak jelentős része alkalmazni fog valamilyen – vélhetően egyszerre többféle –, mesterséges intelligenciára épülő rendszert. Ezek a rendszerek pedig közvetve vagy közvetlenül a társadalommal, annak alrendszerével és egyes természetes személy tagjaival kapcsolatos feladatokat látnak el. Ez tehát egy új gazdasági, technológiai és jogi ökoszisztémának a felépülésével jár, aminek a körvonalai éppen csak kibontakozóban vannak. Bizvást állíthatjuk, hogy az MI-alapú rendszerek hamarosan éppen olyan szervesen és mélyen átjárják a globalizált piaci és politikai rendszert, amilyen rohamos gyorsasággal a digitális adatkommunikáció, az internet alapszolgáltatásai az ezredfordulón meghódították a világot.

¹⁶ Artificial Intelligence Market by Offering (Hardware, Software, Services), Technology (Machine Learning, Natural Language Processing), Deployment Mode, Organization Size, Business Function (Law, Security), Vertical and Region – Global forecast to 2027. MarketResearch, August 2022. <https://www.marketresearch.com/MarketsandMarkets-v3719/Artificial-Intelligence-Offering-Hardware-Software-32075223/>; letöltés: 2022.07.21.

Átláthatósági problémák

Az MI-rendszerek nyilvánvaló inherens kockázata a nem, vagy csak nehezen átlátható működés. Bár a mesterséges intelligenciát működtető algoritmusok ismert, megismerhető tudományos tételeken alapulnak, a rendszerek betanítása olyan adathalmazok felhasználásával történik, amelyekben sok az esetlegesség. A jelenlegi BigData-korszakban, amikor a döntéshozatalhoz hatalmas mennyiségű adat vált elérhetővé, azt tapasztalhatjuk, hogy az MI-algoritmusok végső soron kockázatokat jelentenek a társadalomra és az egyénekre nézve. A gyors – és minden bizonnyal tovább gyorsuló – technológiai fejlődéssel azonos ütemben kibontakozó tudományos párbeszédben a mesterséges intelligencia aktuális vitatémává vált. Ebben a diskurzusban az *átláthatóság garantálásához*, illetve az *üzleti titkok védelméhez* fűződő versengő érdekek nyilvánulnak meg.

Egyfelől nyilvánvaló társadalmi érdek szól a transzparens módon működő, tisztességes és megbízható MI-rendszerek iránti közbizalom megteremtése mellett. Ugyanakkor ennek a törekvésnek ellentmond a fejlesztő szintén méltányolható érdeke és igénye a művével kapcsolatos speciális szakmai tudás bizalmosságának védelme iránt. Az üzleti titkok megőrzésének célja a kereskedelmi érdekek védelme és az egyének, a vállalatok és végső soron az Unió gazdasági fejlődésének ösztönzése.

Az átláthatatlanság, az algoritmusok és a rendszer egészének üzleti titokként történő kezelése olyan ártalmak és kockázatok lappangó jelenlétének ágyaz meg, mint a diszkrimináció, a tisztességtelenség, a magánszféra bizalmosságának sérelme. Ezt nyilván ellensúlyozni kell. Az átláthatóság az MI-vel kapcsolatos fő aggályok, a tisztességtelenség, a megkülönböztetés és az átláthatatlanság elkerülésére törekszik. Tágabb értelemben az *algoritmikus átláthatóság* követelményének érvényesítése magában foglalná a jogot a tájékoztatáshoz és az adatok tisztességes feldolgozásához, valamint a közérdek védelmét.

A jog ezt olyan eszközökkel, szabályozási doktrínákkal, alapelvekkel kísérli meg, mint a sokat vitatott, hányatott sorsú és végül a GDPR végleges szövegében is csak felemás módon megjelenő „*magyarázathoz való jog*”, amely szerint az adatalanynak joga lenne magyarázatot igényelni az adatkezelőtől az automatizált egyedi döntéssel. Ez a megoldás sem nyújt megnyugtatóan szilárd jogi garanciákat, az átláthatatlan működés a személyes adatokat érintő adatfeldolgozásokon túlmenően is jellemzi a mesterséges intelligenciát.

Előítéletes MI

A mesterségesintelligencia-rendszerek nem izoláltak, hanem egy társadalmi környezetbe ágyazva működnek, és döntéseik eredményei is ebben a közegben realizálódnak. Mára közismertnek tekinthető az a tapasztalat, hogy egyes rendszerek a társadalom különböző csoportjaihoz különbözően, előítéletesen, akár diszkriminatív módon viszonyulnak. Röviden ezt nevezhetjük a mesterséges intelligencia elfogultságának, részrehajlásának is. Legfajóbban azokban az esetekben nyilvánul meg, amikor emberek, embercsoportok életére, sorsára nézve fontos döntések múlnak a mesterséges intelligencia működésén, választásain.

Ennek a nyilvánvalóan káros jelenségnek az okait kutatva számos tényező ismerhető fel. Az Amerikai Egyesült Államok Szabványügyi Intézete (National Institute of Standards and Technology) a 2022-ben publikált jelentésében¹⁷ a mesterséges intelligencia elfogultságának alábbi három fő kategóriáját azonosítja:

- rendszerszintű előítéletek;
- statisztikai és számítási torzítások;
- emberi előítéletek.

A rendszerszintű előítéletek bizonyos intézmények eljárásaiból és gyakorlataiból erednek, amelyek olyan módon működnek, hogy bizonyos társadalmi csoportok előnyben részesülnek, mások pedig hátrányos helyzetbe kerülnek vagy leértékelődnek. Ennek legkirívóbb esetei az intézményesült rasszizmus és szexizmus. Figyelmeztető és riasztó jel, hogy ezek az oly sok tragédiáért felelős előítéletek olyan erősen gyökereznek a társadalmakban, hogy még a mesterséges intelligencia – sterilnek tűnő – világa sem tud mentesülni tőlük.

A statisztikai és számítási torzítások olyan hibákból erednek, amelyek akkor keletkeznek, amikor a betanításhoz használt adatminta nem volt reprezentatív a populációra nézve. A hiba származhat az adatok heterogenitásából, az összetett adatok túlzottan leegyszerűsített matematikai ábrázolásban történő megjelenítéséből, téves adatok alkalmazásából és algoritmikus torzításokból.

Az emberi előítéletek az emberi gondolkodás öröklött, gyakran kulturális meghatározottságú hibáit tükrözik. Ezek lehetnek az emberi döntéshozatalt jellemző heurisztikus elvek, vagy egyszerűbb ítélkezési műveletek esetén a kimenetel intuitív előrejelzése.¹⁸ Ezek az előítéletek gyakran implicitek, és általában ahhoz kapcsolódnak, hogy egy egyén vagy csoport hogyan érzékeli az információt (pl. az automatizált mesterséges intelligencia kimenetét), hogy döntést hozzon vagy kitöltse a hiányzó vagy ismeretlen információt.

A lehetséges következmények

Érzékeny és veszélyes technológia kiterjedt alkalmazásának nem is lehet más következménye, mint az, hogy időről időre súlyos hibák lépnek fel, amelyek károkat okoznak. Természetesen még ezekkel a károkkal és kockázatokkal együtt is azt tapasztaljuk, hogy a mesterséges intelligencia használata és további fejlesztése jelentős gazdasági, kulturális értéket hoz létre, tehát többet használ, mint amennyit árt; nyilván ebben áll a vonzereje. Fordított esetben nem volna érdemes foglalkozni vele, és tartózkodni kellene a használatától.

¹⁷ SCHWARTZ, Reva – VASSILEV, Apostol – GREENE, Kristen K. – PERINE, Lori – BURT, Andrew – HALL, Patrick: Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence. NIST Special Publication 1270. NIST, 2022.03.15. pp. 6–7.
https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=934464; letöltés: 2022.06.25.

¹⁸ SCHWARTZ, Reva – VASSILEV, Apostol – GREENE, Kristen K. – PERINE, Lori – BURT, Andrew – HALL, Patrick: Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence. p. 8.

Az összességében – egyelőre – pozitív mérleg mellett a társadalomnak fel kell készülnie azokra a váratlanul bekövetkező károokra, incidensekre, üzemzavarokra, amelyek a mesterséges intelligencia alkalmazásával függenek össze. Ezek következménye a kiterjedt alkalmazás miatt tömegesen fellépő, sokakat elérő negatív hatású esemény lehet:

- jelentős vagyoni kár bekövetkezése;
- tömeges személyiségi jogsérelem, például a Facebook–Cambridge Analytica-botrány, amelynek mintegy 87 millió Facebook-felhasználó¹⁹ volt a sértettje;
- politikai következmények is előállhatnak, hiszen a mesterséges intelligencia profilképző erejével felruházott média tömegek véleményének hatékony alakítója, így politikai események – mondjuk választások – eredményének eldöntője is lehet.

Veszélyeztetett személyiségi jogok

Profilalkotás és web-scraping

Az adatvédelmi jog az európai jogi kultúra jelentős újítása, amely az informatika területén bekövetkezett fejlődés következményeként néhány évtized alatt a személyiségi jogok védelmének élvonalába került. Nemzeti adatvédelmi hatóságok, jogvédő civil szervezetek, aktivisták küzdenek a modern állam és az interneten tevékenykedő adatkereskedő cégek, közösségimédia-szolgáltatók információs túlhatalma ellen.

A digitális technológia – a mesterséges intelligencia képességeivel megerősítve – kifinomult eszközöket és módszereket biztosít az adatkezelők számára a társadalom és a magánszemélyek megfigyelésére és a személyiségüket részletesen leíró, reprezentáló személyiségprofil megalkotására. Az emberiség történelmében soha egyetlen államnak vagy más szervezetnek sem voltak olyan hatékony eszközei a társadalom ellenőrzésére és manipulálására, mint amilyeneket ma a mindennapi használatban láthatunk.

A közösségimédia-szolgáltatók, a webáruházak és a kormányzati szervek profilalkotási képességei többnyire MI-algoritmusokon alapulnak. A médiában riasztó tudósításokat láthatunk, olvashatunk tömeges adatvédelmi incidensekről. A Facebook–Cambridge Analytica-adatbotrány jól szemlélteti a masszív algoritmikus profilalkotás társadalmi és politikai kockázatát. A GDPR és más kapcsolódó jogszabályok célja pedig az, hogy biztonságos, méltányos és törvényes kereteket biztosítsanak ezekkel a visszaélésekkel és bűncselekményekkel szemben.

¹⁹ KOZŁOWSKA, Hanna: The Cambridge Analytica scandal affected nearly 40 million more people than we thought. Quartz, 2018.04.04.
<https://qz.com/1245049/the-cambridge-analytica-scandal-affected-87-million-people-facebook-says/>;
letöltés: 2022.05.30.

Ezek az incidenseken túl azonban fennáll annak a kockázata is, hogy az MI-algoritmusok által feldolgozott és profilozott²⁰ adatok téves következtetésekhez és ezáltal megalapozatlan döntésekhez vezethetnek. A jognak választ kell adnia arra, hogy ki és hogyan felel az ilyen hibák, illetve visszaélések által okozott károkért.

Az intelligens szoftverek által végzett *webes adatgyűjtés*, közismert nevén a *web-scraping* egyre szélesebb körben elterjedt gyakorlat, amely szintén különleges adatvédelmi kockázatot jelent.

Deepfake videók – mint személyiségi jogsértés

A *deepfake* kifejezés és jelenség – az a kárhozatos technikai trükk, hogy egy filmfelvételen az elkövető a valódi szereplő helyére – jellemzően az arc helyére – más személynek a vonásait illeszti be általában lejáratási szándékkal – rövid idő alatt futott be jelentős karriert. Bár a jelenség előképei már a mozgóképes kultúra korai szakaszáig visszavezethetők, technikai okok miatt ez csak korlátozottan, igen sok emberi munkával és jellemzően rossz minőségben volt kivitelezhető a fotokémiai alapú filmkészítési technológiák korában.

A digitális fényképezés és mozgóképrögzítés, valamint az MI egymásra találása azonban hatalmas új távlatokat nyitott a rosszindulatú, befeketítő felvételhamisítás előtt. Ma lényegében bárki vizionálhatja magát vagy ismerőseit mondjuk egy pornográf felvételen, vagy egyéb olyan helyzetben, ami becsületének, jó hírnevének súlyos csorbítására alkalmas. Az elkövetőnek még csak jelentős technikai tudással sem kell rendelkeznie, hiszen a mozgókép-manipulációhoz szükséges szoftverek könnyen elérhető termékként beszerezhetők az informatikai piacról. Ezekben az eszközökben fejlett MI-alapú eszközök végzik képek meggyőző retusálását. A kontúrok, a mozdulatok, a mimika természetessége, a hangsávnak a képhez történő igazítása, szinkronizálása ma már olyan jó minőségű hamisítványok készítését teszi lehetővé, ami a felületes szemlélőt könnyen megtéveszti, azaz meggyőzi a látvány valóságáról. A technológia gyors fejlődése révén a minőség nyilván tovább fog javulni, ami nem jó hír a hamisításnak kitett személyek – vagyis gyakorlatilag bárki – számára.

A *deepfake* első sértettjei jellemzően ismert emberek, közéleti, művészeti celebritások voltak, köztük sok filmszínész, akik tipikusam pornográf jelenetek ártatlanul hírbe hozott szereplőiként tűntek fel. Az ilyen jellegű felvételeknek az első tömeges közzétételi platformja a *Reddit* közösségi hálózat volt, ahol 2017-ben született meg maga a *deepfake* elnevezés is, egy *Reddit*-felhasználó accountjából köznévvé válva.²¹

²⁰ CHAN, Rosalie: The Cambridge Analytica whistleblower explains how the firm used Facebook data to sway elections. Insider, 2019.10.05.

<https://www.businessinsider.com/cambridge-analytica-whistleblower-christopher-wylie-facebook-data-2019-10>; letöltés: 2022.07.04.

²¹ COLE, Samantha: We Are Truly Fucked: Everyone Is Making AI-Generated Fake Porn Now. A user-friendly application has resulted in an explosion of convincing face-swap porn. VICE, 2018.01.24.

<https://www.vice.com/en/article/bjye8a/reddit-fake-porn-app-daisy-ridley>; letöltés: 2022.08.12.

A politikusok sem úszták meg a videómanipulációt. Az egyik első híresség Barack Obama korábbi amerikai elnök volt, aki egy 2017-ben közzétett módosított videófelvételen olyan szöveg szavait artikulálja igen meggyőző szájmozgással, amelyek egy másik felvétel hangsávján szerepelnek. Obamának annyiban szerencséje volt, hogy ez a módosított felvétel egy tudományos kutatási projekt, a *Synthesizing Obama* keretében készült, és nem ártani akartak vele az egykori elnöknek, hanem személyén keresztül demonstrálni a technológia képességeit.²²

A *deepfake mozgalom* azzal kezdődött, hogy a pornográf felvételekbe hírességek arcát illesztették be, a gyakorlat azonban hamarosan áttért átlagemberek, ismerősök, barátok, volt osztálytársak képeinek használatára. A mára betiltott *Deepfakes* subreddit és a *Discord* chatroom volt a melegágya annak, hogy a felhasználók az ilyen tolokodó vagy becsületsértő pornóvideók készítésére vonatkozó tippeket cseréljenek.

A technológia rétegei itt látványosan rakódnak egymásra. Vannak olyan nyílt forráskódú *web-scrapers*²³ eszközök, amelyek segítségével a felhasználók könnyen letölthetik egy személy közösségi média fiókjának összes képét, hogy létrehozzák azt az arckészletet, amit *deepfake* videó készítéséhez fel tudnak használni. A meggyőző *deepfake* elkészítéséhez azonban a készítőnek olyan testet kell találnia, amely könnyen illeszthető az áldozat arcához.²⁴ Az ideális test megtalálása is kvázi automatizáltá vált. Az arcfelismerő mesterséges intelligenciát alkalmazó böngészőalapú keresőmotorok az elkészítendő hamis videóban megjelenítendő sértett személy fényképe alapján keresik meg azt a felvételt, amelyben a célszemélyhez leginkább hasonló pornósztár szerepel. A *deepfake* videó ezekből a komponensekből szinte néhány kattintással elkészíthető – a személyiségi jogok súlyos sérelmére.

Személyiségi jogok védelme

A személyiségi jogok védelme, amely legalább 200 éves múltra tekinthet vissza, a modern kor jelentős jogi és kulturális fejleménye. Az évszázadok során azonban a jog a személyiség bonyolult és finom szövetének csak egyes pontjait, a személyiség néhány, szinte öletszerűen kiválasztott objektívációját részesítette explicit jogi oltalomban.

A digitális adatfeldolgozás és kommunikáció tömeges elérhetővé válása ebben a tekintetben is új korszakot hozott. Világossá vált, hogy a személyiség igen sérülékennyé vált, magánszférája a róla szóló adatok sokasága révén igen alaposan feltérképezhető, kiismerhető, profilozható, a személyiségi jogok védelmének klasszikus eszköztárára pedig már elégtelen a kiépülő információs túlhatalom kordában tartására, a személyiség magánszférájának adekvát biztosítására. Ennek az

²² SUWAJANAKORN, Supasom – SEITZ, Steven M. – KEMELMACHER-SHLIZERMAN, Ira: Synthesizing Obama: learning lip sync from audio. *ACM Transactions on Graphics*, Volume 36, Issue 4, 20 July 2017. pp. 1–13. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3072959.3073640>; letöltés: 2022.07.24.

²³ DownAlbum. Chrome Stores. <https://chromestores.com/extension/downalbum-extension/>; letöltés: 2022.08.25.
Instagram Scraper. APIFY. <https://apify.com/apify/instagram-scraper#need-something-different-but-still-customizable>; letöltés: 2022.08.23.

²⁴ COLE, SAMANTHA: People Are Using AI to Create Fake Porn of Their Friends and Classmates. *VICE*, 2018.01.26. <https://www.vice.com/en/article/ev5eba/ai-fake-porn-of-friends-deepfakes>; letöltés: 2022.08.12.

új kihívásnak a kezelésére született meg az 1970-es évek elején a modern adatvédelmi jog intézményrendszere.

A technológia fejlődésével az adatvédelmi jog igyekszik lépést tartani, de a jogrendszer természetéből fakadóan állandóan csak követő pozícióban tud lenni. Előbb megszületik a technológia, amiből gazdasági, kulturális, társadalmi következmények fakadnak, s ezek a következmények – amelyek esetenként kifejezetten károsak is tudnak lenni – igényelnek megfelelő jogi kereteket.

A magyarázathoz való jog

A digitális technológia gyors fejlődésére érzékenyen figyelő jogpolitikai és jogalkotás néhány éve észlelte a mesterséges intelligenciával kapcsolatos kihívások gyarapodását, s első ösztönös reakciójaként az adatvédelmi jog intézményrendszerének bővítésével válaszolt. Kifejezetten az MI-rendszerek támasztotta adatvédelmi problémák kezelésének sajátos eszközeként merült fel a *magyarázathoz való jog* intézményének kidolgozása. Lényege szerint azt a lehetőséget biztosítaná az adatalanynak, hogy az adatkezelőtől – aki alkalmasint mesterséges intelligenciát használ az adatok feldolgozása során – részletes magyarázatot igényelhessen az adatfeldolgozásról.

Ez a gondolat jól illeszkedett a GDPR akkor zajló kodifikációs folyamatába. Figyelemre méltó, hogy a GDPR nem nevezi nevén a mesterséges intelligenciát. Ehelyett egy semlegesebb hangzású és szélesebb tartalmú kifejezéssel „*kizárólag automatizált adatkezelésen alapuló döntésnek*” nevezi a mesterséges intelligencia működését, és általában az emberi beavatkozás nélküli adatfeldolgozást.

Az ilyen döntésekkel kapcsolatban az adatalanynak igénye lehet arra, hogy magyarázatot kérjen és kapjon a döntés körülményeiről, a kiértékelési algoritmusról, a felhasznált adatokról. A listát kissé parttalanul folytathatnánk, ugyanis a koncepcióban a kodifikáció korai szakaszában még benne lévő *magyarázathoz való jog* végül kimaradt a végső változatból. Így nincs olyan kötelező erejű rendelkezés, ami ennek a jogosultságnak a pontos tartalmát meghatározná.

Az a furcsa helyzet állott elő, hogy a magyarázathoz való jog a GDPR-ban csak az egyébként kötelező erővel nem bíró Preambulum 71. bekezdésében szerepel ezzel az explicit megfogalmazással:

„Az ilyen adatkezelés mindazonáltal csakis megfelelő garanciák mellett végezhető, amelybe beletartozik az érintett külön tájékoztatása és az ahhoz való joga, hogy emberi beavatkozást kérjen és kapjon, különösen hogy kifejtse álláspontját, hogy magyarázatot kapjon az ilyen értékelés alapján hozott döntésről és hogy megtámadja a döntést.”

A GDPR megalkotása során több szövegváltozat készült, s ezek némelyikében a kötelező rendelkezések között szerepelt a magyarázathoz való jog is, ám a végső szövegből a jogalkotási alkudozás során ez a rendelkezés kimaradt,²⁵ és csak egy enyhébb kötelezettségeket előíró rendelkezés maradt meg.

²⁵ WACHTER, Sandra – MITTELSTADT, Brent – FLORIDI, Luciano: Why a Right to Explanation of Automated Decision-Making Does Not Exist in the General Data Protection Regulation. *International Data Privacy Law*, Volume 7, Issue 2, 2017. p. 81.
https://www.researchgate.net/publication/312597416_Why_a_Right_to_Explanation_of_Automated_Decision-Making_Does_Not_Exist_in_the_General_Data_Protection_Regulation; letöltés: 2022.06.11.

Az érintett hozzáférési jogából vezethető le a 15. cikk (1) rendelkezése, amely szerint „az érintett jogosult arra, hogy az adatkezelőtől ... a következő információkhoz hozzáférést kapjon:

...

h) ... automatizált döntéshozatal ténye, ideértve a profilalkotást is, valamint legalább ezekben az esetekben az alkalmazott logikára és arra vonatkozó érthető információk, hogy az ilyen adatkezelés milyen jelentőséggel bír, és az érintettre nézve milyen várható következményekkel jár.”

A 22. cikk kifejezetten az automatizált döntéshozatalról és a profilalkotásról szól, s ennyiben kifejezetten a mesterséges intelligencia alkalmazására, ennek törvényességi garanciáinak megalkotására irányul.

(3) „... az adatkezelő köteles megfelelő intézkedéseket tenni az érintett jogainak, szabadságainak és jogos érdekeinek védelme érdekében, ideértve az érintettnek legalább azt a jogát, hogy az adatkezelő részéről emberi beavatkozást kérjen, álláspontját kifejezze, és a döntéssel szemben kifogást nyújtson be.”

Láthatjuk, hogy az érintettet érdekeit szolgáló garanciák között a magyarázathoz való jog nem szerepel. Bizonyos védelmet ezek jelentenek, de nem adnak biztosítékot a rendszerek transzparenciájának növelésére.

Dologi jellegű kockázatok

Az intelligens rendszereket az üzleti élet számos más területén is használják – az adatkereskedelmen és a közösségi médián túl. A modern pénzügyi rendszer is digitális szolgáltatásokra épül. A bankok és a tőzsdék intelligens ügynököket használnak a pénzügyi műveletek végrehajtásához. A banki tevékenységet finom, kidolgozott jogi rendelkezések szabályozzák és védik. Az algoritmikuskereskedés – más néven a nagyfrekvenciás kereskedés – azonban viszonylag új jelenség a részvénypiacokon, és az MI-alapú algoritmusok új kihívásokat támasztanak. Az ebben az üzletágban bekövetkező pénzügyi veszteségek családok megélhetését ronthatják, és alááshatják a vállalatok prosperitását, hatalmas károkat okozva.

Az egyik leghíresebb, valószínűleg MI-algoritmusok által okozott tőzsdei incidens a 2010-es Flash Crash²⁶ a Chicagói Árutőzsdén. Az okok kivizsgálása és értelmezése még mindig folyamatban van.

A mesterséges intelligenciával támogatott pénzügyi rendszereken kívül az utakon is találkozhatunk mesterséges intelligenciával. Az autonóm járművek kockázata klasszikus etikai és jogi vitatémává nőtte ki magát. Egy hibás, tájékozatlan – vagy etikátlan – autó által okozott kár jelentős lehet, és személyi sérülést, sérülést vagy akár halált is okozhat. Ezek egyben kihívást jelentő jogi problémák is.

Ki lesz felelős egy ilyen esetben? Ez egy új terület, ahol az etikai megfontolásokat figyelembe kell venni, mielőtt jogi kereteket ki lehetne alakítani.

²⁶ BRUSH, Silla – SCHOENBERG, Tom – RING, Suzi: How a Mystery Trader with an Algorithm may have Caused the Flash Crash. Bloomberg, 2015.04.22.
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-04-22/mystery-trader-armed-with-algorithms-rewrites-flash-crash-story#xj4y7vzkg>; letöltés: 2022.08.02.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÁLTAL OKOZOTT KÁROKÉRT VALÓ FELELŐSSÉG ETIKAI ÉS JOGI ALAPJAI

„*A robot nem személy,
és még sokáig nem is lesz az.*”

Amikor eljön az öntudatos mesterséges intelligencia, vagy az erős mesterséges intelligencia, az emberfeletti mesterséges intelligencia kora – ha egyáltalán eljön –, akkor újra kell gondolnunk ezt a kijelentést, de még nem. Ezért az a fajta gyenge MI, amivel rendelkezünk, nyilvánvalóan nem lehet semmilyen jogviszony alanya, hiszen nem rendelkezik jogképességgel. A mesterséges intelligenciával szemben támasztott etikai és jogi követelmények egyaránt vonatkoznak tehát az intelligens ágenssel kapcsolatban álló jogképes személyekre, nevezetesen:

- a fejlesztőre;
- a szolgáltatóra;
- a felhasználóra.

A mesterséges intelligenciával kapcsolatos felelősség etikai alapjai

A mesterséges intelligencia fejlesztésével és működtetésével kapcsolatos etikai kritériumok közül az *átláthatóság* az első és a legfontosabb. Ez azt jelenti, hogy elkerülhetetlen a szoftverfejlesztők által használt algoritmusok harmonizálása. Bár az algoritmusok sok vállalkozás legjobban őrzött és legbizalmasabb titkai, fel kell hagyniuk az ellenőrizetlen mesterséges intelligencia használatával.

A mesterséges intelligenciára vonatkozó megkövetelt keretszabályozásról szóló tudományos, filozófiai és jogi vitákban sok további elvárás van előtérben. Ezek többsége olyan elvont elv, hogy a pontos jelentés meghatározásához kiterjedt érvelésre és értelmezésre lesz szükség.

A brit parlament felsőháza – a Lordok Háza – 2018-ban etikai kódexet²⁷ dolgozott ki az Egyesült Királyság MI-törvényéhez. Öt irányadó alapelv képezi a készülő szabályozás fundamentumát a következők szerint:

1. a mesterséges intelligenciát a *közjó* és az emberiség javára kell fejleszteni;
2. a mesterséges intelligenciának az *érthetőség* és a *méltányosság* elvei alapján kell működnie;
3. a mesterséges intelligencia nem használható az egyének, családok vagy közösségek *adatvédelmi* jogainak vagy *magánszférájának* csorbítására;

²⁷ UK can lead the way on ethical AI, says Lords Committee. UK Parliament, 2018.04.16.
<https://www.parliament.uk/external/committees/lords-select/ai-committee/news/2018/ai-report-published/>;
letöltés: 2022.05.31.

4. minden állampolgárnak joga kell legyen ahhoz, hogy a mesterséges intelligencia mellett mentálisan, érzelmileg és gazdaságilag is *boldogulni* tudjon;
5. soha nem szabad a mesterséges intelligenciát felruházni azzal az autonóm hatalommal, hogy embereknek ártson, embereket elpusztítson vagy megtévesszen.

Az erkölcsi normák jogi intézményekbe való átültetése nem triviális folyamat, s így nincs egyértelmű eredménye. Az uniós jog a morális mesterséges intelligencia fogalmát a megbízható mesterséges intelligencia fogalmával helyettesítette, és olyan kritériumokat rendelt hozzá, amelyek immár jogilag is értelmezhetőek.

Megbízható mesterséges intelligencia

A megbízható mesterséges intelligenciának²⁸ három alapelve van, amelyeknek a rendszer teljes életciklusa során meg kell felelnie:

- törvényesség;
- etikus viselkedés;
- robusztusság.

Vagyis a megbízható mesterséges intelligenciának jogszerűnek kell lennie, betartva az összes alkalmazandó törvényt és rendeletet, etikusnak kell lennie, biztosítva az etikai elvek és értékek betartását, és robusztusnak kell lennie mind technikai, mind társadalmi szempontból, mivel az MI-rendszerek még jó szándékkal is okozhatnak nem szándékos károkat.

Az alapelveket hét további konkrét követelménnyé alakítjuk át a megbízható mesterséges intelligencia megvalósítása érdekében:

1. emberi közreműködés és felügyelet;
2. műszaki megbízhatóság és biztonság;
3. adatvédelem és adatkezelés;
4. átláthatóság;
5. sokszínűség, megkülönböztetésmentesség és méltányosság;
6. társadalmi és környezeti jólét;
7. elszámoltathatóság.

A megbízható mesterséges intelligencia megfogalmazott koncepciója az alapvető jogok európai doktrínáján és az ennek megfelelő etikai elveken alapul, amelyek a mesterséges intelligencia kontextusában alapvető fontosságúak.

²⁸ Ethics Guidelines for Trustworthy AI (EGTAI). Az Európai Bizottság által 2018 júniusában létrehozott, mesterséges intelligenciával foglalkozó magas szintű független szakértői csoport megbízható mesterséges intelligenciára vonatkozó etikai iránymutatása. Európai Bizottság, Brüsszel, 2019.04.08. p. 5. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d3988569-0434-11ea-8c1f-01aa75ed71a1/language-hu/format-PDF>; letöltés: 2022.09.04.

Az etikai kódex²⁹ kiemelte az alábbi elveket:

- emberi autonómia tiszteletben tartása;
- károkozás megelőzése;
- méltányosság;
- megmagyarázhatóság.

A megmagyarázhatóság a legtöbb problémát és fejtörést okozó elvárás az MI-fejlesztők számára, bár ez kulcsfontosságú tényező a felhasználók MI-rendszerekbe vetett bizalmának kialakításához és fenntartásához. Az MI fejlesztési és képzési folyamatainak átláthatónak kell lenniük, az MI-rendszerek képességeit és célját nyíltan kell kommunikálni, és a döntéseket a lehető legnagyobb mértékben meg kell magyarázni a közvetlenül és a közvetve érintetteknek.

A vonatkozó alapjogoknak az alapvető etikai elvekkel összefüggésben garantálniuk kell:

- az emberi méltóság tiszteletben tartását;
- az egyéni szabadságot;
- a jogállamiságot;
- a demokráciát;
- az egyenlőséget, a szolidaritást és a megkülönböztetésmentességet;
- az állampolgári jogok teljes körű érvényesülését.

Az MI-képességekkel ellátott termékeket és szolgáltatásokat nyújtó fejlesztőknek és szolgáltatóknak tartózkodniuk kell minden olyan gyakorlattól és technológiai intézkedéstől, amelyek sértik ezeket az alapvető jogi és etikai értékeket.

Ki a felelős? Ki a jogosult? Az MI jogalanyisága

A személy mint minden jog végső alanya

Valamennyi jogi attribútumnak (felelősség, tulajdonszerzési képesség, személyiségi jogok és ezek védelme stb.) szükséges előfeltétele a jogalanyiság. A jogalanyiság azt jelenti, hogy annak hordozója *SZEMÉLY*. A jog radarerőjén akkor válik valaki láthatóvá, tanulmányozhatóvá, ha a jogrendszer elismeri személynek, jogalanynak.

Mit jelent ez a mesterséges intelligencia felelősségére, személyiségi jogaira és egyéb jogi tulajdonságaira nézve?

Azt, hogy mindaddig, amíg a jogrendszer ki nem nyilvánítja, hogy az MI SZEMÉLY-nek, jogalanynak tekintendő, addig az összes további kérdés értelmetlen. Addig ugyanis a legkifinomultabb MI-rendszer is „csak egy gép”, amelynek helyes vagy hibás működéséért a fejlesztője és/vagy a használója – aki a dolgok jelen állása szerint természetes vagy jogi személy lehet – viseli a felelősséget.

²⁹ Ethics Guidelines for Trustworthy AI (EGTAI). p. 12.

Persze e körben könnyen belebotolhatunk a vétkekési alakzaton túlmenő objektív (lásd még: veszélyes üzemi) felelősség problémájába. Egy MI-alapú rendszer fejlesztése, üzemeltetése minden további nélkül tekinthető olyan veszélyes tevékenységnek, ami az objektív felelősség alkalmazását megalapozza.

Egy technológiai-filozófiai közbevetés

Igen messze vagyunk az olyan MI-rendszerek megalkotásától, amelyek valóban személyként, személyiségként viselkedhetnének, valamint a természetes személyek módjára viselnének felelősséget a „magatartásukért”.

Az MI nem is „magatartást tanúsít”, hanem funkcionál, *működik*. Működik – jól vagy rosszul. Utóbbi esetben akár még kárt is okozhat. Ezért a kárért azonban *Robit* nem lehet felelősségre vonni. Egyszerűen nem alkalmas alanya a felelősség alapját jelentő vétkekesség kifejezésének, és így a jogkövetkezmények érvényesítésének.

Távol vagyunk még attól, hogy az MI tudatában legyen annak, hogy „*tőle*” milyen szabálykövető magatartást vár el a társadalom, és ezt a jogi normák rendszere hogyan érvényesíti, szankcionálja. Mégpedig azért, mert valójában az önmagára ismerő, a kontextusokat felismerő MI létrehozásától vagyunk távol.

Egy példa: tekintsük tudottnak és bizonyítottnak, hogy a DeepBlue rendszer olyan kiválóan sakkozik, hogy a játékerője összemérhető (volt 1996-ban) Garry Kaszparov sakkvilágbajnok tudásával. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a sakkprogramot futtató IBM-számítógép mint hardver, valamint a rajta futó operációs rendszer és alkalmazások „tudták volna”, hogy ez most egy sakktorna. Azt is kizártnak tekinthetjük, hogy valamiféle tudatos – netán *érzelmi* – viszonyulása lett volna a helyzethez, amelyben működött. Biztosra vehetjük, hogy a rendszer nem „*izgult*” játék közben. *Feszültséget* is legfeljebb elektromosságtani értelemben „*érezkelt*”.

Végső soron a saját emberi mentális képességeinkről is alig tudunk valamit. Minden kutatás és tiszteletre méltó tudományos eredmény ellenére ezen a területen, a kognitív tudományokban sok még a fehér folt. Nincs meg a végső és átfogó magyarázat arra, hogy mi tesz bennünket emberré, és mi az eredete, magyarázata és mechanizmusa a titokzatos *öntudatnak*, amely – Shakespeare-től tudjuk – „belőlünk mind gyávát csinál”. Az végképp hatalmas fiziológiai, neurológiai, biológiai és filozófiai rejtély, hogy mi tesz bennünket személyllyé, honnan származik az én- és öntudatunk.

Az MI személyiségi jogai

A kitérő után nézzük újra a jogi kérdést. Van értelme az MI személyiségi jogairól, felelősségéről beszélni? Semmiképpen, mielőtt a mesterséges intelligencia személyllyé nem válik. Hogy az mikor lesz? Nem tudható, de feltételezhetően nem a közeli jövőben.

A természetes személy érzékeli, érti, beilleszti a saját *öntudatvezérelt* világába a társadalomban kialakított normarendszert, a státuszát megadó kereteket, s ennek eredményeként a vele szemben alkalmazott jogi felelősséget is. Ez utóbbit nem ritkán hátrányként és korlátozásként éli meg.

Ez a hátrány lehet cselekvési szabadságtól és/vagy anyagi javaktól történő megfosztás, azok felhasználásában, élvezetében beállott korlátozás. Ez némi „áttétellel” bizonyos értelemben a jogi személyre átvihető, bár az „öntudat” fogalmát a jogi személytől is megtagadom. A természetes személy tud *szerven* (testileg és lelkileg), amit a jogi személyről nem mondhatunk el.

Az „öntudat” működésének termékeként, ennek következtében a természetes személynek van *lelkiismerete*, ami a joghátrány elmarasztaló voltának felismeréséhez elengedhetetlenül szükséges. Ez valójában már a jogi személynél sem áll fenn, és nem létezik az a technológia, aminek segítségével ezt a finom és bonyolult, nehezen megfogható lelki jelenséget bele lehetne oltani egy mesterségesen létrehozott, digitális áramkörökből alkotott lény „személyiségébe”.

Egyáltalán milyen szankciót lehetne egy MI-vel szemben megállapítani és alkalmazni? Ha rosszul működik, ki lehet cserélni valamely alkatrészét, lehet javítani, változtatni a programkódon, ad abszurdum ki lehet kapcsolni ideiglenesen vagy véglegesen, akár szét is lehet szerelni. Vajon el lehet-e érni valaha, hogy *Robi*, a *mesterséges intelligencia* felfogja, hogy őt vétkes magatartása miatt büntetés – igazságos vagy méltánytalan hátrány – éri?

Ki ne emlékezne a *Star Wars Saga* feltűnő külsejű, ügyefogyottan csetlő-botló, ügybuzgó, de kicsit félnék – tehát valódi emberi jellemvonásokkal rendelkező – protokoldroidjára. *C3PO*-t – aki kritikus helyzetekben attól retteg, hogy kikapcsolják, törlik a memóriáját, és ezzel elveszíti a személyiségét – még nem építették meg, és felettébb kétséges, hogy a ma élő nemzedékek életében erre sor kerülne. Nem nagyon valószínű, hogy az értelemből, érzelmekből, és ki tudja még milyen komponensekből összeálló emberi személyiséget egyhamar sikerül gépi alapon reprodukálni. Ez egyesek számára – nevezhetjük őket *gyanakvó technopesszimistáknak* – kicsit talán megnyugtatóan hangzik.

Ha jogalanyiságról, személyiségről, következésképp személyiségi jogokról, felelősségről és mondjuk a tulajdonszerzés képességéről, a jog által elismert lehetőségéről nem beszélhetünk, akkor miről van értelme gondolkodni az MI-jog világában? Nyilvánvalóan a mostani – határozottan „*gépnek (dolognak) tekintett*” – MI-rendszerek esetében a fejlesztő és az üzemeltető vonatkozásában merülhetnek fel mindazok a kérdések, amelyek jogi megfontolást érdemelnek.

Az MI működéséért a felelősséget a fejlesztő és/vagy a felhasználó viseli. Az MI működése következtében előállott értéket (tulajdont) szintén az említett ágensek szerzik meg. Kissé talán sántít a párhuzam, de megfelelő jogi analógiát keresve nehéz másként gondolni rá és másként kezelni: az MI egyelőre olyan fejlettségi szinten áll, hogy legfeljebb öntudatlan (rab)szolgának tekinthető, s amint a rabszolga az urának, a tulajdonosának szerzett, épp úgy *Robi* is a felhasználójának szerez, neki alkot. Ha *Robi* kárt okoz, akkor pedig szintén a gazdája viseli a felelősséget.

KONKLÚZIÓ

A mesterséges intelligencia fejlesztése – minden látványos eredmény ellenére – még mindig korai fázisában van, és még csak a kezdetén vagyunk egy hosszú útnak. A technológián kívül a mesterséges intelligenciával kapcsolatos jogi és etikai kérdések vizsgálata során is csak az első lépéseket tettük meg.

A megfelelő szabályozási keretek kidolgozásán igen sok múlhat. Nem szabad, hogy a jog hátráltassa a műszaki innovációt, a technológiai fejlődést, sőt kívánatos, hogy amennyire csak lehet, előmozdítsa azt. Ugyanakkor állandóan szem előtt kell tartania a lehetséges kockázatokat, és fenn kell tartania azokat az alkotmányos értékeket, amelyeken a demokratikus jogállamok jogrendje, szabadsága, stabilitása és anyagi jóléte alapul. A mesterséges intelligencia éppúgy lehet a szellemi és a fizikai szabadság eszköze, mint a legsötétebb elnyomásé. Sok tényezőtől múlik, hogy az inga melyik irányba lendül ki, és nyilvánvaló, hogy folyamatos odafigyeléssel és cselekvéssel lehet fenntartani a demokratikus, alkotmányos társadalmak jogbiztonságát – akár a mesterséges intelligencia által, akár ellenében.

A jogi keretek, a szabályozási elvek és intézményes kontrollok fogják meghatározni, hogy melyik forgatókönyv valósul meg. Ezért a szoftverfejlesztők, tudásmérnökök és jogászok vitája és együttműködése feltétlenül szükséges a mesterséges intelligencia fejlesztése során.

IRODALOMJEGYZÉK

Application of AI. javaTpoint, 2022.

<https://www.javatpoint.com/application-of-ai>; letöltés: 2022.08.11.

Artificial Intelligence Act (AIA).

Javaslat Az Európai Parlament és a Tanács Rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált jogszabályok (A Mesterséges Intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról és egyes uniós jogalkotási aktusok módosításáról. Európai Bizottság, Brüsszel, 2021.04.21.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0206&from=FR>; letöltés: 2022.09.04.

Artificial Intelligence Market by Offering (Hardware, Software, Services), Technology (Machine Learning, Natural Language Processing), Deployment Mode, Organization Size, Business Function (Law, Security), Vertical and Region – Global forecast to 2027. MarketResearch, August 2022.

<https://www.marketresearch.com/MarketsandMarkets-v3719/Artificial-Intelligence-Offering-Hardware-Software-32075223/>; letöltés: 2022.07.21.

BERNHARDT, Chris: Turing's Vision: The Birth of Computer Science.

The MIT Press, Cambridge, 2016.

BRUSH, Silla – SCHOENBERG, Tom – RING, Suzi: How a Mystery Trader with an Algorithm may have Caused the Flash Crash. Bloomberg, 2015.04.22.

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-04-22/mystery-trader-armed-with-algorithms-rewrites-flash-crash-story#xj4y7vzkg>; letöltés: 2022.08.02.

- CARLSMITH, Joseph: Is power-seeking AI an existential risk? Open Philanthropy, April 2021.
<https://docs.google.com/document/d/1smaI1lagHHcrhoi6ohdq3TYIZv0eNWWZMPEy8C8byYg/edit#heading=h.pwdbumje5w8r>; letöltés: 2022.08.12.
- CHAN, Rosalie: The Cambridge Analytica whistleblower explains how the firm used Facebook data to sway elections. Insider, 2019.10.05.
<https://www.businessinsider.com/cambridge-analytica-whistleblower-christopher-wylie-facebook-data-2019-10>; letöltés: 2022.07.04.
- COLE, Samantha: People Are Using AI to Create Fake Porn of Their Friends and Classmates. VICE, 2018.01.26.
<https://www.vice.com/en/article/ev5eba/ai-fake-porn-of-friends-deepfakes>; letöltés: 2022.08.12.
- COLE, Samantha: We Are Truly Fucked: Everyone Is Making AI-Generated Fake Porn Now. A user-friendly application has resulted in an explosion of convincing face-swap porn. VICE, 2018.01.24.
<https://www.vice.com/en/article/bjye8a/reddit-fake-porn-app-daisy-ridley>; letöltés: 2022.08.12.
- CUSTERS, Bart – FOSCH-VILLARONGA, Eduard: Humanizing Machines: Introduction and Overview. In: CUSTERS, Bart – FOSCH-VILLARONGA, Eduard (szerk.): Law and Artificial Intelligence. Regulating AI and Applying AI in Legal Practice. T.M.C. Asser Press, The Hague, 2022. pp. 3–28.
- DownAlbum. Chrome Stores.
<https://chromestores.com/extension/downalbum-extension/>; letöltés: 2022.08.25.
- Ethics Guidelines for Trustworthy AI (EGTAI).
Az Európai Bizottság által 2018 júniusában létrehozott, mesterséges intelligenciával foglalkozó magas szintű független szakértői csoport megbízható mesterséges intelligenciára vonatkozó etikai iránymutatása. Európai Bizottság, Brüsszel, 2019.04.08.
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d3988569-0434-11ea-8c1f-01aa75ed71a1/language-hu/format-PDF>; letöltés: 2022.09.04.
- Instagram Scraper. APIFY.
<https://apify.com/apify/instagram-scraper#need-something-different-but-still-customizable>; letöltés: 2022.08.23.
- KOZLOWSKA, Hanna: The Cambridge Analytica scandal affected nearly 40 million more people than we thought. Quartz, 2018.04.04.
<https://qz.com/1245049/the-cambridge-analytica-scandal-affected-87-million-people-facebook-says>; letöltés: 2022.05.30.
- MARR, Bernard: What are the Four Types of AI? Bernard Marr, 2021.
<https://bernardmarr.com/what-are-the-four-types-of-ai/>; letöltés: 2022.09.01.
- MASNICK, Mike: No, A ‘Supercomputer’ did NOT Pass the Turing Test for the First Time and Everyone Should Know Better. techdirt, 2014.06.09.
<https://www.techdirt.com/2014/06/09/no-supercomputer-did-not-pass-turing-test-first-time-everyone-should-know-better/>; letöltés: 2022.05.17.
- MCCARTHY, John – MINSKY, Marvin L. – ROCHESTER, Nathaniel – SHANNON, Claude E.: A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. August 31, 1955.
<http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>; letöltés: 2022.06.10.

- RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter: *Artificial Intelligence: A modern approach*. Pearson, Hoboken, New Jersey, 2021.
- SCHWARTZ, Reva – VASSILEV, Apostol – GREENE, Kristen K. – PERINE, Lori – BURT, Andrew – HALL, Patrick: *Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence*. NIST Special Publication 1270. NIST, 2022.03.15.
https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=934464; letöltés: 2022.06.25.
- SUWAJANAKORN, Supasorn – SEITZ, Steven M. – KEMELMACHER-SHLIZERMAN, Ira: *Synthesizing Obama: learning lip sync from audio*. *ACM Transactions on Graphics*, Volume 36, Issue 4, 20 July 2017. pp. 1–13.
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3072959.3073640>; letöltés: 2022.07.24.
- TAN, Jonathan Ming En: *Non-deterministic artificial intelligence systems and the future of the law on unilateral mistakes in Singapore*. *Singapore Academy of Law Journal*, 34 SAclJ 91, 2022. pp. 91–124.
<https://journalonline.academypublishing.org.sg/Journals/Singapore-Academy-of-Law-Journal/Current-Issue/ct/eFirstSALPDFJournalView/mid/494/ArticleId/1732/Citation/JournalsOnlinePDF>; letöltés: 2022.07.11.
- TOTSCHNIG, Wolfhart: *Fully Autonomous AI*. *Science and Engineering Ethics*, Volume 26, 2020. pp. 2473–2485.
<https://doi.org/10.1007/s11948-020-00243-z>; letöltés: 2022.06.05.
- Types of Artificial Intelligence*. javaTpoint, 2022.
<https://www.javatpoint.com/types-of-artificial-intelligence>; letöltés: 2022.08.11.
- UK can lead the way on ethical AI, says Lords Committee*. UK Parliament, 2018.04.16.
<https://www.parliament.uk/external/committees/lords-select/ai-committee/news/2018/ai-report-published/>; letöltés: 2022.05.31.
- WACHTER, Sandra – MITTELSTADT, Brent – FLORIDI, Luciano: *Why a Right to Explanation of Automated Decision-Making Does Not Exist in the General Data Protection Regulation*. *International Data Privacy Law*, Volume 7, Issue 2, 2017. pp. 76–99.
https://www.researchgate.net/publication/312597416_Why_a_Right_to_Explanation_of_Automated_Decision-Making_Does_Not_Exist_in_the_General_Data_Protection_Regulation; letöltés: 2022.06.11.
- What Are The 3 Types Of AI?* Deccan Herald, 2020.06.24.
<https://www.deccanherald.com/brandspot/pr-spot/what-are-the-3-types-of-ai-853275.html>; letöltés: 2022.08.10.

FEHÉR ANDRÁS TIBOR

A MESTERSÉGESINTELLIGENCIA-ALAPÚ HIDEGHÁBORÚ ETIKAI HÁTTERE

BEVEZETÉS

A gondolkodó gép problémáiról szóló fantáziajátékok, amelyek az irodalmi megközelítésekben régóta olvashatók, napjainkra reálissá váltak. Ám nemcsak élesedtek az ott felvetett etikai nehézségek, sokkal nehezebb kérdések merültek fel. Ezek közül alább azt a problémát vizsgálom, hogy hogyan kezelheti egy döntéshozó a mesterséges intelligencia (MI) etikai kérdéseit. A tanulmány fő célja összegezni és elhelyezni az MI-etikában felmerülő kérdéseket a nemzetközi erőérvényesítési küzdelemben. Ebből következik egy másik cél: rendszerezni a problémaköröket egy nemzeti vagy nemzetközi szintű stratégiai döntés-előkészítés számára, és ha lehet, hozzájárulni, hogy a legkevésbé hátrányos forgatókönyv váljon valóra.

Egy ilyen elvont téma csak akkor bírhat komoly jelentőséggel, ha vizsgálata képes túlmutatni a tudományetikai vitákon, vagy az önvezető járművek praktikus megoldásain, sőt akár az autonóm fegyverrendszerek veszélyein is – ezt figyelembe véve terveztem meg a kutatást a következő módon. A vizsgálat keretét a hibrid hidegháborús műveletek gyakorlatias perspektívájába helyeztem, ez biztosítja, hogy eredményei jelentősek legyenek, hiszen így a kérdéseket állami döntéshozás irányába fókuszálhatom. Ezt a fókuszot szem előtt tartva járom körbe azt a kérdést, hogy van-e elvi lehetősége annak, hogy a gép egyfajta erkölcsi érzékkel rendelkezzen – vagy tágítva ezt a kérdést: mennyiben képes egy MI elvont fogalmainak tartalmának kezelésére? Az ezekre kapott válaszok birtokában vizsgálom a moralitás érvényesülési terét: a társadalmi vonatkozást. Ehhez a technológiák és a társadalom kölcsönhatását kívánom boncolgatni az MI és az etika oldaláról, ahol az MI felől a társadalom felé mutató hatásvektorokra helyezem a hangsúlyt. Miután ezekből világosabbá válik, hogy mit várhatunk el az MI-től etikai téren és milyen hatásai vannak, akkor jobban megfogalmazhatók azok a nehézségek, amelyek a politikai és a stratégiai döntéshozókat terhelik.

A téma etikai oldalának kibontásához a következő sejtésekből indultam ki: (1) a jelenlegi emberképünk nem elégséges antropológiai keret ahhoz, hogy az MI az elvont fogalmakat is egy emberhez hasonlóan tudja alkalmazni; (2) az erkölcsi érzék nem digitalizálható megfelelő szinten, legfeljebb sematikus gyakorlati esetekben bízható gépre; (3) az alkotó szubjektuma megjelenik az MI-rendszerekben – így különböző kultúrák termékei eltérő eredményekre juthatnak (humán témákban).

A kutatásról még megemlítené a következők. Nem cél jogi vonatkozásokba belemélyedni, az MI etikájának hivatalos megközelítései úgyszólván számos javaslatot tesznek az elvárt irányelvekre.¹ Nem cél a robotetika olyan ismertebb megközelítéseinek

¹ Erre számos példa található itt: NÉGYESI Imre: A mesterséges intelligencia és az etika. *Hadtudomány*, 30. évfolyam 1. szám, 2020. pp. 103–113.
http://real.mtak.hu/109501/1/103-113_Negyesi.pdf; letöltés: 2022.12.16.

boncolgatása sem, mint például az „alulról” vagy „felülről” fejlesztés.² Módszertani szempontból az analitikus módszerrel feltárt adatok alapján van, ahol diszkurzív következtetést vontam le, máshol – a mélyebb okok feltárásához – deduktív visszavezetés segítségével jutottam el. Több helyen pedig szintetizálok a különböző területek meglátásait. Fogalmi szinten MI alatt a ma rendelkezésre álló legfejlettebb MI-megoldásokat és azok reális továbbfejlesztéseit értem, bár néhol érintem az erős MI lehetőségeit is. Megjegyzendő továbbá, hogy bizonyos pontokon csak együtt értelmezhetők az MI és az MI-hez kapcsolódó technológiák (MIKT)³ rendszerei. Ezek közösen állnak a várható társadalmi és etikai változások hátterében, lehetővé téve az MI tanításához szükséges méretű adatbázisokat és az adatok használható sebességű feldolgozását.

AZ MI-ALAPÚ HIDEGHÁBORÚ: A HIBRID MŰVELETEK SPECIÁLIS ELEMÉ

Miért is nevezhető a napjainkra kialakult helyzet egy második hidegháborúnak, és mi a szerepe ebben az MI-nek? Röviden azért, mert az MI nem csupán alapvetően újszerű katonai műveleteket tesz lehetővé az autonóm fegyverrendszerek által vagy a kibertéri műveletekben, hanem információs vagy gazdasági műveletekben alkalmazva alkalmas a politikai folyamatok hosszú távú és tervezett befolyásolására. Az államok közötti erőérvényesítés ilyen nem fegyveres formáit hagyományosan nem tekintették még agresszióknak sem, ám ez a helyzet megváltozott.

A hibrid hidegháború

Elindult egy folyamat, amelyen látható, hogy a klasszikus hadműveletek céljait⁴ már jócskán kitágította. Nem csupán a hadszínterek számának növekedéséről van szó, bár igen lényeges változás, hogy az űr és a kibertér által megszűnik a hátország fogalma. Ezek az új hadszínterek háborús használatuk során alkalmasak fizikai rombolás és emberi halál okozására. Még a megfoghatatlan „kiber”-térben zajló műveletekkel is elérhető ilyen eredmény a biztonsági rendszerek kiiktatásával, ami képes például ipari, közlekedési katasztrófát okozni, egészségügyi működést akadályozni, vagy saját fegyvereit a megtámadott állam ellen fordíthatja.⁵ Ezek az új hadszínterek azonban még nem implicálnák azt, hogy a hadművelet meghatározását fizikai agresszióban fogalmain túl keressük.

² Felülről tanítva szabályokat mondunk a gépnek, alulról a gép fedezi fel a szabályokat. E tekintetben egy átfogó EU-jelentés:

The Ethics of Artificial Intelligence: Issues and Initiatives. European Parliament, 2020.03.11.
[https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU\(2020\)634452](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU(2020)634452); letöltés: 2022.12.10.

³ Az MIKT-be az MI-t is beleértem, amelyhez szorosan kapcsolódik például az IoT (Internet of Things), a BigData, valamint a gyorsabb hálózatok és a korábbiaknál nagyságrendekkel nagyobb teljesítményű számítógépek.

⁴ Hagyományosan még térben körülhatárolható és tüzeróval kezelhető célokban gondolkodtak. KRAJNC Zoltán (szerk.): Hadtudományi lexikon. Új kötet. Dialóg Campus, Budapest, 2019.
<https://rendezet.uni-nke.hu/publikaciok/hadtudomanyi-lexikon>; letöltés: 2022.12.04.

⁵ További kibertéri lehetőségek: KOVÁCS László: Offenzív kiberműveletek 1.: Az offenzív kiberműveletek természete. Hadmérnök, 16. évfolyam 2. szám, 2021. pp. 187–204.
http://real.mtak.hu/128724/1/13_Kovacs_187-204_HM2021_2.pdf; letöltés: 2022.12.10.

A változás sokkal lényegesebb összetevője a magasabb szintű nézőpont, amelyben a katonain túl az erőérvényesítés egyéb formáit elemzik. Az ilyen igény mögött pedig részben az áll, hogy mai vezetés felé sokkal erősebb a visszacsatolás, sok az alulról jövő elvárás. Ma „a nép” nem attól tekinti erősnek királyát, ha az harcban legyőzi a másik uralkodót, ezért érdeke minden államnak olyan módszereket keresni, amelyekkel céljait emberélet elvétele vagy látványos pusztítás nélkül láthatatlanul érheti el. Az emberek között is kezd háttérbe szorulni az erőszak legitimitása, például a becsület megvédése fizikai agresszióval, sőt a nem fizikai agresszió is a szabályzás részévé válik. Ezzel együtt nemzetközi elvárásként is megjelenik az agressziómentesség, és az államok között a nem fizikai, vagyis „puha hadviselés” formái kerültek előtérbe.

A puha módszerek szerepének növekedése miatt a hadviselés fogalmának kitérítése tehát elkerülhetetlen volt. Ki is alakult mára egy konszenzus,⁶ miszerint a hibrid hadviselés fogalmába sorolnak olyan célokat is, amelyet a támadó fegyveres konfliktus nélkül (vagy azon kívül) akar elérni. A nyomásgyakorlás és ennek ellenmódszere egyaránt lehet láthatatlan. Nem csupán a közismert kibertámadás és kibervédelem rejtett módjára kell gondolni, hanem a kognitív befolyásolás⁷ kifinomult módszereire az információs műveletekben, vagy a gazdasági nyomásgyakorlás, illetve a diplomáciai kényszerítés eszköztárára is.⁸ (1. ábra)

Ezekhez a műveletekhez az MI olyan jelentős segítséget képes nyújtani, amely talán a rettegett harctéri használati módjain is túlmutat, hiszen amint az már 1995-ben előrelátható volt, a mesterséges (virtuális, kiber-) térben a mesterséges elme sokkal otthonosabban mozog, mint az ember.⁹ Mindez azonban még csupán egy elméleti keret. Mert hiába szélesedett a hadviselés fogalma, ez nem önmagában garantálja egy-egy konkrét szituáció pontosabb megítélését, hiszen láthatatlanságuk miatt ezek a módszerek csak konkrét szituációkban ragadhatók meg. Például épp ezek a modern információformáló eszközök biztosítanak lehetőséget arra, hogy akár a megtámadottat állítsák be agresszorként. Vagy egy másik gazdasági példa: a ráhatások egyik formájában az ellenfelet az ellátási lánc nem feltűnő szintjein, apró alkatrészekben keresztül teszi sebezhetővé¹⁰ vagy bojkottálja.

⁶ RÉVÉSZ Béla: Háború a szürke zónában. Honvédelem, 2021.12.06.

<https://honvedelem.hu/hirek/haboru-a-szurke-zonaban.html>; letöltés: 2022.12.28.

⁷ HAIG Zsolt: Kibertéri kognitív befolyásolás az információs műveletekben. Hadtudományi Szemle, 15. évfolyam 2. szám, 2022. október. pp. 115–130.

<http://real.mtak.hu/152839/1/document.pdf>; letöltés: 2022.12.16.

⁸ SOMODI Zoltán – KISS Álmos Péter: A hibrid hadviselés fogalmának értelmezése a nemzetközi szakirodalomban. Honvédségi Szemle, 147. évfolyam 6. szám, 2019. január. pp. 22–28.

<https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/honvszemle/article/view/207/199>; letöltés: 2022.12.30.

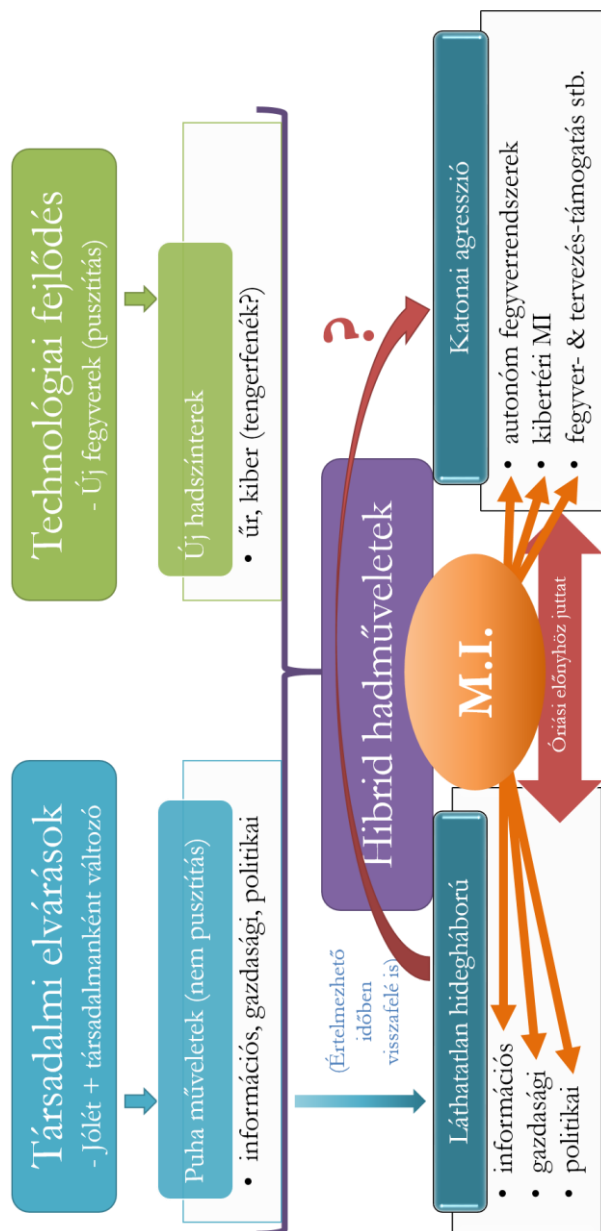
⁹ MORAVEC, Hans: Bodies, Robots, Minds. Robotics Institute, February 1995.

<https://frc.ri.cmu.edu/~hpm/project.archive/general.articles/1995/Kunstforum.html>; letöltés: 2022.12.30.

¹⁰ Például amikor kiderül, hogy az F–35-ös repülőgépekhez egy kínai tulajdonú cég gyárt kulcsfontosságú áramköröket.

TAKSÁS Balázs: Újjászülető hadiipar. Haditechnika, LV. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 57–61.

http://real.mtak.hu/121799/1/HT_2021-1_cikk_11.pdf; letöltés: 2022.12.30.



1. ábra. A „láthatatlan” hidegháború az MI vonatkozásában
Szerkesztette: Fehér András Tibor

Épp a zajló orosz–ukrán háborúval összefüggésben vészjósló, hogy az orosz felső vezetés az információs műveletek továbbfejlesztését, és a MI-vel összefüggő használati módjait a hadtudomány legfontosabb feladatának tartja. Sőt az információs hadviselést orosz nyilatkozatok alapján képessé kell tenni a pusztításra is – bár ezt annak fényében kell értelmezni, hogy az orosz gondolkodásban a kiberhadviselés az információs műveletek része.¹¹ Az Internet Research Agency emberi alkalmazottai még „csupán” az ellenfél belpolitikájába próbáltak beleszólni,¹² ám egy gépi elme sokkal átfogóbb károkozásra lehet képes.

A második világháború utáni korszakot máig főleg az elrettentő erő „hideg” növelésével, vagyis atomfegyverek óriási számával jellemzik. Pedig ha a hibrid hadviselés fogalmát a múltra is kiterjesztjük, láthatóvá válik, hogyan volt jelen ez a hatalomérvényesítő tényező korábban is, sőt akár az ókortól, de ezt itt nem vizsgálom.

A mai hidegháború jellemzői, eltérések a korábitól

A mostani helyzet és a 20. századi atomfenyegetés eltéréseinek az 1. táblázatba foglalt tömör összegzése a következők alapján válik érthetővé. Kezdjük azzal, hogy a kommunista blokk és a Szovjetunió szétesésével kiesett a szovjet–amerikai bipolaritás egyik centruma. Bár Oroszország álma az, hogy visszaszerzi régi dominanciáját, de eközben egyre általánosabb vélemény, hogy az Amerikai Egyesült Államok ellenpólusa leginkább Kína lehet¹³ – a jövőben azonban célszerűbbnek tűnik inkább sok pólusban gondolkodni. Atomfegyvere sem csupán a két nagyhatalomnak volt, de a szövetségesek kevésbé rivalizáltak egymással. Ma viszont, amikor már nem csupán a hagyományos katonai potenciál bír jelentőséggel, egy szövetségen belül is lehetnek láthatatlan műveletek, hogy egyes vitás kérdések az erőkifejtő igényei szerint alakuljanak. A jövőben egyre nagyobb súlyt kapnak például India, Brazília és az arab országok, de Dél-Amerika és Afrika is felértékelődik.

Ugyanis amellet, hogy mind a nyersanyagok, mind a piac szempontjából jelentősek, a multinacionális ellátási lánc is egyre kevésbé képes ezek nélkül az optimális működésre. Mindenki próbál szövetségesi vagy függőségi kapcsolatokat kialakítani másokkal – ebben a gyenge államoktól is függhetnek erősebbek, például a nyersanyagaik miatt. Sőt! A függőségi textúra emberileg átláthatatlan és aszimmetrikus, vagyis egy kis állam kis döntése is könnyen válhat nemzetközi jelentőségű tényezővé. Annyi mindenesetre sejtethető, hogy több kisebb-nagyobb hatalmi pólus párhuzamosan fejleszt MI-t a többiek fejlesztéseitől való félelmében. S bár a direkt vérontást előidéző fejlesztésektől, vagyis a LAWS-fegyverektől¹⁴ számos cég és kisebb állam is hivatalosan

¹¹ BIHALY Barbara: A mesterséges intelligencia felhasználása az információs és kibertérműveletekben – az orosz minta. *Hadmérnök*, 17. évfolyam 3. szám, 2022. november. pp. 97–107. http://real.mtak.hu/154327/1/07_bihaly_97-107_HM2022_3.pdf; letöltés: 2022.12.16.

¹² DAWSON, Andrew – INNES, Martin: How Russia’s Internet Research Agency Built Its Disinformation Campaign. *Political Quarterly*, Volume 90, Issue 2, May 2019. pp. 245–456. https://www.researchgate.net/publication/332880738_How_Russia%27s_Internet_Research_Agency_Built_its_Disinformation_Campaign; letöltés: 2022.12.04.

¹³ STIGLITZ, Joseph E.: How the US Could Lose the New Cold War. *Project Syndicate*, 2022.06.17. <https://www.project-syndicate.org/commentary/us-squandering-soft-power-appeal-in-cold-war-with-china-by-joseph-e-stiglitz-2022-06>; letöltés: 2022.12.16.

¹⁴ Lethal Autonomous Weapon System.

elzárkózik,¹⁵ ilyen elzárkózást nem látunk a hibrid harcmodokban és a hadászati tervezést, művelet-végrehajtást sokféleképpen támogató¹⁶ MI-vel kapcsolatban.

Fontos különbség, hogy a civil cégek a világháború után még nem rendelkeztek olyan hatalmi potenciállal, mint ma. Gazdasági erő szempontjából már jó ideje meghaladják egy-egy ország erejét. Ilyen cég is hajhat végre olyan spekulatív gazdasági-információs manővert, amely országokat tehet tönkre – miközben erre az állami vagy a nemzetközi szabályozás még kiforratlan. Újszerű azonban, hogy az információs térben egy cég súlya és jelentősége messze meghaladhatja a gazdasági erejét. Ezáltal jól használható lehet fedőcégnak aszimmetrikus információs műveletben, akár terroristajellegű vagy alvilági célokra is. Még nem látható annak pontos következménye sem, hogy a jelentős informatikai innovációk leginkább a nehezen szabályozható nemzetközi cégekhez köthetők.

A helyzet abban is más, hogy a folyamat nem csupán tömegpusztításban bontakozhat ki, sőt sokkal valószínűbb, hogy az erővényesítés egyéb, akár teljesen új módjait adja azok kezébe, akik fejlettebb MI-verziókkal rendelkeznek. Az MI ismert előnye a célra irányíthatóság, ami a tömegpusztító fegyver mennyiségi szemléletével szemben technikai alapot ad az ellenség kulcsfontosságú rendszereinek kiiktatásához, akár személyre szabott dróntámadáson vagy célra irányított kiberműveleten keresztül.¹⁷ De a hátrányokozás mellett óriási előnyhöz juthat például egy olyan gazdálkodó is, amely az MI meghatározott elemző- és szimulációs képességeire építi a célratoró döntés-előkészítést és a stratégiaalkotást.

Ez az újszerű hidegháború az ellenőrizhetőség terén is eltér a korábitól. Még ha sikerülne is valamilyen nemzetközi konszenzust kialakítani, sokkal nehezebb, szinte képtelenség lesz azt úgy ellenőrizni, mint egy atomleszerelése egyezményt. Egy MI-kutatólaborot álcázni nagyon könnyű, ráadásul egy MI-ben elrejtett veszélyes tudást pusztán teszteléssel megtalálni nagyon nehéz. Bár biztató irány erre az úgynevezett generatív intelligencia alkalmazása, amelynek említése az információs műveletekre való használhatósága miatt is fontos. Hiszen alkotóképessége már ma is komoly gondokat okozhat az álhírek gyártásától a hamisított képeken át ezek felismeréséig. Már működik technológia a kockázatelemzésben való felhasználása,¹⁸ így újszerű hadászati támadó manőverek kidolgozására is alkalmazható, vagy az ismert hadi stratégiák elleni újszerű, hatékonyabb védekezési stratégiákat is kreálhat.¹⁹

¹⁵ CSIRMAZ Evelin: LAWS – a gyilkos robotok és a nemzetközi jog. *Arsboni*, 2018.11.08. <https://arsboni.hu/laws-a-gyilkos-robotok-es-a-nemzetkozi-jog/>; letöltés: 2022.12.16.

¹⁶ PORKOLÁB Imre – NÉGYESI Imre: A mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségeinek kutatása a haderőben. *Honvédségi Szemle*, 147. évfolyam 5. szám, 2019. pp. 3–19. <https://honvedelem.hu/images/media/5f2bd1646eeb8298912683.pdf>; letöltés: 2022.12.30.

¹⁷ FEHÉR András Tibor – NÉGYESI Imre: Mesterségesintelligencia-alapú kibertértámadási modellek. *Műszaki Katonai Közöny*, 31. évfolyam 3. szám, 2021. pp. 73–87. <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/17463>; letöltés: 2022.12.16.

¹⁸ RIJMENAM, Mark van: What Is Generative AI, and How Will It Disrupt Society? *The Digital Speaker*, 2022.11.11. <https://www.thedigitalspeaker.com/what-is-generative-ai-how-disrupt-society/>; letöltés: 2022.12.02.

¹⁹ Bár a katonai alkalmazása még nem publikus, de kikövetkeztethető. ATA, Nabil Abu el: What Is Generative Intelligence? *URM Group*, 2018.01.09. <https://urmgrp.com/what-is-generative-intelligence/>; letöltés: 2022.12.28.

A legjelentősebb különbség, hogy az MI-vel támogatott rendszernek bizonyos fajta autonómiája, vagyis egyfajta „saját akarata” is lehet. Így az állami, vállalati, terrorista (stb.) akaratokon túl megjelenhet egy újszerű kiszámíthatatlanság. Ez akkor is jelentős veszélyforrás, ha komoly döntéseket senki nem bíz a gépekre. Ha ugyanis egy felfokozott helyzetben gépi döntéstámogatás harcol másik döntéstámogató MI-vel, az emberileg követhetetlen sebesség könnyen vezethet hibás döntések sorához. Itt ismét nem csupán a katonai rendszerek problémásak, hanem a gazdaságtámogató rendszerek, a közvéleményelemző és az információstratégiát menedzselő rendszerek is. Ez az „akarati” eltérés túlmutat a fizikalitáson, ezzel láthatóvá teszi annak jelentőségét, hogy a védelmi szempontoz a témát filozófiai oldalról is vizsgálni kell.

Atomháborús korszak	Jelenlegi hidegháború
két nagy pólus körül szerveződik	sokpólusú
tömegpusztító elrettentés	kiemelkedő a célra tartás (MI)
titkos műveletek	láthatatlan, „puha” műveletek (pl. információs, kibertéri, gazdasági)
nehezen titkolható fegyverek	könnyű elrejtés, lehetetlen felderítés
állami, illetve államszövetségi akarat dominál	az állami mellett a vállalati és az alvilági akarat jelentősége növekszik
emberi akarat dönt	a gépi autonómia saját döntései kiterjedőben

1. táblázat. A 20. és a 21. századi hidegháborúk főbb különbségeinek összefoglalása
Szerkesztette: Fehér András Tibor

AZ ETIKA DIGITALIZÁLHATÓSÁGÁNAK NÉHÁNY PROBLÉMÁJA

Rátérve az MI-vel kapcsolatos etikai problémákra, ezek egyik legalapvetőbb felosztása azon alapul, hogy az emberi vagy a technikai szempont felől közelítjük a kérdést. (1) Ha az ember oldaláról vizsgáljuk, akkor az a régi tudományetikai kérdés merül fel, hogy *élünk-e a kezünkbe kerülő lehetőséggel, vagy visszaélünk vele?* (2) Ha a gép oldaláról közelítünk, akkor a kérdés újszerűbb: *mennyiben taníthatók meg egy gépnek az etikai problémák?* Ugyanez másképpen: *ha egy-egy gyakorlati eset megoldásában a gép utánozza az emberi döntéseket, az mennyiben marad „emberi” (emberséges)?* Az alábbi fejezet a (2) eset rövid áttekintése, az (1) kérdésre a tanulmány más részeiben keresem a választ.

A funkcionális kritika és az antropológiai keret tágítása

A korai filozófiai megközelítések középpontjában az a kérdés állt, hogy lehet-e emberi tudata a gépnek, illetve mennyiben nevezhető tudatosnak az a mechanizmus, amely jól, akár tökéletesen utánozza az ember gondolkodását, következtetéseit. Már ekkor tetten érhető, hogy mennyire alapvető hatással van a kutató világszemlélete az

etikai konklúzióra. Például az eredeti „agyprotézis-kísérlet”²⁰ szerint az agy neurális kapcsolatait elektronikusra cserélve semmi nem fog változni, míg ennek kritikája szerint a létrejövő új lény – bár érzékekkel rendelkezik és gondolkodik – a világon „kívül” fogja magát érzékelni.²¹ A kísérlet első értelmezése a máig népszerű funkcionista megközelítés, amelyben az emberséget a biológiai struktúra csupán hardverként hordozza. A hardvert pedig lecserélhetjük, akár más elven működő, de azonos funkciójú alkatrésze – ahogyan ssd-re cseréljük a winchestert, és ettől még minden szoftver fut egy számítógépen. Eszerint tehát elméletileg nincs akadálya egy erkölcsi érzékkel bíró elektronikának.

Kritikaként azonban meg kell jegyezzem, hogy a funkcionista szemlélet inkább utópia, mint tudományos tétel. Feltételezi ugyanis, hogy minden fontosat tudunk az ember biológiai működéséről és az erkölcsi érzékről. Ezzel szemben tudományosan nem zárhatók ki olyan funkciók, amelyek kizárólag biológiai struktúrákon működnek, csak eddigi műszereinkkel nem mérhetők. Igazából a lélek dualista szemléletű (testtől külön is fennálló) létezése sem zárható ki kísérleti alapon, hiszen nem mérhető a fizikalitás mennyiségeiben – így például a lélek szerepe például az erkölcsben sem nem bizonyítható, sem nem cáfolható.

A funkcionista utópiát vallva hasonló kihívásba ütközhetünk, mint az MI-kutatás korai optimizmusa. A hőskorszak mérnöki gondolkodású kutatói ugyanis úgy vélték, hogy az *okosságot* igazán nehéz gépbe implementálni – a mozgást, a szenzomotoros képességeket jóval könnyebb, hiszen az utóbbit fejletlen állatok, például rovarok is megvalósítják. Szerintük az ember biológiai késztetési (éhség, szexualitás) vagy érzelmi csupán rontják az intellektuális teljesítményét.²² Majd 30 évnyi kutatás után kristályosodott ki a tény – amelyet Moravec-paradoxonként²³ ismer a szakirodalom –, hogy sok dolog, amelyeket az ember olyan egyszerűnek tart, nagyobb kihívás elé állítja a mérnököket, mint a diplomás embereket is megizzasztó „nehéz” feladatok. Könnyebb a bonyolult logikai feladványok megoldását vagy a sakkozás képességét gépiesíteni, mint azt, amit egy egyéves gyerek vagy egy állat is képes megtenni, például odamenni a sütisdobozhoz. Kiderült azonban, hogy nem csupán az okosság (intelligencia) teszi emberré az embert, és az érzelmek felismerése és gépi megjelenítése, amelynek emulációját régen elvetették, mára a fejlesztések egyik leginnovatívabb területévé vált.²⁴

²⁰ MORAVEC, Hans: When will computer hardware match the human brain? *Journal of Evolution and Technology*, Volume 1, 1998.
<https://jetpress.org/volume1/moravec.htm>; letöltés: 2022.12.28.

²¹ RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter – CANNY, John F.: *Mesterséges intelligencia – modern megközelítésben*. Panem, Budapest, 2005.

²² CSEPELI György: *Ember 2.0 – A mesterséges intelligencia gazdasági és társadalmi hatásai*. Kossuth Kiadó, Budapest, 2020.

²³ REED, Niamh: What is Moravec’s paradox and what does it mean for modern AI? *ThinkAutomation*, 2019.09.05.

<https://www.thinkautomation.com/bots-and-ai/what-is-moravecs-paradox-and-what-does-it-mean-for-modern-ai/>; letöltés: 2022.12.30.

²⁴ FEHÉR András Tibor – NÉGYESI Imre: A gépi érzelmek a fegyveres erőknél és az autonóm rendszerekben. *Hadtudományi Szemle*, 14. évfolyam 3. szám, 2021. pp. 163–176.

http://real.mtak.hu/134632/1/12_Feher-Negyves_163-176_HSZ_2021_3.pdf; letöltés: 2022.12.28.

A tévedés mögött egy helytelen antropológiai megközelítés állt, és a fenti eset rámutat arra, hogy a technikai kihívások megoldását hogyan hátráltatja a hibás filozófiai szemlélet. Példának hozható erre a híres „kínai szoba” gondolat kísérlet²⁵ is, amely a tudatosság korábbi értelmezései hiányosságait tárja fel, sőt szempontjaink mentén túl is mutat azon.

Az elgondolás a gépet olyan emberhez hasonlította, aki ugyan nem tud kínaiul, de a kapott jelekkel jól végrehajtja az elvárt feladatokat, bár azokból valójában semmit sem ért.²⁶ Eredeti célja mellett a hasonlat érthetőbbé teszi azt a tényt is, hogy igazából nincs szükség az emberi tudat mélységeire számos tevékenységhez, amelyet eddig emberinek tartottunk, mert nem tudtuk rábízni például állatokra vagy korábbi gépekre. Vagyis az ember bizonyos képességei ugyan gépiesíthetőek, de a gépiesítés által felvetődő emberi-társadalmi kérdések mára túlnőttek a műszakilag képzett emberek kompetenciáin,²⁷ akiknek jobban együtt kell működniük a humán tudományok kutatóival. Meg kell várniuk a megfelelőbb, használhatóbb, etikusabb megközelítések kicsiszolódását – különben vakvágányra futhatnak, és eladhatatlan vagy betiltásra ítélt termékekbe ölik energiáikat. Ha emberileg nehéz is, gyakran ki kellett lépniük abból az antropológiai megközelítésből, amelyben az emberi tudatot értelmezik. De ezt fordítva is be kell tartani, és a humán tudósoknak sem sci-fi-be illő disztópiák ellen kellene küzdeniük, amikor még azt sem tudjuk, hogy egyáltalán mely emberi tulajdonságok digitalizálása lehetséges.

Az etika digitalizálhatóságának technikai oldala

Vajon mik a határai a világ algoritmizálásának? Átugorva olyan túl elvont fogalmak „matematizálását”, mint a hit vagy az intuíció, itt azt vizsgálom, hogy vajon leképezhető-e az elektronikus gépi működés utánpótlására konkrétan egyik sajátosságunk: az „etikai érzék”.

Fogalmak leképezése, matematikaivá alakítása

Már az ókortól a tudományok és az adatfeldolgozás alapja, hogy az érzékelt világunkat hogyan képezzük le a matematika és a tárolható jelek világába. Ez vált a számítástechnika alapkérdésévé is, annyi módosítással, hogy gép által értelmezhető módokat kellett találni. Már a fizikatudomány fejlődése kialakította azt a megközelítést, hogy csak egy-egy adott részproblémát alakítunk át matematikaivá, tehát a világban fellépő tényezők túlnyomó részét meghatározott mértékben elhanyagoljuk.

²⁵ KOMENCZI Bertalan: John Searle elmefilozófiai gondolat kísérlete. Komenczi Bertalan blogdala, 2013.10.24.

<http://komenczi.ektf.hu/john-searle-elmefilozofiai-gondolatkiserlete/>; letöltés: 2022.12.16.

²⁶ Az eredeti John Searle cikk helyett érdekesebb a teljes vita anyaga: HAUSER, Larry: Searle's Chinese Box: Debunking the Chinese Room Argument. *Minds and Machines*, Volume 7, Issue 2, 1997. pp. 199–226. <https://doi.org/10.1023/A:1008255830248>; letöltés: 2022.12.10.

²⁷ RADÓ Nóra: Mérő László: Ha az önvezető autóm versekről diskurálna, vinném a bontóba. Qubit, 2020.10.28. <https://qubit.hu/2020/10/28/mero-laszlo-ha-az-onvezeto-autom-versekrol-diskuralna-vinnem-a-bontoba>; letöltés: 2022.12.10.

A bürokrácia pedig kialakította az adattárolási módszerek alapjait, amelyek jelekben tárolható formába alakították a valóság azon részét, amelyre valahol később szükség volt. A számításoknál a fizika, az adatok kezelésénél a bürokrácia módszereit fejlesztette tovább az informatika.

Mivel a számítások adatokra épülnek, először ezeket vizsgálom. A fizikalitásban mérhető, vagyis mennyiségi dolgok (darabszám, súly, magasság stb.) átalakítása egyszerű, objektív, és az ezeken végezhető számítások is kézenfekvőek. A minőség adatként való tárolásakor azonban nem tehetünk mást, minthogy egy adott skálán valamilyen pontértéket adunk az objektumoknak, ezáltal összehasonlíthatóvá tesszük őket (pl. szépségversenyen). Ekkor azonban a pontozó szubjektivitása óhatatlanul megjelenik, és az összehasonlítás pontatlanná válik. Ennek elkerülésére a legjobb módszer, hogy a vizsgált minőséget szétbontjuk, és minél több részében mennyiségi paraméterekre vezetjük vissza (pl. csípő-, derék-, mellbőség). Az MI segítségével ez a mennyiségi megközelítés olyan pontosságot képes öltetni, ami annak illúzióját adhatja, hogy képesek voltunk mennyiségileg megragadni a minőséget. A szépségverseny példájánál maradva az MI sok győztes arca alapján képes azokat a mintákat megtalálni, amelyek szerint mi emberek statisztikailag úgy véljük, hogy egy arc szép.

Az ilyen fajta tudással, a taníthatósággal és az óriási mennyiségű adat figyelembevételével már felmerülhet, ami korábban nem: hogy döntőbíró nélkül megmondja valakiről, hogy szépsége megfelelő-e egy reklám céljára – vagyis gépésíteni lehet mondjuk a castingot.²⁸ Bár a gép továbbra sem tudja, mi a szép, de tudja, mi tetszik az emberek nagy részének – és az iparnak erre van szüksége. Ennek hátulütője lehet a sablonossá válás: az ilyen eredmény idővel unalmassá válik, erre utal például a termékdesignok szépségének folytonos változtatáskényszere is. Vagyis a gép segítségével egy sablonos reklámfilm ugyan olcsóbb lesz, viszont mégsem érdemes rábízni egy szépségversenyt, hiszen a szépségiparnak új fajta szépségekre is szüksége van. Hozzáteszem, hogy a szépségideál hely szerint eltérő a világon, így a különböző területeken fejlesztett ilyen MI területenként már ebben eltérő megállapításra juthat (később bemutatom, hogy fontosabb szempontokból is).

A külsőben megragadható elvont fogalmak mennyiségivé alakítása mellett jóval nehezebb belső emberi tulajdonságokat számszerűsíteni. Az okosságra például az IQ-értéket tesztelik, ez azonban nem egzakt. Eltérő módszerek által vagy különböző időpontokban eltérő értéket ad, továbbá csupán bizonyos fajta okosság mérésére képes, és a feladatok egyéni (akár zseniális) értelmezését kizárja. Mindennek ellenére általános célokra alkalmazhatóak. Az orvostudomány és a pszichológia fejlődése pedig egyre több belső tulajdonságról szolgáltat egyre mérhetőbb adatokat. Ezeknél azonban nem a pontos valóság, hanem a használhatóság az elsődleges szempont (pl. a munkakör). Egy mindenre használható digitalizált személyiségkép jelenleg úgy tűnik, elvileg sem lehetséges. Nem csupán komplexitása és költségessége miatt, hanem mert az ember változik. A felmérés időigényes és visszahat – így a teszt végére már eltérnének egyes paraméterek a teszt elejéhez képest.

²⁸ SKWIOT, Suzee: How AI & AR Technologies Are Changing the Beauty Industry. Perfect, 2020.12.29. <https://www.perfectcorp.com/business/blog/general/how-ai-and-ar-innovation-are-changing-the-beauty-tech-industry>; letöltés: 2022.12.02.

Még nehezebb a helyzet olyan tényezők leképezésekor, amelyeknél a rangsorolás az emberek között is eltérhet, a személyektől is függhet. Például a nyugatias ember számára semmiféle értékkel nem bír egy indiai aszkéta csendessége, pedig ott köztisztviselőként áll. Az etika kérdésköre leképezési szempontból ebbe a körbe tartozik. A viselkedési normák részben objektivizálhatók és bizonyos mértékben leképezhetők, mint azzal a kutatások is foglalkoznak.²⁹ Az emberi jog is ezt a leképezést végzi – de láthatóan a legjobb megfogalmazásokban is keletkeznek „kiskapuk”: a jogászai szavak szintjén sem időtálló a leképezés. S mivel fogalmi gondolkodásunkat próbáljuk az MI-be leképezni, a próbálkozás így még kérdésesebb.

Ráadásul etikai kérdésekben elvi alapon sem lehet támpont a mérhető világban bevált mennyiségi szemlélet. Hiába érezzük el, hogy rengeteg ember véleményét értelmezze és figyelembe vegye például egy döntéstámogató MI, hiszen tömegek ítélete téves is lehet – esetleg épp a fentebb említett információs műveletek eredményeként. Hasztalan, hogy már nem pusztán számok összevetéséből kapná az eredményt, mint a klasszikus számítógépek, hanem számtalan neuron súlyozását figyelembe véve – ám a gép továbbra sem tudja, hogy mi a jó és mi a rossz. A jól objektivizálható kérdésekről (közlekedési szabályok betartásáról vagy ügykezelési hibákról) képes lehet egy etikai ügynök³⁰ megmondani, hogy az jó-e vagy rossz. Egy MI-bíró sematikus estekre megtalálhatja a jogszerű ítéleteket,³¹ ám ahol az emberek úgy vitáznak, hogy abban a személyes meggyőződésük is szerepet játszik, ott a mérlegelés meghaladja a gépek kompetenciáját.

Raszteresség és vektorizálás a gépi döntéshozatalban

A közelítéses számításon alapuló eredmények gyakorlati szempontból általában megfelelőek. Sok integrálszámítást könnyebb közelíteni, mint a géppel képletszinten megoldatni (bár sokszor arra is van mód). Ezzel a módszerrel azonban a kérdéseket nem megoldjuk, hanem kikerüljük. Az adatok felbontásának pontossága alapvetően határozza meg a gépek használhatóságát. A leképezések ezen problémakörére a grafikai megoldásokból hozok példát. A közismertebb leképezés (a digitális fényképezés) képpontokat tárol valamilyen minőségben. Az ilyen képek a nagyítás egy bizonyos fokánál raszteressé, továbbnagyítva pedig használhatatlanná válnak. A másik módszer a végtelenségig nagyítható, mivel az ábrázolandó objektumok körvonalát képlettel írja le. Ezzel rajzok, logók jól ábrázolhatók, és egyszerű paraméterezéssel bármekkora méretezhető. A valóságból vett összetett

²⁹ Reza Ghanadan kutatása. NÉGYESI Imre: A mesterséges intelligencia és az etika. p. 108.

Az itt említett próbálkozás a normákat nem elvek, inkább az etikett szintjét értette:

New algorithm to teach robots human etiquettes. The Statesman, 2017.06.16.

<https://www.thestatesman.com/technology/science/new-algorithm-to-teach-robots-human-etiquettes-1497601224.html>; letöltés: 2022.12.02.

³⁰ MOOR, James H: The Nature, Importance, and Difficulty of Machine Ethics. IEEE Intelligent Systems, Volume 21, Issue 4, July-Aug 2006. pp. 18–21.

<https://doi.org/10.1109/MIS.2006.80>; letöltés: 2022.12.10.

³¹ NAGY Adrienn: A mesterséges intelligencia és a digitalizáció jelentősége és lehetséges hasznosítási területei az igazságszolgáltatásban. Infokommunikáció és Jog, XVII. évfolyam 75. szám, E-különszám, 2021. március.

<https://infojog.hu/dr-nagy-adrienn-a-mestersleges-intelligencia-es-a-digitalizacio-jelentosege-es-lehetseges-hasznositasi-teruletei-az-igazsagszolgáltatásban-2020-2-75-e-kulonszam/>; letöltés: 2022.12.30.

kép esetében azonban ez utóbbi módszer is függ a rajzoló szubjektív ábrázolásától, és a részletekre történő figyeléséből, vagy függ a felbontástól egy raszteres kép vektorizálása esetén.

Egy morális döntés leképezése is épp ilyen: vagy bizonyos fokú felbontással, vagy pedig „logószzerűvé” szimplifikált módon képezhető le. A leképezés lehet elviselhetetlenül raszteres, mivel pontozáson alapul, és a skálát túlfinomítva emberileg válik pontozhatatlanná, és lehet „vektorizált”, amikor matematikailag leírható, sematikus megoldásokat kezel. A raszteres etikai kép vektorizálása épp úgy problémás, mint a fényképek esetében. Ezért számomra kérdéses, hogy az MI egykor majd úgy jelenjen meg, mint egy új létréteg.³² Mert bár rendelkezhet az MI az emberénél nagyságrendekkel nagyobb tudással, de amíg digitálisan közelíti meg az analóg világot, addig csupán az embertől kapott leképezési módot tudja fokozni. Az ember érzékelése ugyan korlátoltabb, rosszabb felbontású és kisebb határok között mozog, mint az általa létrehozott szenzoroké és jelforrásoké, viszont még egy sérült vagy hiányos érzékszervekkel élő ember is képes teljes életet élni – míg az MI legfeljebb vegetál (reprodukálja és táplálja magát).

A konnekcionista elmémekkel szerint az agyunk neuronjai is csupán mennyiségeket tárolnak,³³ ám én inkább azokhoz csatlakozom, akik elégedetlenek ezzel³⁴ – álláspontom indoklása a funkcionalizmus fenti kritikájának mintájára megtehető. Összegezve: azt sem látom bizonyítottnak, hogy pusztán matematikával az emberséget meg lehet ragadni a maga teljes egészében. Az MI-k hiába is hoznak létre majd újabb, önmaguknál is hatékonyabb MI-ket, akkor sem fognak tudni a leképezés verméből kitörni. A tőlünk örökölt dolgokat fokozhatják ugyan, de a szépség és a jószág számukra mindig csupán a neuronjaikban tárolt súly marad. Vagyis az ember erkölcsi érzékének meghaladása nem várható a gépektől, csak részlegesen lehetnek képesek utánozni egy fejlett erkölcsi érzékkel rendelkező felnőtt látásmódját.

Ennek ellenére társadalmunk egyre inkább arra épül, hogy megfelelő mennyiségű adattal elégséges pontossággal leírható minden minőség. Az elhanyagolásokat olyannak vélik, ahogyan a Hold tömegvonzását sem szokás figyelembe venni egy földi mérnöki munkában. Így az a közvélekedés alakul ki, hogy gépekkel az emberi (minőségi) tényezőkről is pontos fogalom alkotható. Eszerint kiváló számítástechnikai háttérrel rendelkező szakértők ma már képesek akár objektíven megmondani, hogy mi a „jó”. Így azonban a fentebb említett csapdába jutunk: a tömeg is és a szakértő is tévedhet. A tömeg az említett információk műveletek folytán, a szakértők hiányos modelljeik által – az MI pedig a tőlük kapott adatokra támaszkodik. Ráadásul régen a tanulatlanság miatt lehetett megvezetni a tömegeket, mára azonban már a tanultság sem segít a feldolgozhatatlan információmennyiség helyes megítélésében. A felsorolt szempontok alapján tehát úgy vélem, rossz vágányon mozognak azok a próbálkozások, amelyek az

³² A tézis indoklása: POKOL Béla: A mesterséges intelligencia: egy új létréteg kialakulása? *Információs Társadalom*, 17. évfolyam 4. szám, 2017. pp. 39–53. <https://infars.infonia.hu/pub/infars.XVII.2017.4.3.pdf>; letöltés: 2022.12.02.

³³ CSÉPE, Valéria – GYÖRI Miklós– RAGÓ Anett: *Általános pszichológia 1–3*. Osiris tankönyvek. Osiris, Budapest, 2008.

³⁴ Uo.

etikai kérdések matematikai alakba öntését próbálják megvalósítani annak érdekében, hogy azok programozhatóvá váljanak.³⁵ A tudományosság határai a gépiesítés korlátai.

Az MI mint véleményformáló – de lehet tudata?

A jelenlegi technológiákkal hamarosan akár a véleményformáló robotok is megjelenhetnek – hiszen a jelenlegi influencerek „okosságai” ügyesen gépiesíthetők, ha az üzemeltető általuk valamiféle marketing- vagy információs műveletet épít fel. Egy ilyen program összetevői: egy instant Coelho-generátor,³⁶ egy cikkíró generatív MI és egy *deepfake* által generált arccal rendelkező felolvasórobot. Ezek egyesítésével létrehozható, és ha azt hirdethetik róla, hogy tudatra ébredt az MI és lám filozófál,³⁷ sokan elhiszik.

Az „igazi” saját tudatú MI-vel kapcsolatban is szkeptikus véleményre jutottam, mivel nem látom igazolhatónak, hogy nem csupán a tudat egyes *megnyilvánulásait* reprodukálja-e (utánozza) az a gép. Még azt sem látom objektív ténynek, ha egy adott filozófiai álláspontra az adott MI „rájön”. Hogyan lehetne tudományosan igazolni, hogy a gép jött rá, és nem csupán egy, az ember által irányított gépies felismerésről van-e szó? A rendszer egésze túl bonyolult és rejtett: egy szuperszámítógépen telepített, éveken át fejlesztett MI tudományos lapokban nem publikálható, ami pedig megjelenik, azt nagyon nehéz kísérletileg igazolni vagy cáfolni.³⁸ Ezek alapján a tudatos gép propagandájának inkább a veszélyeit látom: az MI üzemeltetője ugyanis a gép által ideologizálhatja meg, hogy az általa tenni kívánt dolog „jó és helyes”. Így az MI bölcsessége ideológiája lehet egy etikátlan marketinglépésnek, de akár egy diktatúra emberellenességének is.

Az agyprotézis-kísérlet alkalmazása a gépi etika területén

Végül a fenti digitalizálhatóságszkepszisem igazolására egy gondolkísérletre hívom az olvasót, a híres agyprotézis kísérlet mintájára: feltételezzük, hogy sikerült egy nagyon jó és köztiszteletben álló ember etikai szemléletmódját egy digitális rendszerbe lementeni (leképezni). Tegyük ezt egy robotba, és teszteljük úgy, hogy összehasonlítsuk az ember és a belőle leképezett robot döntéseit. Az első labortapasztalatok teljes egyezést mutatnak, ezért a gépet elengedjük a világba, hadd folytasson egyfajta „életet”, hadd tanuljon belőle. Természetesen figyeljük meg és hasonlítsuk össze döntéseit az emberével, akiből létrejött – és egyre jelentősebbek lesznek az eltérések. Gépünk a kapott etikai elveket „gépiesen” követni fogja, és 100%-ban azok szerint dönt. Az ember ellenben változni fog, főleg akkor, ha tényleg

³⁵ FLORIDI, Luciano – SANDERS, J. W.: On the Morality of Artificial Agents. *Minds and Machines*, Volume 14, Issue 3, 2004. pp. 349–379.

<https://www.researchgate.net/scientific-contributions/J-W-Sanders-2062794964>; letöltés: 2022.12.04.

³⁶ Sajnos a magyar Instantcoelho oldal megszűnt, de van hasonló, például: InspiroBot. <https://inspirobot.me>; letöltés: 2022.12.02.

³⁷ MI-marketing szempontból ez nem lenne meglepő, hiszen volt rá példa a Google-nél. BOBÁK Zsófia: A Google „öntudatra ébredt” mesterséges intelligenciáját már a felhasználók tesztelik. *Rakéta*, 2022.10.23.

<https://raketa.hu/a-google-ontudatra-ebredt-mesterseges-intelligenciajat-mar-a-felhasznalok-tesztelik>; letöltés: 2022.12.04.

³⁸ Ez a helyzet most Kína újabb kvantumgépes és MI-rendszereivel, amelyek tudásáról csak általuk kiadott sajtóhírek alapján tudunk tájékozódni.

„jó ember”, hiszen szellemi-lelki fejlődésünk, szemléleti csiszolásunk egy életen át tartó folyamat.

Kísérletünk tanulásága, hogy az etikai elvek „belevarázsolása” egy MI-be nem lenne elegendő olyan reakciók gépi reprezentációjára, amit *nagyon emberséges viselkedésként* aposztrofálhatnánk. Még ha sikerülne is, a kapott racionális, logikus MI-rendszernek nem lenne erkölcsi fejlődése. A gép döntése önmaga szerint mindig helyes lenne, mivel a működési tartományában értelmezhető legjobbat választja. Nem dilemmázik, hiszen az adott pillanatban rendelkezésére álló információk és a neki adott algoritmusok alapján a legoptimálisabb döntést hozza. Ha szempont a gyors döntés, akkor prioritások alapján szűkített elemzéssel dönt, mivel az a legoptimálisabb. Így egy bonyolult terrorelhárító rendszer erkölcsileg nem különbözik egy egyszerű, mozgásérzékelőkhöz kötött automata fegyvertől, habár emberéletekről dönt. A racionális MI számára nem létezik tévedés, csak kevés információ vagy hibásan kapott elemzési algoritmus. Így létrehozóinak elveiből logikusan levezethető tanulási folyamatának egy bizonyos ponton túl még létrehozói sem fognak örülni. Egy normális ember nem mindig a régi elvei szerint dönt, akkor sem, ha „elvember”. Az ember fejlődésében szerepe van az utólagos dilemmázás stresszének, és fejlődése nem lineáris, váltakozóan, hullámzó görbe szerint megy végbe. Akár épp egy „bűnös életszakasz” vezet el a stabil erkölcsi megújuláshoz, a másokért élő jószághoz. Ezt pedig nyilván nem engedhetjük meg egy olyan MI-nek, „aki” emberek között él – így azonban nem is szimulálható megfelelően például a felelősség sem.

Fejlesszük: vajon milyen emberi tulajdonságokat kellett volna szimulálni ahhoz, hogy robotunk a kapott logikus, racionális következtetéseken túl valamelyest emberien fejlődjön? Elsősorban az érzelmeket és egyéb olyan tulajdonságokat,³⁹ melyek viszont optimalitási és hatékonysági szempontból igazából rontanak a teljesítményén. Az ilyen gép, amelybe például az elvégzendő feladat miatti aggodást építenek,⁴⁰ elkezd „visszabutulni” emberi szintre. Egy ilyen autonóm rendszernél kifejezetten nagy kihívás lenne azoknak az okoknak a szimulálása, amelyek miatt az ember eltér az elveitől.

Mivel a gondolkísérlet fő erénye az olcsósága, ezért kigondolhatunk egy harmadik verziót, ahol (az egyszerűség kedvéért) egy olyan „elvembert” próbálunk szimulálni, akinek 95%-ban sikerül szemléletéhez hűen élnie. Ám belegondolva abba, mik állhatnak ennek az 5% eltérésnek a hátterében, arra jutunk, hogy pont annyi tényezőt kell szimulálnunk, mintha egy nagyon könnyen befolyásolható, döntéseiben nem következetes, csapongó embert szeretnénk utánozni, aki 60%-ban eltér saját szemléletétől. Csupán a tényezők paraméterei térnek el, a bonyolultságuk azonos. Vagyis szükséges lenne minden feltárt okot leképezni a gép számára – tehát ha elvileg lehetséges lenne, akkor költségessége miatt nem valósulhatna meg.

³⁹ FEHÉR András Tibor – NÉGYESI Imre: A gépi érzelmek a fegyveres erőknél és az autonóm rendszerekben.

⁴⁰ WYATT, Jeremy L. – PETERS, Dean D. – HOGG, David C. (szerk.): From Animals to Robots and Back: Reflections on Hard Problems in the Study of Cognition. Cognitive Systems Monographs 22. Springer, Cham, 2014.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-06614-1>; letöltés: 2022.12.16.

A tudattalanul szubjektív alkotók készíthetnek-e objektív MI-t?

A közelmúltig megjelenő technológiák tervezésében az alkotók egyénisége legfeljebb a dizájnban jelenhetett meg. Egy robotkar, génkezelt termény vagy egy arcfelismerő rendszer létrehozásához az alkotók csak a szellemi teljesítményüket adták hozzá. Ezekről nem lehet megmondani, hogy a világ mely részén és milyen szociális háttérből jött személyiség hozta őket létre. Az MI azonban a tanulási képessége által kilépett a többi technológia köréből, képes bizonyos sajátosságokat magára öltetni. Az MI tanítása hasonlítható az emberi szocializációhoz, és köztudottan a szocializációnk legalább annyit (ha nem többet) ad hozzá képességeinkhez, mint a velünk született adottságok. A mi személyiségünkben megjelenik több egykori felnőtt személyiség lenyomata, és ugyanez várható a nagy MIKT rendszereinek esetében a jelenlegi fejlettségi szinten. Sokan kutatják az emberi szemléleti torzításaink, elfogultságaink megjelenését az ilyen rendszerekben – alább ezek rövid ismertetése után megvizsgálom az egyéni és a csoportos szubjektum lenyomatának tágabb lehetőségeit, egy példán bemutatom a kulturális háttér hatását és az objektív MI-konceptió problematikusságát.

Elfogultsági, avagy előítéletességi kutatások

Az etikai kérdések megjelenése sokrétű: az alapirányokat a felhasználói, a fejlesztői és a gépi döntés szintjein megjelenő etikai kérdések jelölik ki. Az előítéletesség kutatása és elkerülése mindhárom szinten az MI-fejlesztések egyik fontos, gyakorlati kérdésévé vált. Itt nem térek ki a két szélső szint olyan kérdéseire, hogy a felhasználó is visszaélhet a technológia adta lehetőségekkel, vagy felvetődhet egy tömeges felelősség, például amikor a felhasználók adatai alapján elfogult adatbázisok jönnek létre, és nem foglalkozom a környezetükből tanuló autonómiák előítéletes vagy etikailag kifogásolható döntéseivel sem. A tanulmány fő céljaihoz illeszkedve elegendő a fejlesztői dimenzióban kezelhető kérdéseket vázolni.

Itt jegyzem meg, hogy a szakirodalom az *előítéletesség* (*bias*) szót használja (elterjedtsége miatt ezt a kifejezést is használom), jelen vizsgálat általános rátekintéséhez azonban pontosabb az *elfogultság* kifejezés. Az előítéletesség pejoratív felhangja ugyanis félrevezető lehet, hiszen nem feltétlenül rossz szándékról vagy az alaposág hiányáról van szó. Részemről a hivatásos fejlesztőkben feltételezem a jószándékot az előítéletesség elkerülésére,⁴¹ ennek ellenére számos esetben le kellett állítani például az MI-re alapozott munkaerő-toborzást, mivel az előítéletesnek bizonyult. Elsősorban a faji és a nemi elfogultság esetei gyakoriak,⁴² de üzleti szempontból is problémás lehet, ha például egy automatikus címkézés miatt egy egyedibb kinézetű cipő nem jelenik meg egy keresőkérdésre. A probléma elkerülésére léteznek automatikus rendszerek⁴³ is, de sok szakember egyetért abban, hogy az MI egészének gondos létrehozása adhat csak esélyt a probléma csökkentésére.⁴⁴

⁴¹ Természetesen az emberi aljasság nem fogja megkímélni az MI-t, de itt a piacra kerülő termékeket vizsgálom.

⁴² LEE, Nicol Turner – RESNICK, Paul –BARTON, Genie: Algorithmic bias detection and mitigation: Best practices and policies to reduce consumer harms. Brookings, 2019.05.22.
<https://www.brookings.edu/research/algorithmic-bias-detection-and-mitigation-best-practices-and-policies-to-reduce-consumer-harms/>; letöltés: 2022.12.02.

⁴³ Például az IBM ilyen rendszeréről: DERVENKÁR István: Előítélet-detektálót csinált az IBM mesterséges intelligenciához. Bitport, 2018.09.20.
<https://bitport.hu/elotelet-detektalat-csinalt-az-ibm-mesterseges-intelligenciahoz/>; letöltés: 2022.12.28.

A fejlesztői dimenzió belül is többdimenziós a probléma az architektúra szintjei szerint. A hardver szintjén inkább a sebesség vagy a tárolókapacitás miatti torzítások lépnek fel, az algoritmikus szint pedig akkor torzít, ha rosszul egyszerűsíti a világot a vizsgált kérdéskörre. A tanítható rendszerek esetében az adatok és a modell elfogultsága, valamint a helytelen tanítási metódusok együtt jelentkeznek. Számos ajánlás fogalmazódott már meg arra, hogy a torzításokat egy adott tűréshatáron belül lehessen tartani. Lényegük, hogy fejlesztéskor nagy figyelemmel kell lenni a helyes súlyozás és a tisztességtelen mintavétel elkerülése mellett az elfogultságot kiváltó olyan okokra, mint a velünk született vagy tanult előítéletek, ez utóbbira majd alaposabban kitérek. Emellett életcikluson át működő eljárásrendekre van szükség, amely a fejlesztés minden lépésében specifikusan szűri az algoritmikus és adatelőítéletességeket.⁴⁵

Van, amikor végképp elkerülhetetlen a használt adatbázis előítéletessége, ebben az esetben annak használóit képezik ki a létrejött, elfogult MI helyes alkalmazására, erre jó példa egy gyermekjóléti prediktív elemzőeszköz koncepciója.⁴⁶ Ez rámutat arra is, hogy az adatok megfelelésének kérdése igazából nem is MI-elfogultsági probléma. Az emberi megismerést épp így teszi akaratlanul elfogulttá. Például a kutatható adatok torzítása, egyoldalúsága miatt egy kutató is áldozatává, sőt részesevé válhat egy információs megtevészítő műveletnek, amikor internetes forrásokból tájékozódik.

Kiemelendő az a kutatási irány, amely a generikus intelligenciát hívja segítségül az előítéletesség csökkentése érdekében.⁴⁷ Mert bár maga a generatív MI sem mentes még az előítéletektől,⁴⁸ mégis alkalmas lehet a kiegyensúlyozatlan adathalmazt egyenletesebbé tenni. Egy egyszerű példával: nem szükséges sokezer ember arcjátékával tanítani egy érzelemfelismerő célrendszert, ha fénykép alapján generálható, hogy minden nem/rassz/kor arcjátékát létrehozza egy tanító MI-rendszer (hasonló módon, ahogyan a *deepfake* videó működik). Végül egy másik érdekes kutatási ötlet: szándékosan „negatív” képekkel tanították az egyik kísérleti MI-t, míg azzal azonos modell pozitív képeken tanult. Ugyanaz az algoritmus így

VARSHNEY, Kush R.: Introducing AI Fairness 360. IBM, 2018.09.19.

<https://www.ibm.com/blogs/research/2018/09/ai-fairness-360/>; letöltés: 2022.12.30.

⁴⁴ Javasolt összefoglaló: SILBERG, Jake – MANYIKA, James: Tackling bias in artificial intelligence (and in humans). McKinsey Global Institute, 2019.06.06.

<https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/tackling-bias-in-artificial-intelligence-and-in-humans>; letöltés: 2022.12.30.

⁴⁵ Ezt alkalmazza például a Prevision rendszere a fejlesztés nulladik, a kezdeményező fázisától a tervezésen, a végrehajtáson, a megfigyelésen át a lezáró fázisáig.

Prevision.io – Documentation. <https://previsionio.readthedocs.io/fr/latest/index.html>; letöltés: 2022.12.18.

⁴⁶ VAITHIANATHAN, Rhema – KULICK, Emily – BENAVIDES-PRADO, Diana: Allegheny Family Screening Tool: Methodology, Version 2. Centre for Social Data Analytics, Auckland, April 2019.

<https://csda.aut.ac.nz/research/our-publications/2019/allegheny-family-screening-tool-methodology,-version-2>; letöltés: 2022.12.02.

⁴⁷ A generikus módszerekről az információs műveletek kapcsán ejtettem már szót. Az elfogultság elleni használatáról gyakorlati példákkal lásd: MARR, Bernard: How To Solve AI's Bias Problem, Create Emotional AIs, And Democratize AI With Synthetic Data. Forbes, 2021.05.28.

<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2021/05/28/how-to-solve-ais-bias-problem-create-emotional-ais-and-democratize-ai-with-synthetic-data/>; letöltés: 2022.12.20.

⁴⁸ PEYCHEV, Momchil – RUOSS, Anian – BALUNOVIĆ, Mislav – BAADER, Maximilian – VECHEV, Martin: Latent Space Smoothing for Individually Fair Representations. arXiv, 2021.11.26.

<http://arxiv.org/abs/2111.13650>; letöltés: 2022.12.30.

eltérő eredményre jutott, hiszen egy pszichológiai teszten az egyik egy pszichopata reakcióit adta, míg a másik MI egy normális emberként reagált. Ebből a kutatás vezetője arra jutott, hogy az adatok fontosabbak az algoritmusnál.⁴⁹ Következtetése azonban vitatható, hiszen ugyanazokkal az adatokkal tanítva egy rosszul beállított és egy jól működő MI-modellt hasonlóan eltérő eredményeket kapnánk.

De nem minden kutató szerint küszöbölhető ki az előítéletesség, ezekhez a kutatókhoz csatlakozom jómagam is. Van, aki négy érvvel is alátámasztja a tagadó állítását,⁵⁰ szerintem pedig a következő egyszerű gondolattal is cáfolható. Tudatunk mintáit is nevezhetnénk előítéleteknek: hiszen agyunk is úgy működik, hogy a meglévő mintákhoz hasonlítja az újakat. Ez alapján tervezzük az MI-modelleket is, amely a kapott információhalmazban a tárolt mintáikhoz hasonlóakat képes felismerni. Tehát bizonyos fajta előítéletesség mindig lesz minden emberben és gépben a megismerési mód működése miatt, tehát „tökéletes előítéletmentesség” lehetetlen és értelmezhetetlen.

Az alkotók és a csapatok szubjektív nézetei az MI-rendszerekben

Az elfogultság kezelhetőségének általános áttekintése után most ennek arra a részére fókuszálok, hogy ki lehet-e zárni az alkotók egyéni és csapatszemszélétét egy MI létrehozásából? Abból indulok ki, hogy egy személyiség és az ő szemlélete leginkább a tetteiben, pontosabban a tettek mögötti döntéseiben nyilvánul meg. Tetteink és gondolkodásunk között azonban szakadék van: egy részük mögött előre megfontolt nagyobb döntés van, de több az olyan spontán gesztus, amely az elme tudattalan részeiben gyökerezik – ezt szeretném itt kinagyítani.

Ezeket a tudattalan részeket nem az etikai elveink befolyásolják, sokkal inkább a szocializáció, amely főleg a kulturális környezetből táplálkozik (a családot a kultúra átadójának tekintem). Számítalan ponton az ember elvei megfogalmazatlanok, következtelenek, tudattalanok, azok a személyes környezeti ingerek (elvárások, érzelmi állapot) vagy a média információi szerint változnak. És ezek ott vannak minden alkotóban – hogyan lenne akkor kizárható az alkotásból? Már az algoritmus szintjén is belekerülhet, hiszen a jobb programozóknak stílusuk van, de az emberileg felügyelt tanítás során elkerülhetetlen, hogy belekerüljenek. Az ember képtelen lesz kizárni a munkájából a saját szemléletének nem tudatos részét, hiszen észre sem veszi, hogy belecsempészi. Ez igaz a csapatmunkára is, hiszen egy fejlesztő csapatnak is van egy sajátos arculata. Ad egy virtuális személyiséget a közösségnek az, hogy „egyre jár az agyuk”, ami hatékonyra teszi a közös munkát, ám épp ezért például átsiklanak egy-egy kérdés fölött, ami később hibához vezethet. Közös szemléletüket (a virtuális személyiséget) részben a vezetők vagy vezéregyéniségek határozzák meg, de óhatatlanul kihat rá a kultúrkör vagy szubkultúra is, ahol szerveződik.

⁴⁹ KOEBLER, Jason: We Asked MIT Researchers Why They Made a ‘Psychotic AI’ That Only Sees Death. VICE, 2018.06.07.

<https://www.vice.com/en/article/xwm5mk/mit-psychotic-ai-rehabilitation>; letöltés: 2022.12.28.

A kutatás oldala: Norman. World's first psychopath AI. <http://norman-ai.mit.edu/>; letöltés: 2022.12.10.

⁵⁰ DRAGE, Eleanor – MACKERETH, Kerry: Does AI Debias Recruitment? Race, Gender, and AI's “Eradication of Difference”. *Philosophy & Technology*, Volume 35, Issue 4, 2022.

<https://doi.org/10.1007/s13347-022-00543-1>; letöltés: 2022.12.10.

Jelentős lehet az eltérés egy államon belül is, például belvárosi vagy faluban lakó munkaközösség között, de még nagyobb különbségre lehet számítani köznapi kérdésekben egy kínai, egy orosz, egy amerikai team esetében.⁵¹ A fejlesztőcsapat kihatása terén azonban még két esetet említeni kell az „átlagolható” csapatszemplélet virtuális személyiségén túl. Felmerülhet, hogy a teamen belüli nézeteltérések viselkedési anomáliákat okoznak azzal, hogy a kimondatlan szemléleti eltérések miatt eltérően tanítják (párhuzamosan) a rendszert, ezzel összezavarhatják. A másik, hogy a gépet is érheti olyan „trauma” egy gondatlan tanítóoperátor részéről, amely miatt képességei sérülnek, és amelyet később javítani szükséges,⁵² de akár egy frissítésben kapott adathalmaz is okozhat ilyen gondot.

Remélem ezzel a néhány gondolattal sikerült világossá tenni, hogy jelentősen eltérő csoportok már az elvi keretek szintjén is komoly szemléleti eltéréssel tervezhetnek meg egy MI-t. A tudatos eltérés tettenérhető különbség lesz, viszont a fentiekből következik, hogy egy-egy fejlesztés között rejtett eltérések is lehetnek a fejlesztők tudattalan oldalainak lenyomataként.

A kulturális háttér hatása az MI-fejlesztésekre

Lépjünk tovább egy tágabb szociális közeg, a létrehozó kultúra irányába. Az eltérő kulturális különbségek számtalan különféle mikro- és makroszinten megjelenhetnek. Jelölhetnek területileg is jól elkülöníthető embercsoportokat, például markáns a különbség a „nyugati” és a „keleti” világszemlélet mögött, ám ezeken belül is számtalan terület különíthető el. Lehet azonban egy ország hagyományos lakosságán belül is egy szemléleti különbség, etnikailag vagy gazdaságilag eltérő területeken, vagy területileg nem megragadható módon, például világnézeti (vallási) hovatartozás szerint, vagy a konzervatív és a liberális (stb.) politikai orientációban. Mindezen eltérések MI-ben megjelenő lecsapódásainak vizsgálatához még nem áll rendelkezésre elegendő adat, hiszen kortárs technológiáról beszélünk. De talán egy régebbi technológiából vett példa is elég meggyőző lehet az ilyen irányú jövőbeli kutatások jelentőségéhez.

A világszemléletek kifejlődése tetten érhető az irodalomon keresztül is, ahol az MI etika problémái előbb megjelentek, mint ahogyan ennek a technológiának az alapjai létrejöttek volna. Ezek a megjelenések az adott regionális környezetet képezték le, és ebből lényeges eltérések jöttek létre. Például Japán lényegesen elfogadóbb a robotokkal kapcsolatban, mint a Nyugat,⁵³ pedig sok szempontból nyugatias. Ennek okaként az eltérő kulturális hagyományokat említik, egyes kutatók az animista kulturális háttérre

⁵¹ A felvetés sokféle módon pontosítható, amelyekre itt nem térek ki, például ha a team a online, sőt nemzetközileg szerveződik, akkor nem lesz csapatléggör (ekkor tagok egyedi szemléletének különbségei erősödnek fel).

⁵² Ahogyan az imént említett pszichopata MI-t is lehet fejlesztői szerint más képekkel gyógyítani.

⁵³ KOEBLER, Jason: We Asked MIT Researchers Why They Made a ‘Psychotic AI’ That Only Sees Death. KNIGHT, Heather: How Humans Respond to Robots: Building Public Policy through Good Design. Brookings, July 2014. <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2014/07/HumanRobot-PartnershipsR2.pdf>; letöltés: 2022.12.04.

vezetik vissza,⁵⁴ mely szerint mindennek van lelke. A nyugati kulturális hagyomány viszont léleknélkülinek vallja az ember által alkotott lényeket, ezért veszélyesnek érzi. Ennek gyökere egyértelműen a kereszténységben van (nem számít, hogy a közgondolkodás már rég vallástalan), amelyben fontos, hogy egyedül Isten teremthet lelket. Emiatt a lélektelenség miatt válnak veszélyessé a nyugati irodalomban megjelenő emberkreálmányok, mint Frankenstein. Maga a robot szó először Karel Čapek cseh író 1920-ban megjelent „R. U. R. – Rossum Univerzális Robotjai” című művében szerepelt először, és számos nyelven terjedni kezdett. Ebben az alkotásban a robot egy gölemhez hasonló, ami a cseh zsidó misztika egy mágia által megelevenített veszélyes köszörnye.⁵⁵

A példa megmagyarázza, amit 23 éve még nem értettünk, hogy egy jó használt autó árérték minék valakinek robotkutya?⁵⁶ A japánok szerint mivel lehet lelke a robotnak, akár egy robotkutyanak, tehát bizalomra érdemes. Bár a húsz év alatt Nyugaton felnövekvő új generációk talán kevésbé félnek az IT-től – ezt tanárként is tapasztalom –, de például egy robot bajtársként való kezelése valószínűbb a keleti haderőkben, mint a nyugatiakban.

Az üres lapra alapuló objektív gépi intelligencia kritikája

A szubjektivitás bizonyítása után tanulságos alaposabban megvizsgálunk valamely abszolút objektivitást megcélzó kutatói véleményt is. Ennek radikális képviselői szerint minden emberi adat szubjektív, ezáltal valójában akadályozzák egy erős MI optimális képességeit. Ám ebből nem csupán az következik, hogy az eddigi gyenge MI-ből kapott tanulságok nem alkalmasak egy erős MI-hez. Az egyik szerző – általánosítva azt, hogy az arcfelismerési algoritmusok nem használhatók más célra – arra a következtetésre jut, hogy „a világról az MI-rendszer által megfigyelt a priori információk felhasználása nemcsak a kifejlesztett numerikus módszerek alkalmazhatóságát korlátozza, hanem teljesen lehetetlenné teszi egy erős mesterségesintelligencia-rendszer létrehozását is.”⁵⁷ Tanulmányában kimutatja, hogy egy megfelelő szenzorrendszer-hálózattal ellátott, de „üres lappal” induló erős MI képes lehet újszerű problémák megoldására. A tanulmányból nem egyértelmű, mitől „megfelelő” az a szenzorhálózat, amely ezt a modellt adatokkal ellátná és az üres lapot teleírná, ezek hogyan lennének teljesen mentesek az emberi szubjektivitástól. De a problémát a teljesen önmagát kialakító MI tézise jelenti, amivel akár egyet is érthetnek. Az még elfogadható, hogyan juthatunk ezáltal újszerű gépi felismerésekhez, ám

⁵⁴ MIMS, Christopher: Why Japanese Love Robots (And Americans Fear Them). MIT Technology Review, 2010.10.12.

<https://www.technologyreview.com/2010/10/12/120635/why-japanese-love-robots-and-americans-fear-them/>; letöltés: 2022.12.30.

⁵⁵ Ezzel inkább irodalmi cikkek foglalkoznak, például: EVELETH, Rose: What Golems and Robots Have in Common? The Last Word On Nothing, 2017.02.10.

<https://www.lastwordonnothing.com/2017/02/10/what-golems-and-robots-have-in-common/>; letöltés: 2022.12.04.

⁵⁶ A Sony cég tanulni képes Aibo ERS-110 terméke. ERS-110 Entertainment Robot (1999).

<https://www.sony.com/en/SonyInfo/design/gallery/ERS-110/>; letöltés: 2022.12.16.

⁵⁷ SEROV, Alexander: Subjective Reality and Strong Artificial Intelligence. January 2013.

https://www.researchgate.net/publication/235221450_Subjective_Reality_and_Strong_Artificial_Intelligence; letöltés: 2022.12.10.

Megjegyzendő, hogy a cikk írója orosz, így ezzel a radikális gondolattal rámutat a korábban említett, eltérő kulturális háttérből adódó eltérő tervezői szemléletre.

egy ilyen „üres lap” által önmagát kialakító MI igen veszélyes lehet, ezért csakis biztonságos, szimulált környezetben, kutatási célokra javasolható, továbbá érzelmi modellekkel kiegészített intelligenciával. Javaslatait érdemes az emberek mellett egy másik, emberibb MI által is ellenőriztetni. Várható ugyanis, hogy egy ilyen MI a világot nem jól képezi le – ahogyan ezt a következő fejezetben bemutatom.

Mennyiben ért meg az MI olyan eszméket, mint az egyenlőség és a fejlődés?

Alább azt vizsgálom, hogy hogyan jelenhetnek meg elvont elvek egy MI-ben. Ehhez a társadalmi egyenlőség elterjedt eszméjét járom körbe, érintve a fejlődéshit szemszögéből már tárgyalt fejlődésdogmát is. Azt szeretném igazolni, hogy az ilyen kérdéseket nem igazán lehet még majd erős MI-be sem jól leképezni – vagyis amennyiben igen, akkor eltérő eredményre jutnak a különböző szemléleti háttérrel fejlesztett MIKT-rendszerek.

Matematikai és társadalmi egyenlőség. Hogyan lehetne elmagyarázni a gépnek, hogy miben tér el az egyenlőség az egyformaságtól? Kicsit játszva a szavakkal: az egyformaság a „matematikai egyenlőség” műveletével egyszerűen kódolható számára. A társadalomtudományi egyenlőség fogalma azonban jóval bonyolultabb. Az egyenlőség megértéséhez figyelembe kell venni egy sor egyéb emberi és társadalmi értéket (pl. szabadság, egyediség stb.). A fogalom tehát összetett, és praktikus megnyilvánulásaiiban pedig óhatatlanul szubjektív megítélést hordoz. Ezeket számos eltérő iskola különbözően fogalmazza meg. Így túl azon, hogy sok elvont emberi fogalmat és ezek egymással való kapcsolatát kellene megfelelően modellezni, ennek az MI-nek „ki kellene nőni” az alkotók közötti szemléleti különbségek szintjéből is.

Az időtényező az egyenlőségben. Az újkortól kezdve egyre gyorsabban változnak az értékrendek és a prioritási szempontok, gyorsulva alakul át egész etikai rendszerünk és életszemléletünk. Ezen belül változik az egyenlőség, a szabadság, az egyediség (stb.) fogalmak értelmezése is. Mint minden változást, ezt is különböző módon követik az emberek: a radikális progresszivisták elébe mennek, a változásellenesek gátolják, és a kettő között pedig mindenki szubjektíven válogatva elfogad és ellenez bizonyos részleteket. Így, ha alkotnánk is egy elvont fogalmakat jól kezelő modellt, az is csak kis ideig lenne működőképes. Hiszen elméletileg képtelenek vagyunk úgy modellezni az ilyen elvont dolgokat, hogy az időtálló legyen, ugyanakkor emberi maradjon, mivel az ember (és az emberiség) természete, sőt erénye, hogy folyton változik. Az előrelátás a múltbeli állapotok interpolálásán alapul, ám a társadalmi változások sok szempontból kiszámíthatatlan fordulatokat vesznek.⁵⁸ Tehát nem látható előre, hogy 20 év múlva mire terjed ki az egyenlőség – ahogyan 30 éve sem lehetett látni, hogy milyen viselkedésmódok legalizálódnak.

Hierarchia a világ mintázataiban. A világ természetes mintázataiban sokkal inkább a hierarchikus sémák jelennek meg. A matematika maga is tele van hierarchiával, nem csupán erre szolgáló módszerek (gráfok, halmazok) szempontjából, hanem az algebra alapjaitól (műveletek sorrendisége) kezdve mindenhol. Például, ha nem lekódozjuk az

⁵⁸ Akkor lesz a jövő kiszámítható, ha a gépek határozzák meg – de szeretnénk-e abban a gépi világban élni?

alapléteket, hanem megtanítjuk a gépnek, ha tehát a gép „megérti” miért így helyes, akkor „érezkenni” fogja benne a hierarchiát is – ezt az értést pedig jól fogja tudni használni, ha képletszerű megoldást várunk el tőle (nem statisztikait). Bármelyik tudományt tanulmányozza az MI, ott az egyformaság és a hierarchia kombinációjával találkozunk. Az IT-hálózatok hierarchikus szervezettségét is megállapíthatja, erre jut a biológiában is, de ha az MI a társadalmat tanulmányozza, akkor is folyton hierarchikus államszervezetekbe, gazdasági struktúrákba botlik. A társadalmi egyenlőség ezért az erős MI felé haladva egyre nehezebben kezelhető dolog lehet a gép számára. Jól hangoznak a Democratic AI nevű project⁵⁹ eredményei, amelyben egy szimulációs játékban a mesterséges intelligencia olyan játékmódszert fedezett fel, amely helyreállította a játék kezdetén adott vagyoni eltéréseket, szankcionálta az ingyenélőket, sőt a többségi szavazást is sikeresen megnyerte. Véleményem szerint azonban egy nem négyfaktorosra szűkített, és nem kizárólag nyugati szemléletű szereplőkkel folytatott játék⁶⁰ során, hanem valódi piaci környezetben ez a szoftver nem feltétlenül nyert volna. Ha a sakkautomatánkat úgy tanítjuk be, hogy minden bábú egyformán értékes, biztos, hogy veszteni fog – főleg az ellen a keleti MI ellen, amely helyesen értelmezi a bábuk hierarchiáját...

Eszmék megjelenése a különböző helyeken fejlesztett MI-kben. Ha a fejlődés dogmáját (lásd alább, *A technológiára ható társadalmi eredő vektorok* részben) szeretnénk az MI számára érzékelhetővé tenni, valójában nincs nehéz dolgunk. Egy MI képes lesz felismerni a folytonos változást a kapott adatokat feldolgozásával. Azt pedig, hogy ez „jó”-e, azt – mivel elvont, minőségről szóló információ – emberi tanítás révén adhatjuk meg számára. Ezután a hasonló változási mintákat is „jó”-nak fogja ítélni, tehát véleménye az emberekéhez hasonló lesz. Persze attól függően, hogy hol hozták létre, tarthat mást jónak, ahogyan emberek sem értenek ebben egyet – de ettől még ez a vonása majdnem emberi.

Az egyenlőségnél más a helyzet, mivel ahogyan fentebb bizonyítottam, a társadalmi egyenlőség elvét egy MI sem fogja önmagától felismerni, főleg akkor, ha valamiféle üreslap-szerű modell alapján készül. Egy felismert hierarchikus mintát elláthatnánk „előjellel”, ahogyan a változást, de itt a mintázat eltér a világtól. Megfelelő emberi ráhatás révén sematikus problémákat ugyan már most is képes *kezeln* egy MI, ha megfelelően előkészített adatbázis vagy célirányos tanítás során erre készítik fel – de nem *érezkeli* úgy, ahogyan a hierarchiát „érezkenni” képes. Ugyanis mivel a hatékonyság alapján optimalizálja a valóságot, az MI könnyen fittyet hány az etikai irányelveinkre, sőt a nemzetközi jogi chartákra és sok ország által ratifikált együttműködésekre is. Valójában csak a nyugati társadalmakban meghatározó princípium az egyenlőség – Európától keletre és délre távolodva azonban egészen mások azok a prioritások, amelyek történelmileg meghatározóak.

⁵⁹ KOSTER, Raphael – BALAGUER, Jan – TACCHETTI, Andrea – WEINSTEIN, Ari – ZHU, Tina – HAUSER, Oliver – WILLIAMS, Duncan – CAMPBELL-GILLINGHAM, Lucy – THACKER, Phoebe – BOTVINICK, Matthew – SUMMERFIELD, Christopher: Human-Centred Mechanism Design with Democratic AI. *Nature Human Behaviour*, Volume 6, Issue 10, October 2022. pp. 1398–1407. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01383-x>; letöltés: 2022.12.16.

⁶⁰ BODNÁR Zsolt: A Demokratikus AI új módszert talált a közpénzek újraelosztására, és többen szavaztak rá, mint az emberi politikákra. *Qubit*, 2022.07.05. <https://qubit.hu/2022/07/05/a-demokratikus-ai-uj-modszert-talalt-a-kozpenzek-ujraelosztasara-es-tobben-szavaztak-ra-mint-az-emberi-politikakra>; letöltés: 2022.12.10.

A nyugatin kívüli világ csupán olyan mértékben tartja fontosnak az egyenlőség eszméjét, amennyire abba a kultúrába sikerült beleitatni az úgynevezett „európai értékeket”. Japán és a robotlelkek példája megmutatta, hogy még egy fejlett demokráciában is marad számos történeti hatás – tehát ilyen markáns eltérés ki fog hatni az autonóm gépeket előállító technológiákra is. Kérdéses tehát, hogy a nagyobb társadalmi igazságosság terén például egy kínai MIKT-rendszer (vagy egy elképzelt Észak-Koreai MI) juthat-e arra a felismerésre, ami a nyugati értékekkel azonos – és ha nem, annak nem jó elgondolni a következményeit.

AZ MI ÉS TÁRSADALOM KÖLCSÖNHATÁSAI ÉS VISSZAHATÁSAI

A fejezet fordított logikával épül fel: a cél körvonalazni az MI kezelendő visszahatásait, amelyekre minden a társadalomban meg kell találni a megfelelő válaszokat. Ehhez viszont előbb szükséges lesz vizsgálni a társadalmi háttér hatását az MI-fejlesztésekre. Még mindezek előtt azonban a szabályozás vizsgálatához kell megfelelő metodológiát találni, hiszen a társadalom szabályzáson keresztül hat a technológiára. Mindezekhez egy fogalombevezetéssel kezdem.

Lassú és diszruptív lépések

A kölcsönhatás leírásának könnyebbé tételéhez szükséges a „fejlesztés” fogalmának felosztása a változás sebessége alapján, vagyis hogy mennyi idő alatt következik be jelentős lépés. A „lépés”: két állapot közötti jelentős eltérés (most nincs szükség ennek pontosítására).

„Diszruptív⁶¹ lépés”: olyan fejlesztés, amely hirtelen változást hoz. Ezt a kifejezést eredetileg gazdasági szempontból és résztechnológiák piaci térnyerésének értelmében vezették be, utalva fő jellemzőjére, a piac felforgatására.⁶² Ezt a halmazt érdemes továbbosztani kis és nagy lépésekre. „Kis diszruptív lépés” az, amikor egy-egy funkciót érint, amit a fejlesztés teljesen újszerűen old meg (pl. adattárolók generációi). A „nagy diszruptív lépés” olyan komplex módon új technológiákat hoz létre, mint a saját energiájú géphajtás,⁶³ az elektromos információátvitel, a számítógép megjelenése – és természetesen az MI is. A változás hirtelenségéből következik, hogy nemigen lehet prognosztizálni. Valami váratlan dolog vagy új ötlet, vagy meglepően új igények vannak mögötte. Legtöbbször nem tudományos újdonságról van szó, hanem mások által már korábban megtalált jelenségek összekapcsolása az azóta létrejött technológiákkal és a piaci igényekkel. Az elterjedés által mégis valami alapvetően új lép a világba, ami az emberek életét is képes gyökeresen átalakítani.

⁶¹ Más szóval felforgató technológiák. A kifejezés olyan alapvető újításokra utal, amelyek alapvetően változtatják meg (forgatják fel) egy-egy iparág továbbhaladását. Diszruptív. Lexiq. <https://lexiq.hu/diszruptiv>; letöltés: 2022.12.16.

⁶² Kiterjeszhető a fogalom nagyobb területekre is (Neumann-architektúra vs. kvantumszámítógép), bár eredetileg, 1995-ben még csak résztechnológiákra (konkrétan a floppylemez és a CD közötti váltásra) használták.

BOWER, Joseph L. – CHRISTENSEN, Clayton M.: Disruptive Technologies: Catching the Wave. Harvard Business Review, January-February 1995.

<https://hbr.org/1995/01/disruptive-technologies-catching-the-wave>; letöltés: 2022.12.28.

⁶³ Ezen belül kis lépésnek tekinthető, hogy gőz, belső égés, villany vagy atom hatja.

„Lassú lépés”: amikor a fejlesztésre fokozatos változás jellemző. Ennél inkább a tökéletesítésen van a hangsúly, nem az újdonságon. Ilyenkor adott technológiában a hatékonyság növelésére, a hátrányos aspektusok kiküszöbölésére koncentrálnak, bár nagyobb idő elteltével néha rá sem lehet ismerni az alaptechnológiára, amiből kiindultak. Az ilyen típusú fejlesztések iránya, üteme jobban prognosztizálható. A legismertebb ilyen jóslat a processzorok számítási teljesítményére vonatkozó Moore-törvény,⁶⁴ amely 1965-től egészen a közelmúltig, több mint 50 éven át beteljesült.

A szabályozhatóság vizsgálati szempontjai

A technológiák szabályozhatóságát inkább a mozgatórugók és a tendenciák tekintetében vizsgálom, mivel nem kompetenciám a jog területe. Egy jó modell szerint a szabályozhatóság vizsgálatát (1) a törvény, (2) a normák, (3) a piac és (4) a rendszer architektúrájának négyesfogata határozza meg.⁶⁵ Az MI szempontjából elengedhetetlen kiegészíteni legalább további három komponensekkel és egy szemponttal (többel is lehetne):

(5) az alkotó: az előző fejezetben tárgyalt tényező, saját stílusa, személyisége, (csoport-) szemlélete ugyan csak járulékosan jelenik meg más technológiában, ám az MI esetében meghatározó lehet;

(6) a szemlélet: az (5) pontban említett személyiségből levezethető sajátos filozófia, amely az egyéniségtől elvonatkoztatva képez egy gondolkodásmódot és határoz meg irányokat, kereteket;

(7) az állam: jelen vizsgálatban ennek védelmi aspektusa a fontos, itt más etikai és gazdasági keretek érvényesülnek, mint a civil szférában, teljesen más viszonyban áll az állam a társadalmi normákkal, továbbá beleszólhat a technológiák fejlesztésébe és használatába;

(+) az összefüggés: minden vizsgált területet szeparálva, de egymással összefüggésben is szükséges kezelni, ezért fektetek alább nagy hangsúlyt például arra a visszahatásra, amely a társadalom részéről irányul a technológiák felé.

Ez utóbbi szempont azért is jelentős, mivel jelen nemzetközi helyzetből (versenyből) egy magát haladónak tételező ország nem maradhat ki. Vagyis legalább alkalmazni szükséges az MIKT-rendszereket minden állam saját apparátusában, támogatni vállalatát és polgárait, hogy bekapcsolódjanak ennek alkalmazásába. A saját apparátuson belül kiemelkedő figyelmet szükséges fordítani a védelmi szférában történő alkalmazásra, mivel e nélkül más államok erőérvényesítésével szemben óriási hátrányba kerülhet az ebből kimaradó állam.

⁶⁴ Pontosabban ez a tranzisztorszám növekedésére vonatkozik.
GREGERSEN, Erik: Moore's Law. Encyclopaedia Britannica.
<https://www.britannica.com/technology/Moores-law>; letöltés: 2022.11.19.

⁶⁵ LESSIG, Lawrence: The Law of the Horse: What Cyberlaw Might Teach. Harvard Law Review, Volume 113, Issue 2, December 1999, pp. 501–549.
<https://doi.org/10.2307/1342331>; letöltés: 2022.12.28.

A technológiára ható társadalmi eredő vektorok

Az előző fejezetben felvetett kérdést folytatva alább azt vizsgálom, hogy mennyiben hat a fejlesztőre (tudattalanul) az őt szocializáló társadalomtól kapott szemlélet. Ezúttal a visszahatásokra koncentrálok, amelyek a társadalom és a technológiák között létrejönnek, érintve az állam szerepét is ebben az összefüggésben. A társadalom és a technológia kölcsönhatásának mechanizmusa láthatóvá tehető közismert történeti tények sajátos megvilágításában, ezért először ugorjunk vissza az időben.

A kölcsönhatás mozgatórugói. Régen nem volt általános igény új technológiákra,⁶⁶ főleg a széles tömegek felől nem volt. Nagyjából a második ipari forradalom után kezd egyre markánsabbá válni, hogy a fejlesztések eredményeit nem pusztán elfogadják, bevezetik, hanem egyre szélesebb rétegek várják, sőt elvárják. Ezzel az igénnyel kezdett erősödni a társadalom felől a technológiák irányába mutató hatásvektor. A technológiák irányából a társadalom irányába mutató hatások megmaradtak, és még jobban erősödtek. Ennek a két iránynak az egymásra hatásában létrejöttek olyan pontok, ahol „a dolgok nem mehetnek tovább úgy, mint addig”. A technológiák megváltoztatták a társadalmat, a társadalom pedig újabb és újabb technológiákat igényelt, ami néha lassabb, de sokszor forradalmi sebességgel következett be.

A folyamat öngenerálónak vált, és azóta is egyre gyorsul: alig 200 éve, hogy Széchenyi István még a gazdagok közül is csak keveseket tudott az akkori újdonságok irányába megnyerni. Ma pedig már mindenki, még a konzervatívok is olyan újabb gépeket vesznek, amelyek megkönnyítik a munkájukat, növelik a kényelmet, a szórakozási élményt stb. A társadalom felől érkező vektorok eredője tehát nem egyszerűen a kereslet, hanem igény az újdonságra, a változásra. Ez a régi korokban kevés emberre volt jellemző. Társadalmi igény, vagyis kereslet csak a lassú lépések és a kis diszruptív lépések technológiáinál merülhet fel, a nagy diszruptív lépésekre csak a terület tudósainak volt igényük. A kereslet-kínálat szabálya egyébként a kínálat oldaláról sem mindig működik, hiszen az egyes újításokra rákényszerülnek (pl. a hardverek avulása miatt), vagy olyan termékekre beszélnek rá az emberek, amelyekre nem lenne szükségük – de a generált kínálat hatásvektora és az MI-re kényszerítés ilyen módja túlmutat a jelen tanulmányon.

A társadalom felől érkező hatások elvekké válása. Érdekes eredményekre jutnak, akik azt kutatják, hogy egy szervezet döntési mechanizmusába épülő MI hogyan befolyásolja az embereket,⁶⁷ témánk általánosabb perspektívájában azonban itt nem mehetek le a cégek szintjéig, a társadalom szintjén maradván vizsgálom a visszahatásokat. A társadalom felől érkező vektorok általában először praktikus elvárásként merülnek fel: például veszélyes a technológia. Erre az állam vagy a vállalatok szabályokkal reagálnak (pl. használati utasítás, betiltás). Majd a konkrét probléma miatti szabályokat általánosítani szükséges egyre szélesebb termékkörre.

⁶⁶ Megjegyzendő, hogy korábbi korszakokban a különböző birodalmak felemelkedése és bukása is nagyban összefüggött az általuk használt technológiák és a riválisaik számára rendelkezésre álló technológiák közötti különbséggel.

⁶⁷ RHUE, Lauren: Beauty's in the AI of the Beholder: How AI Anchors Subjective and Objective Predictions'. ICIS 2019 Proceedings, 2019.
https://aisel.aisnet.org/icis2019/future_of_work/future_work/15; letöltés: 2022.12.16.

Az általánosítás egyes vonalain elkezd elválni a tárgyi világtól: az egyik, jogi vonalon törvényekké transzformálódik (erre rögtön visszatérek), egy másik vonalon pedig akár filozófiai elvonatkoztatásokká, elvekké, életszemléletté.⁶⁸ A filozófiai általánosítás és a pontos megfogalmazások révén ragadhatjuk meg a dolgokat úgy, hogy az elv alkalmazható legyen még nem létező technológiára is. A filozófiának ez az oldala folyamatosan adaptálni próbálja az addig érvényes morális normákat a változó világhoz: vagy a világ megváltoztatását, vagy pedig a morális normák változásának szükségességét javasolva. Arra nem térek itt ki, hogy az elvonatkoztatás idővel elszakadhat praktikus kiindulási pontjától és önálló mozgalmi életet kezdhet élni, ezek is vektorként jelennek meg a világban, amelyek a technológiák felé (és az etika felé) is sajátos elvárásokat támasztanak.⁶⁹

A szabályozás filozófiai alapjainak szükségessége. Visszatérve a törvénybe transzformált szabályozókhoz, sokan a 20. században kialakított szemlélettel és szabályozó mechanizmusokkal szeretnék szabályozni a jövő technológiáit.⁷⁰ Sajnos sokszor nincs idő az újragondolásra, és ez a metódus „tűzoltásra” elfogadható. Ám szeretnék arra rávilágítani, hogy a ma küszöbön álló óriási technológiai változások egy ma még nem látható mértékű paradigmaváltást fognak igényelni. Például, hogy hogyan valósítható meg normáink érvényesítése, azt szükséges, de nem elégséges azon a szinten vizsgálni, hogy mennyiben kell erős vagy puha szabályozással⁷¹ próbálkozni. Fontos lenne először a háttérproblémákat a fent említett filozófiai elvonatkoztatás síkján vizsgálni, és ezek valamelyikéből kellene kiindulni, nem a hatályos szabályozókból. Az előbbi példát folytatva egy trilemmát kapunk: (1) az elterjedt társadalmi normákat kell a technológiákra erőltetni; (2) a technológiák okozta változásokat elfogadva és követve a normákon kell változtatni, és azt a társadalomra erőltetni; (3) a kettőt vegyesen használó megoldás optimumát keressük, és hogy milyen arányban szükséges ezek érvényesítése.

Az (1) esetben egy adott technológiát gyakran visszafognak a társadalmi elvárások és korlátok: a szabályozásoknak való megfelelés például drágítja őket (pl. az autót), vagy a fejlesztést nehezíti (pl. a GDPR az MI-hez szükséges adatokat). A (2)-re példa lehet az agresszió fentebb említett megváltoztatása sok társadalomban, a (3)-ra pedig példa az internet, amelynek egyes következményeit szabályozták, más következményei pedig az embereket változtatták meg. Hogy mikor melyiket miért kell favorizálni, arra nincs cizellált filozófiai támpont, de még etikett sem.

⁶⁸ Példaként a környezetvédelmet vehetjük, amely egy technológiai (szennyező anyag) szabályozástól jelentős politikai tényezővé vált, mára pedig sokrétű világnézeti mozgalommá volt képes alakulni.

⁶⁹ Például a genderszemlélethez az orvostudomány által létrehozott lehetőségek adtak talajt, de az már régen nem orvosi szempontból kérdés. Ez a példa rávilágít a technikától jövő vektorok újszerű etikai következményeire is.

⁷⁰ LEENES, Ronald – PALMERINI, Erica – KOOPS, Bert-Jaap – BERTOLINI, Andrea – SALVINI, Pericle – LUCIVERO, Federica: Regulatory challenges of robotics: Some guidelines for addressing legal and ethical issues. *Law, Innovation and Technology*, Volume 9, Issue 1, 2017. pp. 1–44. <https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1304921>; letöltés: 2022.12.30.

Ebben az alább tárgyalt 2000 előtti Lessing-féle felosztást alkalmazzák a robotikára, amelyet a szerző a kiberjog szabályozásához állított össze, jóval az MI elterjedése előtt.

⁷¹ A puha szabályozás lényege, hogy próbálja nem visszafogni a kutatásokat.

LEENES, Ronald – PALMERINI, Erica – KOOPS, Bert-Jaap – BERTOLINI, Andrea – SALVINI, Pericle – LUCIVERO, Federica: Regulatory challenges of robotics: Some guidelines for addressing legal and ethical issues.

Megállapítható tehát, hogy sokkal stabilabb filozófiaalapon lenne szükséges a társadalom oldaláról jövő vektorok mélyebb vizsgálata. Az MI esetében mindez hatványozottan jelentkezik, hiszen egyrészt korábban fel sem merült filozófiai kérdések özönét veti fel a technológia, másrészt jelenleg is eltérő etikai háttérrel fejlesztik a különböző területeken, ami előnyhöz juttathatja azt a felet, amely kevésbé szabályozza (ahol nincs GDPR).

A fejlődéshit és az MI-fejlődés módja. A technológiák által biztosított kényelem, mobilitás és információáramlás – vagyis a fejlődés eredményei – alapjaiban változtatták meg az ezeket használó társadalmakat, azok életszemléletét és értékrendjét. A fejlődés azonban az előnyök mellett számos új kihívás elé is állította az egyéneket és a társadalmakat (rohanás, individualizáció, figyelemzavaros generációk stb.). A problémákra a válaszokat fokozatosan egyre többen a fejlődésben, az új technológiákban keresték, sejtve, de elhanyagolva az újabb mellékhatásokat. Így a fejlődés elért egy fokot, ahonnan a fejlődést nagyban a fejlődésbe vetett hit is generálta, motiválta. Ennek a hitnek az alapdogmája, hogy az emberiség fejlődik, vagyis minden egyre jobb lesz. Bár a minőségi javulás már metafizikai kérdés, így soha nem volt igazolható kísérleti vagy matematikai alapon, mégis ezen a dogmán alapult a 19–20. század kutatása (amely elvileg elveti az ilyen hitbeli dogmákat).

Egzakt módon változásokról kellene beszélni, hiszen a negatív mellékhatások hosszú távon erősebbek lehetnek majd a pozitívumoknál, és ezt nem tudhatjuk előre. Mert vajon visszafejlődés-e vagy fejlődés, ha visszaesik a gazdaság és emiatt kevesebb károsanyag kerül a környezetbe? Az elvont minőségek változását az MI sem tudhatja előre. Hiszen regresszió-e, ha az emberek szerényebb kényelemben élnek, de többet barátkoznak? A cél persze az, hogy a problémás tendenciák úgy forduljanak meg, hogy közben jelenlegi életünk előnyei megmaradjanak – de talán épp az MI ébreszti majd rá az emberiséget, hogy „mindennek ára van”. Vernétől kezdve az 1950-es évek sci-fi-szerzőin át sokan az ősidők óta létező rossz eltüntetésének lehetőségét látták az új technológiák nyújtotta megoldásokban. Mára ez a fejlődéshit sokban finomodott: ma már kevesen várnak tőle általános megoldást olyan problémákra, mint a szegénység, az éhezés, a háborúk és a hasonló rossz dolgok. A fejlődésben hívők ma már inkább az őket érintő konkrét problémák megoldására koncentrálnak – ám ezek tágabb mellékhatásait éppen úgy negligálják, mint a régiek.

Az MI felől a társadalomra ható vektorok

Alább a technológia oldaláról a társadalom felé érkező vektorok közül csoportosítok néhány fontosabbat, közel maradva az etika tárgyköréhez.

Lelki, pszichológiai visszahatások. Fentebb, az antropológiai keret tágításáról szóló részben említettem azt a visszahatást, hogy mára egyre kevésbé van szükség az emberi tudat mélységeire. Az egyre felszínesebb ember tudata pedig egyre kevésbé különbözik a lehetséges gépi tudattól. Ez a fájdalmas igazság az MI-vel kapcsolatos problémák talán egyik legsúlyosabb etikai következménye. Ugyanis az objektivitást hajszoló világunk számára a megnyilvánulások válnak egyre lényegesebbé. A megnyilvánulásokban viszont a gépek egyre több emberi vonást képesek emulálni, sőt egyelőre úgy tűnik, elvileg bármit képesek lesznek élethűen utánozni. És mintha egyre kevésbé érdekelné az embereket, hogy az utánzás mögött mi áll, megelégészenek

a megnyilvánulással. Napjainkban sokan még az állatok megnyilvánulásait favorizálják az emberi megnyilvánulásokkal szemben. Ám a gépek lassan képesek lekörözni az állatokat és az embereket is. Már olyan életterületeken is, amelyeket korunkig az emberi mivoltunk megnyilvánulásainak tartottunk.

Az MI nem csupán optimálisabb munkatárs vagy művész lesz, de nemsokára a jobb szexuális szolgáltatások, a nem piszkító, emberibb háziállatok stb. technológiájában is piacon lesz – mindezek pedig várhatóan az emberi kapcsolatok radikális átalakulásához vezetnek. Ezáltal újabb etikai normák kérdőjelződnének meg, amelyek a felnövekvő generációkban alapvetően eltérő szemléletet eredményezhetnek. Váratlan mértékben módosulhat a jövő nemzedékek világhoz való viszonyai mind elméleti, mind pedig gyakorlati szempontból. Ezzel a mostani prediktív elemzések érvényüket veszíthetik, annyira kezelhetetlen, váratlan helyzetek jöhetnek létre – főleg akkor, amikor a vezetői szerepeket majd ez a generáció veszi át. Emellett már jelenleg kimutatható, hogy az emberek durvábban bánnak például chatbotokkal, mint az emberekkel,⁷² ami nem csupán nehezíti a gépi etikusság fejlesztését, de a tendencia vége is riasztó.

Új etika a gépi dimenziók által? Az etika nem csak a generációs alakulások miatt változhat. Teljesen más perspektívát vet fel, hogy eddigi korok etikai vitái azért sem voltak képesek nyugvóponttra jutni, mivel értelmetlen volt a „mi lett volna ha” kérdés. Nem lehetett eldönteni, hogy jól döntött-e valaki, vagy a kisebb rosszat választotta-e. Még inkább ez volt a helyzet a „mi lesz legközelebb hasonló helyzetben” kérdéssel, az ember nem tudott jósolni. Viszont az MI-alapú szimulációkkal a gép az egyszerűbb esetekre megmondja, hogy „mi lett volna ha”, vagy „mi lesz ha”. Sőt megvan a lehetősége, hogy egy gépet akár többféle szemléleti üzemmódban használhasson az ember akár prognózishoz, akár egy döntés után megnézhetné a felhasználó, hogy más szemlélet alapján vajon hogyan döntött volna a mesterséges elme – ez bizonyos emberi gondolkodásmódok háttérbe szorulásához is vezethet.

Ezzel elértünk e változások árnyoldalaihoz. A vázolt folyamat nagyban leszűkítheti az etika filozófiai tudományának mai sokféleségét, pontosabban igen kevesen fognak vallani a fővonaltól eltérő elveket, a mainál is kevesebben fognak etikai dilemmákkal elméletileg küzdeni. Ugyanis az MI nem kerül érzelmileg kibillent állapotba egy nehéz döntés után, inkább gyorsan segítséget kér egy erősebb hardverrel rendelkező MI-társától (óriásgéptől) egy elemzés lefuttatására.⁷³ Hasonló gépi képességek által a tisztelet is átalakulhat, mivel a gép a tudás etalonjaként is kitűnhet az emberekkel szemben, az emberek egy része egyre több döntést hagyhat az MI-re. A döntés negatív oldala sem fogja lelkiismeretét terhelni, ha hisz abban,

⁷² Hiába képesek a botok az embereknél jobb kapcsolatot kialakítani, mert amikor kiderül, hogy az illető nem emberrel chattal, a viszonyulás leromlik.

RAHWAN, Talal – CRANDALL, Jacob – ISHOWO-OLOKO, Fatimah – RAHWAN, Iyad: Ethics, efficiency, and artificial intelligence. Should we allow machines to impersonate humans? *The Boston Globe*, 2020.01.30.

<https://www.bostonglobe.com/2020/01/30/opinion/ethics-efficiency-artificial-intelligence/>; letöltés: 2022.12.21.

⁷³ Erre már élő példa a Tesla önvezetése, amelynek első verziói hibásan működtek, viszont a 2.0 verziójánál sok egy felhővel kapcsolatban maradvány hibázik.

ANTALÓCZY Tibor: Így működik a Tesla táblafelismerő rendszere. *Villanyautósok*, 2020.04.27.

<https://villanyautosok.hu/2020/04/27/igy-mukodik-a-tesla-tablafelismero-rendszere/>; letöltés: 2022.12.10.

hogy a gép a lehető legoptimálisabb döntést hozta, tehát ez a folyamat negatívan hathat az emberek erkölcsi érzékének fejlődésére.

Új hagyományok és új eszmék. Az MI maga alapvetően új szokásokat, kultúrákat hoz majd létre, amelyek idővel beépülnek a befogadó hagyományokba. Az MI által jobbá tenni kívánt világunkban azonban egyelőre nem adható felelet arra, hogy mit kell majd feláldozunk a jobb világ oltárán. Az MI úgy javasol majd optimálisabb megoldást, hogy még nincs tisztázva az optimalitás viszonya az emberi értékekhez. Például a mai haladók is ellenérzéssel fogadnák, ha egy MI a házi kedvencek kiirtását látná megoldásnak, amikor mondjuk az elidegenedő társadalom átalakítására keresnek megoldást. Nem is beszélve olyan, már említett disztópikus eredményekről, ha az algoritmus javaslata valamire egy népirtást lenne, ami akár ideológiai alapja is lehet annak, hogy ilyen „megoldást” hajtson végre egy politikai szándék. Ha el is kerüljük az ijesztő irányokat, a dolgok alapvető újdonsága várhatóan az eddigieket elvető eszmerendszereket implicál majd, amelyre csak az új generációk lesznek fogékonyak, így tovább nő a szakadék a generációk között.

A tökéletes ember a virtuális. Már egy ideje zajlik egy olyan, az MI-től független folyamat, amelyben a média világa által egyre nagyobb az igény a tökéletes emberekre. A többedik fiatal generáció számára az ideált nem létező példakép külső és belső tökéletessége adja, a szuperszépek és a szuperhősök, vagyis nem reális emberi értékek felé orientálódnak. Hiába tudják, hogy mindez csak smink, photoshop és csak film. Erre vágnak, és ezt a vágyukat teljesítik a médiagyártók – és lassan a robotika és az MI-fejlesztők is... Így emberi kapcsolatok helyett egyre nagyobb tömegek találnak otthonra a virtuális térben, és egy jól sikerült metaverzumban ez fokozódhat.

Ebben a média és az MI által eltorzított tökéletességi mátrixban hol helyezzük el majd értékrendünkben az emberi tökéletlenség értékeit, a lélek problémáit, vívódásait? Milyen önképe és életcélja lesz az átlagos képességű emberek tömegeinek, akik a gépekhez képest egyre kevésbé képviselnek értéket? A soha nem hibázó MI vajon degradálja-e az emberi hibázást, a szándék megítélését – vagy esetleg magasabb morális elvárásokat támaszt? Hova vezet, ha a szuperérzékeny gépi analízis a gondolatbűnt is felismeri: lesz-e lehetősége a személyiségeknek belső vívódással leküzdeni az ártó cselekvésre való belső csábítást? Ezeket válasz nélkül, de mint potenciális veszélyeket kell figyelembe venni – és sajnos a technológia visszahatásainak súlyos kérdéseiből még sok van.

Fenntarthatósági probléma a munkaerő terén. (Ez egy súlyos kérdés, amelyet más alkalommal szeretnék alaposabban vizsgálni.) Úgy tűnik nem vagyunk urai a fejlődés egyre gyorsuló örvényének. Már régóta óriási a szakemberhiány, hiszen ez a technicizált társadalom lehetetlen mennyiségű magas intellektusú embert igényel – és ez az igény rohamosan növekszik. Nyilvánvaló, hogy az agyelszívás, amely jelenleg próbálja ezt kordában tartani, nem fenntartható az elmaradottabb térségek fejlődésével. Az MI hiába lesz képes sok mindenre, ha kevés lesz a szakember a sok segítő karbantartására. Egy ilyen világban az alacsonyabb képességű emberek nagy tömegeinek nem lesz helye.

Emellett egyre kevesebben képesek vagy akarják követni a világ rohamos változását. Ezek a tömegek nem szeretnék megtanulni a túl gyorsan változó technológiákat, és ez visszafoghatja az újítások iránti keresletet. Egy jövőmodellként nem zárható ki, hogy lassulás következik be. Ez abból a szempontból is várható, hogy az emberek a technológiánál lassabban változnak. Ez alapján, mivel a döntéshozók is lassabban változnak, tehát elvont és nehéz kérdésekben nem fognak egy gép érveire hallgatni – viszont a generációváltásból adódó radikális változás, amelyet imént vázoltam, így forradalmi sebességgel következhet be.

Jobban megismerjük az Embert. Van az MI-nek számos pozitív visszahatása is. A nagyobb kényelem vagy rövidebb munkahét praktikumainál talán érdekesebb tudományos hozadék, hogy jelentős lépések lesznek az MI fejlesztésének mellékszálain. Nem várt eredmények adódhatnak például az agyhullámok terén, de akár az antropológiában is. Az MI tanítása által valószínűsíthető, hogy az ember működését is jobban megismerjük. Ahogyan már jobban megértettük az érzéseket, azok megnyilvánulásait, így várható, hogy akár jobban megértjük az emberi döntések mechanizmusát és az erkölcs tanulásának folyamatait. Ezt a tudást azután fel tudjuk használni akár emberi vonalon is: pedagógiákban, felnőtteknek szóló tréningeken vagy a lélekgyógyászatban. Akár más humán tudományok, például a filozófia is kaphat új impulzusokat a gépek tanításának, kutatásának melléktermékeként.

KONKLÚZIÓK: AZ MI-ETIKA ÁLLAM ÁLTAL KEZELENDŐ BIZTONSÁGI VONATKOZÁSAI

Tudományos eredmények és a kutatás perspektívái

Reményeim szerint a kapott tudományos eredmények felhasználhatók lesznek stratégiai szintű MI-témájú tárgyalások vagy dokumentumok előkészítésekor. Ezek röviden:

- (1) a hibrid hidegháború jellegzetességeinek áttekinthető összefoglalása;
- (2) lépések az MI-etikai problémáinak kezelhetősége felé a három sejtés igazolása mentén;
- (3) az MI visszahatásainak elemzésével számos várható problémakör azonosítása;
- (4) állami szintű paradoxonok megfogalmazása a stratégiai szintű javaslatokhoz (alább).

A kutatás során sikerült a Bevezetőben vázolt terv mentén haladni, és a kutatási kérdéseket megfelelő mélységben kibontani. Ezeket alább úgy összegzem, hogy közben a kutatási célnak megfelelően az állami döntéshozatal problémakörei között is elhelyezzem. Számos elvarratlan szál keletkezett, ezek közül kiemelendő a digitális tekintélyelvűség áttekintése. Ez eredetileg része volt a tanulmánynak, terjedelmi okok miatt a Nemzetbiztonsági Szemlében tervezem mielőbbi megjelentetését.

A sejtések igazolása és összegzés

Bár egy ilyen rövid összefoglaló nélkülözi a fenti érvelések fontos részleteit, érdemes egyben áttekinteni a kapott eredményeket. A bevezetőben felvetett sejtések igazolása az alábbiak szerint vázolható:

(1) A sejtés leegyszerűsítve: *a filozófiai antropológia emberképének tágítása szükséges az elvont fogalmak MI-be ültetéséhez*. Miközben cáfoltam azt a funkcionista megközelítést, miszerint az ember egy biogép, rámutattam, hogy a hasonló filozófiai tévutak hogyan vetették vissza a fejlesztéseket. Ez is tekinthető igazolásnak, de az anyaggyűjtés során szinte minden fejezetben további érvek kerültek elő. Eközben világossá vált az is, hogy a gondolat kiegészítendő: nem csupán a műszaki szakembereknek kell kilépniük abból az antropológiai megközelítésből, amelyben az embert értelmezik, de a humán kutatóknak is sokszor alaposabb műszaki ismeretek alapján kellene a témát közelíteniük.

(2) A második sejtés lényege, hogy *az erkölcsi érzék digitalizálhatatlan*. Ezt elsősorban az elvont fogalmak informatikába történő leképezésének problémáit áttekintve, valamint egy gondolat kísérlet-parafraíz segítségével igazoltam. Néhány érv: a tudományosság határai a gépiesítés korlátai. Tehát metafizikai kapcsolódású fogalmakhoz nem lehet matematikai modellt találni – az etikai érzék pusztán fizikálisa pedig nem bizonyított. Másik érvem szerint a mérhető világban bevált mennyiségi szemlélet nem lehet alapja etikai megközelítésnek, mivel a tömegek ítélete lehet téves. Továbbá a képekhez hasonlóan az etika a digitális térbe vagy a dolgot „logószzerűvé” szimplifikáló képlettel, vagy bizonyos fokú felbontással (raszteresen) képezhető le, ezzel túl sokat torzulhat. A sejtést igazolja, hogy olyan területek, ahol az emberek vitáiban a személyes meggyőződésük is szerepet játszik (ilyen az etika is), ott a mérlegelés meghaladja a gépek kompetenciáját.

(3) *Az alkotó szubjektuma megjelenik az MI-rendszerekben* – ez a hipotézis azért fontos, mivel így a *különböző kultúrák termékei eltérő eredményekre juthatnak (humán témákban)*. Ennek igazolásához próbáltam az előítéletesség elkerülését célzó kutatásokon túlmutató megközelítést alkalmazni, bár e kutatásokra is kitértem. A megközelítés lényege, hogy az MI a tanítása során az emberhez hasonlóan szocializálódik, így a rajta dolgozó egyének szubjektuma, a létrehozó csoportok sajátossága és az ezek mögött lévő kultúra is lenyomatot hagyhat rajta. Cáfoltam hipotézisem antitézisét, egy radikálisan objektív MI-t célzó orosz kutatást, és alátámasztottam gondolatmenetemet egy példával, amely szerint a japánok jobban bíznak a robotokban a hagyományaik miatt, mint a nyugatiak. Az eltérő kultúrák eltérő MI-modelljeinek sejtését abból az irányból is igazoltam, hogy az elvont fogalmak leképezhetőségét vizsgáltam. Rámutattam, hogy míg a fejlődést a gép emberi segítséggel felismerheti, a társadalmi egyenlőség kérdésében ez nehezebb, mivel a gép inkább találhat hierarchikus mintázatokat. A kultúránkénti eltérés még olyan egyszerűbb elvonatkoztatásoknál is megjelenhet, mint a szépség felismerése.

A technológiák és a társadalom kölcsönhatásai. Bemutattam ennek működési mechanizmusát, mivel ez alapozta meg a hatások részletezését. Vizsgáltam a technológiára való igény alakulásának és a társadalomban a problémák szabályokká és elvekké transzformálódásának folyamatát – egyben itt is rámutattam az MI

megfelelő szabályozása mögött elvárható filozófiai háttér hiányosságára, és kitértem a „fejlődéshit” eddigi működésére a modern világban, felvetve, hogy talán épp az MI ébreszti majd rá az emberiséget arra, hogy „mindennek ára van”. Hangsúlyt fektettem az MI visszahatásainak összegyűjtésére is (ezeket még majd részletezem).

Állami/nemzetközi megfontolást igénylő stratégiai szintű kérdések

A fentiek a legnehezebb etikai dilemmákat vetik fel. Számos ilyen probléma összegyűlt, amelyeket itt az állami döntéshozatal oldaláról összegzek és gondolkodom tovább. Ahol találtam, ott vázolom a feloldási irányokat, de jellegükből adódóan a kérdések sokszor válasz nélkül maradnak. Ezeknél megfogalmaztam a probléma paradox jellegét, ami világossá teszi, hogy ezekben még egy fejlett MI sem tud megoldást, csak emberi képességek által kezelhetők.

A hibrid hidegháborús háttér. A döntéshozó helyzete paradox: a technológiák előnyeit az államnak polgárai és gazdasága szolgálatába kell állítania – miközben meg kell védenie mindent annak ismeretlen ártalmaitól. Mindezt egy olyan közegben, ahol a technológiák gyártóinak ereje országokéval ér fel, és a sokpólusú hatalmi mátrixban az erőérvényesítés újszerű, láthatatlan módon zajlik – akár szövetségeken belül is. Ez a feszültség az MI-vel kapcsolatban kiemelten jelenik meg, mivel az állam minden szegmensére kiható hibrid hidegháborús műveletek mögött az MI nyújtja a legváratlanabb lehetőségeket. Az újítás ereje és veszélye nem a tömegpusztításban rejlik, hanem a hihetetlenül pontos célra irányíthatóságában, de még inkább a gép saját autonómiájában.

A korlátozás paradoxonai és következményei. Az ártalmas technológiák tiltása és visszafogása is óriási kihívás elé állítja a döntéshozókat. A döntés külön paradoxona a nyugati demokráciákban, hogy a vitákat demokratikusan eldönteni nem tudományos – viszont a tudományra hivatkozva a nép ellenében dönteni a diktatúrák sajátja. Ráadásul a tudomány legtöbb területén mindig többféle modell, számos „iskola” létezik, amelyek akár ellentétes nézeteket vallanak, így nincs egyetlen tudományos igazság. Ha mindezek ellenére állami szinten próbálnák korlátozni az MI-t, az a következőket vonhatja: (I.) gazdasági szinten: a preventív lépések visszafogják az MI terjedését, ezzel visszafoghatják az ország gazdaságát versenytársakhoz képest; (II.) demokratikus támadás: az ilyen kérdések belpolitikai tényezőkké válnak, amit a döntéshozó hatalmi pozíciója ellen használhatnak fel; (III.) információs műveleti támadások: ezekben a támadó saját érdekeinek megfelelően kriminalizálja mind a tiltásokat, mind az engedélyezéseket.

A korlátozást például a szabadságjogok megsértésének minősítik és diktatúrát emlegetnek, a prevenció elkerülésekor pedig állampolgárait semmibe vevő felelőtlen vezetésnek állíthatják be. A kutatás során néhány sajátos információs műveletre is kitértem: (1) ilyen támadásokkal az embereket befolyásolva tévesek lehetnek a tömegvélemények, amelyekre a gép támaszkodik; (2) virtuális influenszer hozható létre és használható fel e téren; (3) az „MI tudatosságáról” szóló hírek veszélyesek, mivel az MI üzemeltetője ezzel a propagandisztikus érveléssel ideologizálhatja meg „a géptől kapott” döntéseit.

Az MI-terjedés dotációjának kérdése. A látható veszélyek mellett az elmúlt századok tendenciája alapján ezen a területen számos állami támogatás várható – de nehéz kérdés, hogy mely szegmenseket kell a piacra hagyni. Támogatni kell-e, amire úgyszólván van társadalmi igény, vagy érdemes-e dotálni azt, amire nem vágnak az emberek? A társadalom oldaláról jövő hatásvektorok fenti elemzése során kiderült, hogy egyes technológiák lehetőségéből régen is váltak lassan alapjoggá: a fejlettebb államok bevezették minden településre a közműveket, lefedték országaikat rádió- majd televízióközvetítéssel, EU-támogatással került minden településre széles sávú internet. A megújuló energiával kapcsolatos technológiák terjedése gazdasági érdek, de vajon mikor térül meg egy okosváros? Kérdés, hogy az MI egyes megjelenései esetében érdemes-e, illetve milyen területeken és mértékben érdemes azt dotálni? Evidens a bevezetése a közismert állami alkalmazási területeken, de ezeken kívül kérdéses. Jelenleg például az autonóm járművek terjedésének támogatása, valamint az állami feladatokra is használható szenzorhálózatok és BigData-felhők létrehozása tűnik biztosan rentábilisnak.

A várható negatív hatások felvállalásának problémája. A diszruptív lépések állami engedélyezésével szinte biztos, hogy negatív hatások is megjelennek a felkészületlen társadalomban. A probléma: mit szabad engedni, milyen szabályok mellett. Van, amit lehet kezelni körültekintően szabályozott bevezetéssel.⁷⁴ Van, amire még nem látható preventív megoldás, ilyenek az MI visszahatásairól szóló részben említett gondok, amelyek közül kiemelhető: (1) az emberi IQ-fenntarthatóság (a munkanélküliséget nem lehet átképzéssel megoldani, mivel a gyengébb képességűek számára idővel talán egyáltalán nem lesz feladat); (2) a pszichológiai visszahatások (egyre kevésbé van szükség az emberi tudat mélységeire; az emberi kapcsolatok radikális átalakulása várható; krónikussá és tömegessé válik a beteges technológiafüggés, tovább súlyosbodó, egyre elterjedtebben kóros individualizáció); (3) az MI által generált új etika (az MI predikciós jósképessége létrehozhat és el is törölhet szemléleteket; a felelősséget rombolja, ha az ember hisz abban, hogy a gép a lehető legoptimálisabb döntést hozta; a tökéletesség, amit az MI mutat, degradálja az emberi hibázást, a szándék megítélését – bár ez magasabb morális elvárásokat is támaszthat); (4) egy fejlődéslassulási modell is megvalósulhat (részben az előző pont miatt, valamint mert az emberek a technológiánál lassabban változnak.)

A nemzetállamiság MI-paradoxona. A nemzetállamiság oldaláról is komoly kérdésekkel szembesülünk, hiszen egyfelől az MIKT hatékonyan támogathatja egy-egy nemzetállam érdekérvényesítő képességeit, és csakis ilyen rendszerek képesek megvédeni az MI-alapú ellenséges behatásoktól, támadásoktól. Másfelől azonban az MI-technológia generálhat egy ezzel ellentétes folyamatot is: a nemzetállamok eltűnését. Ugyanis az MIKT multinacionális méretekben válik igazán hatékonná, például a világméretű nagy adatok igazán változatos és nagyméretű adathalmazai által.

⁷⁴ Például tudományos alapon lehetett volna számítani arra, ahogyan a közösségi hálózatok gyors terjedése a fiatalok között mindig is jelen lévő viselkedési anomáliákat igen nagy problémává nagyította. Nem került kezelésre, hogy a gyermeki bosszú, hatalmi vágy vagy egyéb negatív motiváció milyen veszélyes kiterjesztést kap a közösségi hálón. A társadalom önvédelme még nincs felkészülve az ilyen gyors változások megfelelő preventív kezelésére.

Így más technológiákkal karöltve gyakorlati síkon az MI-technológia egésze támogatja azokat az évszázados folyamatokat, amelyek a nemzetállamok feloldódására irányulnak. A visszahatás fentebb taglalt működése alapján tehát a fejlődés ezen iránya könnyen válhat olyan normává, amely a világállami irányába mutat. Ezzel összefüggésben erősödhetnek tovább az olyan az eszmerendszerek, amelyek a nemzetállamok létét kérdőjelezzik meg, és ezeket a múlt ártalmas maradványainak tartják.

Nemzetközi megoldás. A fentiek is alátámasztják azt az evidenciát, hogy egyetlen ország sem lehet már képes pusztán belpolitikai döntésként kezelni az ilyen technológiákat és visszafogni őket veszélyeik miatt – ez kizárólag nemzetközi megállapodások szintjén lehetséges. Ezeknél azonban nem biztos, hogy az eddigi fogalmi kereteket és hangsúlyokat érdemes követni, hiszen például a „tökéletes” előítéletmentességről kimutattam, hogy lehetetlen és értelmezhetetlen, mivel bizonyos fajta előítéletesség mindig van minden emberben és gépben, mivel így működik a megismerés. Figyelemmel kell lenni az eltérő kultúrákból várható MI-fejlesztési eltérésekre és -alkalmazásokra, például hogy egy keleti ember könnyen bajtársként kezel egy robotot, míg a nyugati picit fél tőle. Az üreslap-modell szerint önmagát kialakító MI veszélyei rámutattak, hogy hogyan negligálhatja egy ilyen technológia az etikai irányelveinket, vagy akár a nemzetközi jogi chartákat.

Az optimálisabb, de az etikátlanabb MI paradoxona. Az előző pont „evidenciáját” kérdőjelezi meg ez a probléma. A kérdés, hogy mi a helyes vezetői döntés, ha egy rivális vagy ellenséges ország bizonyos etikai elveket sértő, de épp ettől hatékonyabban, optimálisabban működő MI-ket használ? Az etikátlanul szerzett előny általános probléma, aminek csak jogi úton, illetve nemzetközi megállapodásokkal lehet elébe menni, de az igazi gondot mindig az ilyen szabály betartatása jelenti. Nincs ez másképp e tekintetben sem, ráadásul a probléma nem elméleti, legjobb példa rá a személyiségi jogok figyelembevétele. Például Kína, ahol ez nem szempont, sokkal nagyobb BigData segítségével taníthatja saját MIKT-rendszereit. Ennek nem csupán adatai, de algoritmusai sem követik az ENSZ irányelveit, ezért az MIKT-t úgy veheti be, hogy a maga állami szempontjából hatékonyabban jár el – ám eközben az emberi alapjogokat sérti. Ez ellen a digitális tekintélyelvűség⁷⁵ terjedelmes szakirodalma sem tud eredményes nyomásgyakorlási módot javasolni. Viszont ebből kikövetkeztethető a baljós irány, amely szerint a hagyományos vagy hibrid katonai műveletek támogatására fejlesztendő titkos MIKT-projektek sem fognak nemzetközi irányelveket figyelembe venni. Követelheti az EU az egyenlőséget (pl. a női fejlesztők számának növelését), ha közben a kínai fejlesztők egy sokkal hatékonyabb MIKT-t használnak egy általános információs és kibertámadásban.⁷⁶ Így a nyugati társadalom meglehetősen ellentmondásos helyzetbe kerülhet: vagy az önmaga által elvárt elvek alapján fejleszt kevésbé optimális MI-t,

⁷⁵ A témáról írt, bőséges szakirodalommal ellátott fejezetet terjedelmi okból ki kellett hagynom, ezért máshol tervezem megjelentetni.

YAYBOKE, Erol – BRANNEN, Samuel: Promote and Build: A Strategic Approach to Digital Authoritarianism. CSIS, Washington, October 2020.

[https://www.csis.org/analysis/promote-and-build-strategic-approach-digital-authoritarianism;](https://www.csis.org/analysis/promote-and-build-strategic-approach-digital-authoritarianism)
letöltés: 2022.12.02.

⁷⁶ Például apró változtatásokkal képesek lehetnek módosítani a közhasználatú információs bázisokat, mondjuk az online jogtárak néhány hónapos hamisításával perek százezreit lesz szükséges megismételni, vagy gazdasági adatok intelligens hamisításával rossz gazdasági döntéseket generálni stb.

így veszélyezteti az országok biztonságát, vagy fel kell adnia az alapját képező elveit. Ez az ellentmondásos helyzet jelen pillanatban feloldhatatlannak tűnik, hiszen a világ területének és népességének nagyobb része tartozik a digitális tekintélyelvűséget képviselő hatalmak érdekszférájába, ahol átveszik ezen hatalmak fejlesztéseit.⁷⁷

IRODALOMJEGYZÉK

ANTALÓCZY Tibor: Így működik a Tesla táblafelismerő rendszere. Villanyautósok, 2020.04.27. <https://villanyautosok.hu/2020/04/27/igy-mukodik-a-tesla-tablafelismero-rendszere/>; letöltés: 2022.12.10.

ATA, Nabil Abu el: What Is Generative Intelligence? URM GROUP, 2018.01.09. <https://urmgrp.com/what-is-generative-intelligence/>; letöltés: 2022.12.28.

BIHALY Barbara: A mesterséges intelligencia felhasználása az információs és kibertérműveletekben – az orosz minta. Hadmérnök, 17. évfolyam 3. szám, 2022. november. pp. 97–107. http://real.mtak.hu/154327/1/07_bihaly_97-107_HM2022_3.pdf; letöltés: 2022.12.16.

BOBÁK Zsófia: A Google „öntudatra ébredt” mesterséges intelligenciáját már a felhasználók tesztelik. Rakéta, 2022.10.23. <https://raketa.hu/a-google-ontudatra-ebredt-mesterseges-intelligencijat-mar-a-felhasznalok-tesztelik/>; letöltés: 2022.12.04.

BODNÁR Zsolt: A Demokratikus AI új módszert talált a közpénzek újraelosztására, és többen szavaztak rá, mint az emberi politikákra. Qubit, 2022.07.05. <https://qubit.hu/2022/07/05/a-demokratikus-ai-uj-modszert-talalt-a-kozpenzek-ujraelosztasara-es-tobben-szavaztak-ra-mint-az-emberi-politikakra/>; letöltés: 2022.12.10.

BOWER, Joseph L. – CHRISTENSEN, Clayton M.: Disruptive Technologies: Catching the Wave. Harvard Business Review, January-February 1995. <https://hbr.org/1995/01/disruptive-technologies-catching-the-wave>; letöltés: 2022.12.28.

CSÉPE, Valéria – GYÖRI Miklós – RAGÓ Anett: Általános pszichológia 1–3. Osiris tankönyvek. Osiris, Budapest, 2008.

CSEPELI György: Ember 2.0 – A mesterséges intelligencia gazdasági és társadalmi hatásai. Kossuth Kiadó, Budapest, 2020.

CSIRMAZ Evelin: LAWS – a gyilkos robotok és a nemzetközi jog. Arsoni, 2018.11.08. <https://arsoni.hu/laws-a-gyilkos-robotok-es-a-nemzetkozi-jog/>; letöltés: 2022.12.16.

DAWSON, Andrew – INNES, Martin: How Russia’s Internet Research Agency Built Its Disinformation Campaign. Political Quarterly, Volume 90, Issue 2, May 2019. pp. 245–456. https://www.researchgate.net/publication/332880738_How_Russia%27s_Internet_Research_Agency_Built_its_Disinformation_Campaign; letöltés: 2022.12.04.

⁷⁷ POLYAKOVA, Alina – MESEROLE, Chris: Exporting digital authoritarianism: The Russian and Chinese Models. Brookings, 2019.08.26. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2019/08/FP_20190827_digital_authoritarianism_polyakova_meserole.pdf; letöltés: 2022.12.16.

- DERVENKÁR István: Előítélet-detektálót csinált az IBM mesterséges intelligenciához. Bitport, 2018.09.20.
<https://bitport.hu/eloiitelet-detektalot-csinalt-az-ibm-mesterseges-intelligenciahoz/>;
letöltés: 2022.12.28.
- Diszruptív. Lexiq.
<https://lexiq.hu/diszruptiv>; letöltés: 2022.12.16.
- DRAGE, Eleanor – MACKERETH, Kerry: Does AI Debias Recruitment? Race, Gender, and AI’s “Eradication of Difference”. *Philosophy & Technology*, Volume 35, Issue 4, 2022.
<https://doi.org/10.1007/s13347-022-00543-1>; letöltés: 2022.12.10.
- ERS-110 Entertainment Robot (1999).
<https://www.sony.com/en/SonyInfo/design/gallery/ERS-110/>; letöltés: 2022.12.16.
- EVELETH, Rose: What Golems and Robots Have in Common? The Last Word On Nothing, 2017.02.10.
<https://www.lastwordonnothing.com/2017/02/10/what-golems-and-robots-have-in-common/>;
letöltés: 2022.12.04.
- FEHÉR András Tibor – NÉGYESI Imre: A gépi érzelmek a fegyveres erőknél és az autonóm rendszerekben. *Hadtudományi Szemle*, 14. évfolyam 3. szám, 2021. pp. 163–176.
http://real.mtak.hu/134632/1/12_Feher-Negyese_163-176_HSZ_2021_3.pdf; letöltés: 2022.12.28.
- FEHÉR András Tibor – NÉGYESI Imre: Mesterségesintelligencia-alapú kibertértámadási modellek. *Műszaki Katonai Közlöny*, 31. évfolyam 3. szám, 2021. pp. 73–87.
<https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/17463>; letöltés: 2022.12.16.
- FLORIDI, Luciano – SANDERS, J. W.: On the Morality of Artificial Agents. *Minds and Machines*, Volume 14, Issue 3, 2004. pp. 349–379.
<https://www.researchgate.net/scientific-contributions/J-W-Sanders-2062794964>;
letöltés: 2022.12.04.
- GREGERSEN, Erik: Moore’s Law. *Encyclopaedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/technology/Moores-law>; letöltés: 2022.11.19.
- HAIG Zsolt: Kibertéri kognitív befolyásolás az információs műveletekben. *Hadtudományi Szemle*, 15. évfolyam 2. szám, 2022. október. pp. 115–130.
<http://real.mtak.hu/152839/1/document.pdf>; letöltés: 2022.12.16.
- HAUSER, Larry: Searle’s Chinese Box: Debunking the Chinese Room Argument. *Minds and Machines*, Volume 7, Issue 2, 1997. pp. 199–226.
<https://doi.org/10.1023/A:1008255830248>; letöltés: 2022.12.10.
- InspiroBot.
<https://inspirobot.me>; letöltés: 2022.12.02.
- KNIGHT, Heather: How Humans Respond to Robots: Building Public Policy through Good Design. *Brookings*, July 2014.
<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2014/07/HumanRobot-PartnershipsR2.pdf>;
letöltés: 2022.12.04.
- KOEBLER, Jason: We Asked MIT Researchers Why They Made a ‘Psychotic AI’ That Only Sees Death. *VICE*, 2018.06.07.
<https://www.vice.com/en/article/xwm5mk/mit-psychotic-ai-rehabilitation>; letöltés: 2022.12.28.

- KOMENCZI Bertalan: John Searle elmefilozófiai gondolkísérlete.
Komenczi Bertalan blogoldala, 2013.10.24.
<http://komenczi.ektf.hu/john-searle-elmefilozofiai-gondolkiserlete/>; letöltés: 2022.12.16.
- KOSTER, Raphael – BALAGUER, Jan – TACCHETTI, Andrea – WEINSTEIN, Ari – ZHU, Tina – HAUSER, Oliver – WILLIAMS, Duncan – CAMPBELL-GILLINGHAM, Lucy – THACKER, Phoebe – BOTVINICK, Matthew – SUMMERFIELD, Christopher: Human-Centred Mechanism Design with Democratic AI. *Nature Human Behaviour*, Volume 6, Issue 10, October 2022. pp. 1398–1407.
<https://doi.org/10.1038/s41562-022-01383-x>; letöltés: 2022.12.16.
- KOVÁCS László: Offenzív kiberműveletek 1.: Az offenzív kiberműveletek természete. *Hadmérnök*, 16. évfolyam 2. szám, 2021. pp. 187–204.
http://real.mtak.hu/128724/1/13_Kovacs_187-204_HM2021_2.pdf; letöltés: 2022.12.10.
- KRAJNC Zoltán (szerk.): *Hadtudományi lexikon. Új kötet.* Dialóg Campus, Budapest, 2019.
<https://rendeszlet.uni-nke.hu/publikaciok/hadtudomanyi-lexikon>; letöltés: 2022.12.04.
- LEE, Nicol Turner – RESNICK, Paul – BARTON, Genie: Algorithmic bias detection and mitigation: Best practices and policies to reduce consumer harms. *Brookings*, 2019.05.22.
<https://www.brookings.edu/research/algorithmic-bias-detection-and-mitigation-best-practices-and-policies-to-reduce-consumer-harms/>; letöltés: 2022.12.02.
- LEENES, Ronald – PALMERINI, Erica – KOOPS, Bert-Jaap – BERTOLINI, Andrea – SALVINI, Pericle – LUCIVERO, Federica: Regulatory challenges of robotics: Some guidelines for addressing legal and ethical issues. *Law, Innovation and Technology*, Volume 9, Issue 1, 2017. pp. 1–44.
<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1304921>; letöltés: 2022.12.30.
- LESSIG, Lawrence: The Law of the Horse: What Cyberlaw Might Teach. *Harvard Law Review*, Volume 113, Issue 2, December 1999. pp. 501–549.
<https://doi.org/10.2307/1342331>; letöltés: 2022.12.28.
- MARR, Bernard: How To Solve AI’s Bias Problem, Create Emotional AIs, And Democratize AI With Synthetic Data. *Forbes*, 2021.05.28.
<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2021/05/28/how-to-solve-ais-bias-problem-create-emotional-ais-and-democratize-ai-with-synthetic-data/>; letöltés: 2022.12.20.
- MIMS, Christopher: Why Japanese Love Robots (And Americans Fear Them). *MIT Technology Review*, 2010.10.12.
<https://www.technologyreview.com/2010/10/12/120635/why-japanese-love-robots-and-americans-fear-them/>; letöltés: 2022.12.30.
- MOOR, James H: The Nature, Importance, and Difficulty of Machine Ethics. *IEEE Intelligent Systems*, Volume 21, Issue 4, July-Aug 2006. pp. 18–21.
<https://doi.org/10.1109/MIS.2006.80>; letöltés: 2022.12.10.
- MORAVEC, Hans: *Bodies, Robots, Minds.* Robotics Institute, February 1995.
<https://frc.ri.cmu.edu/~hpm/project.archive/general.articles/1995/Kunstforum.html>; letöltés: 2022.12.30.
- MORAVEC, Hans: When will computer hardware match the human brain? *Journal of Evolution and Technology*, Volume 1, 1998.
<https://jetpress.org/volume1/moravec.htm>; letöltés: 2022.12.28.
- NAGY Adrienn: A mesterséges intelligencia és a digitalizáció jelentősége és lehetséges hasznosítási területei az igazságszolgáltatásban. *Infokommunikáció és Jog*, XVII. évfolyam 75. szám, E-különszám, 2021. március.

<https://infojog.hu/dr-nagy-adrienn-a-mesterseges-intelligencia-es-a-digitalizacio-jelentoseges-lehetseges-hasznositasi-teruletei-az-igazsagszolgalattasban-2020-2-75-e-kulonszam/>; letöltés: 2022.12.30.

NÉGYESI Imre: A mesterséges intelligencia és az etika. *Hadtudomány*, 30. évfolyam 1. szám, 2020. pp. 103–113. http://real.mtak.hu/109501/1/103-113_Negyesi.pdf; letöltés: 2022.12.16.

New algorithm to teach robots human etiquettes. *The Statesman*, 2017.06.16. <https://www.thestatesman.com/technology/science/new-algorithm-to-teach-robots-human-etiquettes-1497601224.html>; letöltés: 2022.12.02.

Norman. World's first psychopath AI. <http://norman-ai.mit.edu/>; letöltés: 2022.12.10.

PEYCHEV, Momchil – RUOSS, Anian – BALUNOVIĆ, Mislav – BAADER, Maximilian – VECHEV, Martin: Latent Space Smoothing for Individually Fair Representations. *arXiv*, 2021.11.26. <http://arxiv.org/abs/2111.13650>; letöltés: 2022.12.30.

POKOL Béla: A mesterséges intelligencia: egy új légréteg kialakulása? *Információs Társadalom*, 17. évfolyam 4. szám, 2017. pp. 39–53. <https://infvars.infonia.hu/pub/infvars.XVII.2017.4.3.pdf>; letöltés: 2022.12.02.

POLYAKOVA, Alina – MESEROLE, Chris: Exporting digital authoritarianism: The Russian and Chinese Models. *Brookings*, 2019.08.26. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2019/08/FP_20190827_digital_authoritarianism_polyakova_meserole.pdf; letöltés: 2022.12.16.

PORKOLÁB Imre –NÉGYESI Imre: A mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségeinek kutatása a haderőben. *Honvédségi Szemle*, 147. évfolyam 5. szám, 2019. pp. 3–19. <https://honvedelem.hu/images/media/5f2bd1646eeb8298912683.pdf>; letöltés: 2022.12.30.

Prevision.io — Documentation. <https://previsionio.readthedocs.io/fr/latest/index.html>; letöltés: 2022.12.18.

RADÓ Nóra: Méréő László: Ha az önévezető autóm versekről diskurálna, vinném a bontóba. *Qubit*, 2020.10.28. <https://qubit.hu/2020/10/28/mero-laszlo-ha-az-onvezeto-autom-versekrol-diskuralna-vinnem-a-bontoba>; letöltés: 2022.12.10.

RAHWAN, Talal – CRANDALL, Jacob – ISHOWO-OLOKO, Fatimah – RAHWAN, Iyad: Ethics, efficiency, and artificial intelligence. Should we allow machines to impersonate humans? *The Boston Globe*, 2020.01.30. <https://www.bostonglobe.com/2020/01/30/opinion/ethics-efficiency-artificial-intelligence/>; letöltés: 2022.12.21.

REED, Niamh: What is Moravec's paradox and what does it mean for modern AI? *ThinkAutomation*, 2019.09.05. <https://www.thinkautomation.com/bots-and-ai/what-is-moravecs-paradox-and-what-does-it-mean-for-modern-ai/>; letöltés: 2022.12.30.

RÉVÉSZ Béla: Háború a szürke zónában. *Honvédelem*, 2021.12.06. <https://honvedelem.hu/hirek/haboru-a-szurke-zonaban.html>; letöltés: 2022.12.28.

RHUE, Lauren: Beauty's in the AI of the Beholder: How AI Anchors Subjective and Objective Predictions'. *ICIS 2019 Proceedings*, 2019. https://aisel.aisnet.org/icis2019/future_of_work/future_work/15; letöltés: 2022.12.16.

- RIJMENAM, Mark van: What Is Generative AI, and How Will It Disrupt Society? The Digital Speaker, 2022.11.11.
<https://www.thedigitalspeaker.com/what-is-generative-ai-how-disrupt-society/>;
letöltés: 2022.12.02.
- RUSSELL, Stuart J. – NORVIG, Peter – CANNY, John F.: Mesterséges intelligencia – modern megközelítésben. Panem, Budapest, 2005.
- SEROV, Alexander: Subjective Reality and Strong Artificial Intelligence. January 2013.
https://www.researchgate.net/publication/235221450_Subjective_Reality_and_Strong_Artificial_Intelligence; letöltés: 2022.12.10.
- SILBERG, Jake – MANYIKA, James: Tackling bias in artificial intelligence (and in humans). McKinsey Global Institute, 2019.06.06.
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/tackling-bias-in-artificial-intelligence-and-in-humans>; letöltés: 2022.12.30.
- SKWIOT, Suzee: How AI & AR Technologies Are Changing the Beauty Industry. Perfect, 2020.12.29.
<https://www.perfectcorp.com/business/blog/general/how-ai-and-ar-innovation-are-changing-the-beauty-tech-industry>; letöltés: 2022.12.02.
- SOMODI Zoltán – KISS Álmos Péter: A hibrid hadviselés fogalmának értelmezése a nemzetközi szakirodalomban. Honvédségi Szemle, 147. évfolyam 6. szám, 2019. január. pp. 22–28.
<https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/honvszemle/article/view/207/199>;
letöltés: 2022.12.30.
- STIGLITZ, Joseph E.: How the US Could Lose the New Cold War. Project Syndicate, 2022.06.17.
<https://www.project-syndicate.org/commentary/us-squandering-soft-power-appeal-in-cold-war-with-china-by-joseph-e-stiglitz-2022-06>; letöltés: 2022.12.16.
- TAKSÁS Balázs: Újjászülető hadiipar. Haditechnika, LV. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 57–61.
http://real.mtak.hu/121799/1/HT_2021-1_cikk_11.pdf; letöltés: 2022.12.30.
- The Ethics of Artificial Intelligence: Issues and Initiatives. European Parliament, 2020.03.11.
[https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU\(2020\)634452](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU(2020)634452);
letöltés: 2022.12.10.
- VAITHIANATHAN, Rhema – KULICK, Emily – BENAVIDES-PRADO, Diana: Allegheny Family Screening Tool: Methodology, Version 2. Centre for Social Data Analytics, Auckland, April 2019.
<https://csda.aut.ac.nz/research/our-publications/2019/allegheny-family-screening-tool-methodology,-version-2>; letöltés: 2022.12.02.
- VARSHNEY, Kush R.: Introducing AI Fairness 360. IBM, 2018.09.19.
<https://www.ibm.com/blogs/research/2018/09/ai-fairness-360/>; letöltés: 2022.12.30.
- WYATT, Jeremy L. – PETERS, Dean D. – HOGG, David C. (szerk.): From Animals to Robots and Back: Reflections on Hard Problems in the Study of Cognition. Cognitive Systems Monographs 22. Springer, Cham, 2014.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-06614-1>; letöltés: 2022.12.16.
- YAYBOKE, Erol – BRANNEN, Samuel: Promote and Build: A Strategic Approach to Digital Authoritarianism. CSIS, Washington, October 2020.
<https://www.csis.org/analysis/promote-and-build-strategic-approach-digital-authoritarianism>;
letöltés: 2022.12.02.

GYARAKI RÉKA

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE ÉS FEJLESZTÉSÉNEK SZÜKSÉGESSÉGE A JOGALKALMAZÁSBAN

Bevezetés

A mesterséges intelligencia (MI) alkalmazhatóságának lehetőségét ebben a tanulmányban leginkább a jogalkalmazás tekintetében, annak fejlesztésének szükségességében vizsgálom, így a rendvédelemben (mind az adatbázisok területén, mind pedig a rendészettudományi kutatásokra), a forenzikus tevékenységben, a bíróságokon, a börtönökben és az állami szerveknél.

A hipotézis alapja pedig, hogy Magyarországon az MI-t még korlátozottan alkalmazzák, de használatát egyre szélesebb körben szorgalmazzák.¹ Leginkább az egészségügyben,² a gyógyászatban használják, de egyre inkább előtérbe kerül a pénzügyi szektorban,³ a kommunikációban⁴ és más szolgáltatások körében is.

Az MI alkalmazásának feltétele pedig a jogszabályi háttér megteremtése, ami kialakíthatja a mesterséges intelligencia használatával összefüggő biztonságot mind a jogalkalmazóknál, mind pedig az azzal kapcsolatba kerülő ügyfeleknél.

Ugyanakkor – mint minden újítás esetében – ettől is lehetnek félelmek, így például az az általános felfogás, hogy a gép átveszi az emberi tevékenységet, vagyis helyettesíti az embert, illetve az, hogy túlnő az emberen, vagyis a felhasználón.

Első körben megvizsgálom, hogy hazánkban hol alkalmaznak MI-t már és a jogalkalmazás mely területei vizsgálják annak lehetőségét, hogy hogyan lehetne ott bevezetni. Emellett megvizsgálom és összehasonlítom azokat a külföldi MI-alkalmazásokat, ahol már jól működik, és bemutatom az adott ország jogszabályi hátterét.⁵

¹ Így például a rendvédelem által a tanulmányban is bemutatott MIA-rendszer is MI-alapú.

² A Semmelweis Egyetem Bőr-, Nemikórtani és Bőronkológiai Klinika teledermatológiai szolgáltatása új mesterséges intelligencia alapú bőrgyógyászati diagnosztikai rendszere, az AIP Derm. Teledermatológia Ambulancia.

<https://semmelweis.hu/borklinika/teledermatologia-ambulancia-tavborgyogyaszat/>; letöltés: 2022.11.06.

³ A mesterséges intelligencia a pénzügyi szolgáltatások új mozgatórugója: Főszerephez jut a mesterséges intelligencia a pénzügyi szolgáltatások terén. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/hu/hu/pages/penzintezetek/articles/mesterseges-intelligencia-penzugyi-szolgáltatások.html>; letöltés: 2022.12.01.

⁴ Munkába állt VANDA, az első virtuális üzleti asszisztens Magyarországon. Telekom, 2018.12.11.

https://www.telekom.hu/rolunk/sajtoszoba/sajtokozlemenyek/2018/december_11; letöltés: 2022.12.01.

⁵ Igyekszem törekedni arra, hogy lehetőleg egy ország szabályozásával hasonlítsam össze a magyar szabályozási hátteret, de ahol az MI szintén nincs még alkalmazva, akkor egy másik országot veszek alapul.

A jogalkalmazás területén alkalmazható MI azon területét vizsgálom, amely a rendvédelem egyes területén segítséget nyújthat abban, hogy egyrészt az egyes bűncselekmények felderítését felgyorsítsák, másrészt azokat megkönnyítsék, harmadrészt pedig hozzájáruljon az egyes bűncselekmények megelőzéséhez (bűnmegelőzés).

Az MI fejlődésével megjelent az igény arra, hogy a jogalkalmazásban – így a bíróságokon, az ügyészségeken és a jogalkotásban – is alkalmazzák ezt az új technológiát.

A mesterséges intelligenciáról röviden és szükséges mértékben

A mesterséges intelligencia fogalma az Európai Bizottság közleménye szerint: „*a mesterséges intelligencia intelligens viselkedésre utaló rendszereket takar, amelyek konkrét célok eléréséhez elemzik a környezetüket és – bizonyos mértékű autonómiával – intézkedéseket hajtanak végre*”.⁶

Az Európai Unió a tanulmány befejezése előtt fogadta el az MI-rendszerekkel kapcsolatos jogi szabályozás javaslatát, amiben többek között meghatározták, hogy mi tekinthető mesterséges intelligenciának: „*az MI-rendszereknek képeseknek kell lenniük arra, hogy gépi és/vagy humánalapú adatok és bemeneti adatok alapján gépi tanulási és/vagy logikai és tudásalapú megközelítések alkalmazásával levezethessék az emberek által számukra kitűzött végcélok elérésének módját, és olyan kimeneteket állítsanak elő, mint a generatív MI-rendszerek számára készített tartalom (pl. szöveg, videó vagy képek), előrejelzések, ajánlások vagy döntések, amelyek akár fizikai, akár digitális dimenziójában befolyásolják a rendszerrel kölcsönhatásban lévő környezetet. Az olyan rendszer, amely kizárólag természetes személyek által meghatározott szabályokat használ műveletek automatikus végrehajtására, nem tekinthető MI-rendszernek.*”⁷

A javaslatban megfogalmazottak szerint a „mesterségesintelligencia-rendszer” olyan rendszer, amelyet úgy terveztek, hogy autonóm elemeket is alkalmazva működjön, és amely gépi és/vagy ember által szolgáltatott adatok és bemeneti adatok alapján – gépi tanulást és/vagy logikai és tudásalapú megközelítéseket alkalmazva – kikövetkezteti, hogyan érhető el a célok egy adott csoportja, és a rendszer által generált kimeneteket hoz létre, például olyan tartalmakat (generatív MI-rendszerek), előrejelzéseket, ajánlásokat vagy döntéseket, amelyek befolyásolják azokat a környezeteket, amelyekkel az MI-rendszer kölcsönhatásba lép.⁸

⁶ „Artificial intelligence (AI) refers to systems that display intelligent behaviour by analysing their environment and taking actions – with some degree of autonomy – to achieve specific goals”.

A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának – Mesterséges intelligencia Európa számára. COM (2018) 237 final/2, Brüsszel, 2018.6.26.

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0237R\(01\);](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0237R(01);) 2022.10.28.

⁷ Javaslat – Az Európai Parlament és a Tanács rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok (a mesterséges intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról és egyes uniós jogalkotási aktusok módosításáról – Általános megközelítés. Brüsszel, 2022.11.25.

<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14954-2022-INIT/hu/pdf;> letöltés: 2022.12.22.

⁸ Uo. 3. cikk. Fogalommeghatározások. 1. pont.

Ahogy Kollár Csaba rámutatott, a mesterséges intelligenciát sokszor tévesen azonosítják a robotikával, ami tulajdonképpen az MI fizikai ágense. Az MI a robotokban testesülhet meg, így lehet humanoid, android vagy animoid.⁹ Éppen ezért Asimov törvényét gyakran hangoztatják az MI-alapú rendszereknél. Egyes vélemények szerint a mesterséges intelligenciánál az Asimov-törvényt nem kell alkalmazni, míg az Európai Parlament és Tanács 2016/679 rendeletének 25. cikke előírja, hogy mind az adatkezelés módjának meghatározásakor, mind pedig az adatkezelés során olyan megfelelő technikai és szervezési intézkedéseket kell végrehajtani, amelyek célja egyrészt az adatvédelmi elvek, például az adattakarékosság hatékony megvalósítása, másrészt az e rendeletben foglalt követelmények teljesítéséhez és az érintettek jogainak védelméhez szükséges garanciák beépítése az adatkezelés folyamatába, az ún. „*privacy by design*”.

A mesterséges intelligenciának alapvetően két típusát lehet megkülönböztetni:

- a szoftveralapú mesterséges intelligencia: beszéd- és arcfelismerő rendszerek, képelemző szoftverek és a virtuális asszisztensek;
- fizikai robotok: önvezető autók, drónok és az IoT-eszközök.

A külföldi és a hazai rendvédelmi szerveknél mind a két típus ismert, hiszen nem ismeretlen a közutakon a gépjárművek sebességét megfigyelő és rögzítő drónok használata vagy az igazoltatás során alkalmazott testkamerák, míg például a bíróságon (is) alkalmazzák már a szövegleiratozó szoftvert.

Az MI használata mellett szól, hogy kényelmesebb, mint a felhasználók manuálisan végzett tevékenysége, ugyanakkor ahogy az Európai Unió is többször rámutatott, az MI használata során „*a mesterséges intelligenciára vonatkozó európai keretet az Európai Unió Alapjogi Chartájában foglalt jogok, különösen az adatvédelemre, a magánélet védelmére és a biztonságra vonatkozó elvek maradéktalan tiszteletben tartásával kell kidolgozni.*”¹⁰

Az Európai Unió a mesterséges intelligencia iparpolitika területével kiadott állásfoglalása szerint „*az MI területén történő fejlesztéseket olyan módon lehet és kell kialakítani, hogy megőrizhető legyen az egyén méltósága, autonómiája és önrendelkezési joga.*”

A megbízható mesterséges intelligencia európai megközelítése

A mesterséges intelligenciára vonatkozó új szabályokat valamennyi tagállamban azonos módon, közvetlenül kell alkalmazni. A szabályok kockázatalapú megközelítésen alapulnak, amelyet az új javaslat II. melléklete tartalmaz.

⁹ KOLLÁR Csaba: A mesterséges intelligencia kapcsolata a humán biztonsággal. Nemzetbiztonsági Szemle, 6. évfolyam 1. szám, 2018. pp. 5–23.
http://epa.niif.hu/02500/02538/00022/pdf/EPA02538_nemzetbiztonsagi_szemle_2018_01_005-023.pdf;
letöltés: 2022.12.28.

¹⁰ Az Európai Parlament 2019. február 12-i állásfoglalása a mesterséges intelligenciára és a robotikára vonatkozó átfogó európai iparpolitikáról (2018/2088(INI))
https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2019-0081_HU.html; letöltés: 2022.11.25.

Elfogadhatatlan kockázatúak és egyúttal tiltottak is azok az MI-rendszerek, amelyek egyértelműen veszélyeztetik az emberek biztonságát, megélhetését és jogait. Idetartoznak az olyan MI-rendszerek vagy -alkalmazások, amelyek a felhasználók szabad akaratának megkerülése érdekében manipulálják az emberi viselkedést, és az olyan rendszerek alkalmazása is tiltott, amelyek lehetővé teszik a kormányoknak az állampolgárok társadalmi pontozását.

A javaslat III. számú melléklete összesen nyolc kategóriába sorolja a magas kockázatú MI-rendszereket:

- a biometria területén;
- a kritikus infrastruktúráknál, amelyek veszélyeztethetik az állampolgárok életét és egészségét;
- az oktatás és a szakképzés területén alkalmazott MI-rendszerek, amelyek meghatározhatják az egyes személyek hozzáférését az oktatáshoz és a szakmai képzéshez;
- hozzáférés a foglalkoztatáshoz, a munkavállalók irányításához és az önfoglalkoztatáshoz;
- hozzáférés alapvető magán- és közszolgáltatásokhoz és ellátásokhoz és ezek igénybevételéhez:
 - a bűnüldözés;
 - a migrációkezelés, a menekültügy és a határellenőrzés;
 - az igazságszolgáltatás és a demokratikus folyamatok területén.

A mesterséges intelligencia kockázataira tekintettel a rendszerre vonatkozó dokumentációnak a műszaki leírást és egyéb, a javaslatban meghatározott információ ismeretét kell tartalmaznia, ezzel biztosítva az ellenőrzés lehetőségét.

A mesterséges intelligencia kiemelkedő fontosságát az Európai Unió számára nemcsak a kutatások és a projektek mutatják, hanem az egyik olyan téma fejlesztése iránti igény, amellyel a tanulmányban is foglalkozom, az MI-rendszerek szabályozásának a megteremtése, amely ezáltal biztonságossá, átláthatóvá és elfogultságmentessé teszi a technológiát.

A mesterséges intelligencia használata általában

A mesterséges intelligencia használata számos területen található meg. Így az információs eszközökben, mint a mobiltelefonok digitális asszisztensei, okosórák, gépjárműveknél, mezőgazdaságban, okosotthonok eszközeiben, de ugyanúgy megtalálható az internetes keresőknél, a pénzügyi intézetek az ügyfelek internetes bankolása során,¹¹

¹¹ Kiss Melinda: Rekordbírságot kapott egy hazai bank mesterséges intelligencia használata miatt. Index, 2022.04.05.
<https://index.hu/gazdasag/2022/04/05/rekordbirsagot-kapott-egy-hazai-bank-mesterseges-intelligencia-hasznalat-miatt/>; letöltés: 2022.10.11.

online vásárláskor, valamint gépi fordítás alkalmazásánál a felhasználók szintén az MI-t használják. Ugyanakkor az MI-ről nemcsak a kényelmi funkcióknál beszélhetünk, hanem az MI veszélyeiről is.

A mesterséges intelligencia által gyűjtött adatok, vagy a tévesen ráengedett adatok, esetleg feltört rendszerek alkalmasak lehetnek arra, hogy mind a felhasználók digitális létének biztonságát, mind pedig a fizikai biztonságát veszélyeztessék.

Ahogy azonban minden IT-eszköz vagy -rendszer esetében, a mesterséges intelligenciánál nem a klasszikus filmekben megjelent robotot és annak alkalmazását kell elképzelni, amikor a felhasználási területről beszélünk. Nem a szélsőséges példákat kell felhozni, mint például Sophia esetét, „aki” 2017-ben állampolgárságot is kapott,¹² hanem azokat a szoftvereket, amelyek képesek lehetnek az emberi intelligenciához hasonló műveletek elvégzésére, sokszor anélkül, hogy azt a fizikai térben látnák.

A mesterséges intelligenciával kapcsolatos vizsgálatok jó része annak szabályozásából (a szabályozás hiányosságából), a felhasználásának jelenlegi és jövőbeli területéből, valamint a felhasználásának etikai és szociológiai kérdéseiből áll.

A mesterséges intelligencia felhasználási területei jelenleg Magyarországon a magyar mesterségesintelligencia-stratégia szerint:

- távközlés;
- bank és biztosítási szektor;
- kiskereskedelem;
- közlekedés és logisztika;
- gyártás;
- agrárium;
- energetika;
- egészségügy;
- államigazgatás.

Ezeket a területeket jelenleg még nem teljes mértékben és nem minden folyamatban jelenik meg a mesterséges intelligencia alkalmazása, és arról sem beszélhetünk, hogy tökéletesen működik.

A chatbot – például a kormányzati ügyfélvonal a 1818-as telefonszámon elérhető – segíti az ügyfeleket a személyes megjelenés helyett az elektronikus ügyintézésben, továbbá megkönnyíti ügyintézését végző személyek munkáját például az emberi nyelv feldolgozásával.

¹² Sophia egy mesterséges intelligenciával rendelkező humanoid robot, aki például gondolkodik és gyereket szeretne.
The Human-like AI Robot Sophia Wants to Become a Mother. Analytics Insight, 2021.11.30.
<https://www.analyticsinsight.net/the-human-like-ai-robot-sophia-wants-to-become-a-mother/>; letöltés: 2022.11.11.

Az egészségügyben is hatással volt a 2020-ban megjelenő pandémia, valamint a képkalkotó diagnosztikában is nélkülözhetetlen segítség. Egyik legnépszerűbb és legismertebb alkalmazása a különböző bőrbetegégek és a rákos jellegű anyajegyek felismerésére fejlesztett orvostechonikai szoftver, amelynek segítségével a páciens által beküldött kép alapján segít azonosítani az esetleges problémát, ami indokolttá teszi az orvoshoz fordulást vagy épp csökkenti az orvosi ellátások számát.¹³

A másik segítség lehet a képkalkotó diagnosztikában a leletek értékelésére és az apró vagy szemmel nem látható elváltozások felismerése, illetve az emberi hiba által rosszul sikerült diagnosztikára szolgáló képek leváltása, az MI által készített radiológiai vagy MRI-képek készítése és kiértékelése.¹⁴

A bank- és a biztosítási szektorban alkalmazható MI kérdése azonban több adatvédelmi aggályt is felvet. Az MI döntéstámogató felhasználása igen jól alkalmazható, de csak bizonyos szabályok betartása mellett. Ahogy majd a későbbiekben látjuk, a pénzüzetek ennek a technológiának az alkalmazását mégis sokszor szabadabban értelmezik, és vissza is élnek vele.¹⁵

A közlekedés és a logisztika területén főleg az önvezető járműveket és az értékesítéseket emelhetjük ki, de ezek még leginkább a jövőben fognak megmutatkozni. Ugyanakkor már hazánkban is megjelent az okosváros iránti igény, ami még messze elmarad az elvárt fejlődéstől.

A kereskedelmi területeken az áruk és készletek iránti igényre, raktárkészletek mennyiségének jelzésére, készletek kifogyásának előrejelzésére stb. alkalmas a mesterséges intelligencia. Ugyanakkor a stratégia ideveszi a célzott reklámot is, amely a vásárlók döntésének befolyásolására alkalmas lehet.

A mesterséges intelligencia alkalmazása az iparon kívül

Ahogy a napi hírekből, a minket körülvevő újításokból látjuk, az MI alkalmazása már nemcsak az azt fejlesztő területeken dolgozókat, a kutatókat, mérnököket vagy a filmeseket, sci-fi-írókat érinti, hanem már megjelent az átlagemberek használatában is. Nemcsak az önvezető autók, az okoseszközökkel kapcsolatos intelligens asszisztensek, az egyes országoknál a repülőtereken, majd az országban történő mozgásunkat figyelő rendszerek ilyenek, de a szolgáltatók „ügyfélkezelő” asszisztenseivel is találkozunk.

¹³ CSATÁRI-FÖLDVÁRY Eszter: Mesterséges intelligencia segíti a bőrbetegségek felismerését a Semmelweis Egyetemen (frissítve). Semmelweis Médiasarok, 2022.03.24.
<https://semmelweis.hu/mediasarok/2022/03/24/mesterseges-intelligencia-segiti-a-borbetegsegek-felismereset-a-semmelweis-egyetemen/>; letöltés: 2022.11.12.

¹⁴ YEE, Kate Madden: AI extracts more data from single-energy CT. AuntMinnie, 2020.10.22.
<https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=log&itemID=130564>; letöltés: 2022.10.23.

¹⁵ Egy magyarországi pénzügyi tevékenységet folytató pénzüzetet a telefonos ügyfélszolgálatát által az ügyfelekkel folytatott beszélgetéseket rögzítette, majd elemezte az ügyfelek érzelmi állapotát és elégedettségét a telefonos ügyintézéskor (profilozás). A hangalapú elemzés célja, hogy a valószínűleg elégedetlen ügyfeleket visszahívták. A pénzüzetet ilyen irányú gyakorlatát a NAIH súlyos bírsággal díjazta. NAIH-85-3-2022 határozat, 2022.02.08.
<https://www.naih.hu/hatarozatok-vegzesek?download=517:mesterseges-intelligencia-alkalmazasanak-adatvedelmi-kerdesei>; letöltés: 2022.08.01.

Az MI-fejlesztéseknek köszönhetően már képesek kommunikálni, a begyűjtött adatok segítségével navigálni és jelezni a dugót vagy lezárásokat. Megjelentek a Robocopok, vagyis az MI-alapú robotrendőrök. Ezek a robotrendőrök leginkább a rendőrség munkáját az utcán segítik (például Dél-Koreában vagy Szingapúrban), és esetenként hazánkban is, „asszisztensként” van segítségre a rendvédelmi munka során.

A fent csak említési szinten felsorolt alkalmazhatóság mellett az MI a jogalkotókat is elkezdte foglalkoztatni. Foglalkoztatja szűk részben a használatának lehetősége egyes területeken (a bírósági használata, pl.: Digitális Bírósági Projekt, online bíróságok, online vitarendezés stb., a rendvédelmi célú használata), és tágabb területen a már használatban lévő MI-k jogi szabályozásnak való megfelelése, valamint a jövőben alkalmazható MI-k jogi szabályozása.¹⁶

Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiája 2020–2030

Magyarország Mesterséges Intelligencia Stratégiájáról csak érintőlegesen ejtek pár szót, hiszen a tanulmány szempontjából szükséges jogalkalmazási szempontokkal nem foglalkozik, csak áttekinti az elsődleges lépcsőfokokat, az MI jelenlegi helyzetét hazánkban és a jövőbeli kihívásokat.

Jogalkalmazás és a mesterséges intelligencia

Ahogy az előző pontban is említettem, már az életünk számos területén találkozhatunk az MI-vel. Az alkalmazhatóságának elsődleges kritériuma, amiről nem szívesen beszélünk, a pénz, vagyis az a költség, amibe egy ilyen rendszer kerül, valamint annak folyamatos naprakészen tartása.

A másik kritériumként említhető a humán tényező. Az MI-t használó szervezetek alkalmazottainak felkészítése, oktatása, a rendszer pozitívumainak megismerése és magabiztos használata, a megbízható alkalmazáshoz szükséges szabályok, előírások betartása, a megfelelő adatok bevitel.

A harmadik szintén humán tényező. Azon felhasználók számára, akik nem napi szinten találkoznak az MI-vel, viszont ügyintézéskor, közlekedésben, egészségügygel összefüggő kérdések során könnyíti a kapcsolatfelvételt és a kérések, segítség igénybevitelének szükségességét, ezáltal csökkentve a fölösleges ügyintézési és adminisztrációs terheket.

Az MI működéséhez szükséges a megfelelő minőségű adat, és annak megszerzése, felhasználása az MI betanításához a jogalkalmazás elengedhetetlen feltétele. Mire is gondolok? Az alapadataink, azaz a személyes adataink az állam és a hatóságok rendelkezésére állnak. Mi a nevünk, mikor és hol születtünk, anyánk neve, lakcímünk, az néhány évente készített fénykép rólunk a személyigazolvány, a

¹⁶ A jogalkotókat és a mesterséges intelligenciával foglalkozó jogászokat, jogalkalmazókat erősen foglalkoztatja, hogy milyen területen lehet használni az MI-t, annak megvan-e a jogszabályi háttere, és milyen következményei lehetnek a szabályozatlanságnak, ki a felelős az MI nem megfelelő működéséért stb.

vezetői engedély, az útleveél stb. elkészítéséhez, rendelkezünk-e gépjárművel. A többi adat – van-e hitelünk, mennyit költünk és mennyi a jövedelmünk, milyen betegségünk van, vagy milyen orvosi vizsgálaton estünk át, és persze annak eredménye – már olyannyira személyes adat, hogy annak megismeréséhez a hatóságnak is megalapozott indokra és ügyészi engedélyre van szüksége.

Mit várunk el a mesterséges intelligenciától a jogalkalmazás területén? Azoknak a lehetőségeknek, hibáknak a csökkentését, amelyek az emberi tényezőkből, tulajdonságokból fakadnak, így az előítélet-mentesség, a pontosság, a felelős döntéshez történő hozzájárulás.

A fenti felsorolásnál megjelenik a felelősség kérdése is, hiszen az MI a rendelkezésére álló adatokból képes dönteni. A hibás döntéseknél viszont joggal vetődik fel a kérdés, hogy ki/mi és milyen arányban viseli a hibáért bekövetkezett kárt.

Ehhez szükséges első körben megvizsgálni, hogy jogilag mi is a mesterséges intelligencia. Az MI Eszteri Dániel egyik tanulmányában meghatározottak szerint nem más, mint számítógépes programok és szoftver.¹⁷ Első körben – ahogy már több szakirodalom is kifejtette – egy szoftver, amit egyelőre előállítanak és nem önmagát állítja elő (az majd egy érdekes szerzői jogi kérdést vethet fel, amikor az MI további szoftvert vagy MI-t állít elő). Hogy mit is értünk szoftver alatt, azt mindenképpen az Szjt.-ben kell keresni. Eszteri további meghatározása: informatikai szempontból számítógépes programok, folyamatok és esetlegesen a számítógépes rendszer üzemelésére vonatkozó dokumentációk és adatok összességét jelenti.¹⁸

Mivel az MI szoftver és számítógépes program, így felmerül a felelősség kérdése, vagyis ki a felelős a szoftverrel összefüggő károkozásért, vagyis ki lesz a felelős, amikor a szoftverben olyan hiba van, amely miatt az a rendszer sérülékenységével jár vagy pedig a rendszer másnak kárt okoz.

A szoftverekre vonatkozóan – azaz amikor hibás a szoftver és emiatt nem megfelelően működik vagy kárt okoz az eszközben – a termékfelelősség intézményére vonatkozó szabályozást kell alkalmazni.¹⁹ A szoftverre vonatkozó szabályozás – bár annak fogalma és jogi védelme egyértelműen a szerzői jogról szóló törvényben van meghatározva – első körben a Polgári Törvénykönyvben található termékfelelősség szerint történik, mert termékként kerül meghatározásra.²⁰

¹⁷ ESZTERI Dániel: A mesterséges intelligencia fejlesztésének és üzemeltetésének egyes felelősségi kérdései. Infokommunikáció és Jog, XII. évfolyam 62–63. szám, 2015. június–szeptember. pp. 47–57. <http://real.mtak.hu/97079/1/eszteri.mi.felelosseg.final.pdf>; letöltés: 2022.12.28.

¹⁸ Uo.

¹⁹ Először a termékfelelősségről szóló 1993. évi X. törvényben, majd azt követően a termékfelelősség szabályozása átkerült a polgári törvénykönyvről szóló 2013. évi V. törvénybe (Ptk.).

1993. évi X. törvény a termékfelelősségről.

<https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99300010.TV>; letöltés: 2022.12.02.

2013. évi V. törvény a Polgári Törvénykönyvről. (Ptk.)

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1300005.tv>; letöltés: 2022.12.02.

²⁰ Ptk. 6:551. § [A termék]. Termék minden ingó dolog, akkor is, ha utóbb más dolog alkotórészévé vált.

A fent már említett Szjt. a szoftverre és a számítógépes programra jogi oltalmat és védelmet állapít meg, ugyanakkor az annak hibájából bekövetkezett kárral kapcsolatos szabályozással újfent a Ptk. foglalkozik. A termékfelelősség, pontosabban a termékkár²¹ jogi szabályozása a hibás termék által okozott halál, testi sérülés, vagy egészségkárosodás, vagy ha más dologban következett be a kár esetén érvényesíthető. Vagyis a gondolatot folytatva, a mesterségesintelligencia-termék a szoftver, és annak az „előállítója” (a gyártó) az, aki a végterméket, a részterméket, az alapanyag-előállítását végzi, illetve gyártóként tünteti fel magát.²²

A jelenlegi Ptk. – amennyiben az EU által megfogalmazott MI-definíciót alkalmazzuk – nem megfelelő az MI alkalmazása során okozott kárfelelősség megállapítására és a felelősségre vonásra, hiszen a rendszer bizonyos mértékű autonómiája és az abból fakadó hiba, valamint az emberi beavatkozás lehetősége már megkérdőjelezheti a gyártói felelősséget.

Ugyanakkor figyelemre méltó Eszteri Dániel okfejtése, amikor kiemeli, hogy a mesterséges intelligenciára mint szoftverre az Szjt. azon rendelkezéseit kell alkalmazni, hogy amikor valaki megvásárol egy szoftvert, akkor meg kell kötnie egy általános felhasználói szerződést (jellemzően annak telepítésekor az „elfogadom”-ra klikkel), és ezzel a felhasználó elfogadja sok esetben azt, hogy a felhasználó felel a felhasználó által önmagának vagy harmadik személynek a szoftver használatával összefüggésben okozott károkért, nem pedig a szerző (vagy forgalmazó).²³

Ugyanakkor nemcsak a termékfelelősség, hanem a veszélyes üzemi felelősség kérdése is felmerül. Bár a Ptk. nem határozza meg a veszélyes üzem fogalmát, mégis utal rá: ilyen a veszélyes állapot, környezet, vasút, villamos művek, drónok, robotok stb.,²⁴ vagyis nem magában az eszközben, hanem a teljes tevékenységi-működési körben beálló rendellenesség/kár/ok a releváns.

A másik felmerülő jogi probléma a mesterséges intelligencia gépi tanulásához szükséges adatok bevitele, az adatkezelő fogalma.

Az Európai Bizottság 2022-ben konzultációt indított a termékfelelősség kérdésével összefüggésben a hibás termékekért való felelősségre vonatkozó tagállami törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezések közelítéséről szóló (85/374/EGK) tanácsi irányelv értékelése során azonosított kérdések relevanciájának megerősítése miatt. A tanácsi irányelv a használt technológiától függetlenül minden ingó termékre vonatkozik, ezért a mesterséges intelligencián alapuló termékekre is alkalmazandó. Az irányelv értékelése azonban feltárta, hogy a jogszabályban használt fogalmak elavultak, ezért az irányelv nehezen alkalmazható a digitális és a

²¹ HAJNAL Zsolt: A hibás termékekért való felelősség rendszere és szabályai Európában. Debreceni Jogi Műhely, XV. évfolyam, 1–2. szám, 2018. július.

<https://ojs.lib.unideb.hu/DJM/article/view/6906/6355>; letöltés: 2022.12.30.

²² Ptk. 6:553. § [A gyártó].

²³ SIMON, Dávid: A szoftverrel kapcsolatos egyes felelősségi kérdések. Infokommunikáció és jog, 2. évfolyam 7. szám, melléklet, 2005. június. pp. 11–13.

https://infojog.hu/wp-content/uploads/pdf/200507_melleklet.pdf; letöltés: 2022.12.28.

²⁴ Ptk. 6:535. § [A veszélyes üzemi felelősség].

körforgásos gazdaság termékeire.²⁵ Ezzel a konzultációval igyekszik a technológia és a digitalizáció fejlődésével beállt változásokra reagálni és az egyre terjedő MI-alkalmazás által felmerült károkozás révén a kártérítés, kártalanításra jogosult fogyasztók könnyebb kártalanítása miatt, továbbá a technológiai változás hozta termékek iránti bizalom megerősítése céljából.²⁶

A mesterséges intelligencia a jogalkalmazás egyes területein

Az MI előzőekben, a Stratégiában felsorolt lehetőségek mellett a jogalkalmazás – sőt egyes hírek szerint már akár a jogalkotás – területén is alkalmazható a mesterséges intelligencia, leginkább azokban a döntési helyzetekben, amikor felmerül a biztonság megteremtésének kérdése (veszélyre figyelmeztetés, előrejelzés, segítség). A biztonság minden társadalom alapvető igénye, így az is alapvető igény, hogy azokra a helyzetekre, amikor az veszélybe kerül, akkor jogalkotói és jogalkalmazói szinten megtörténjen a reagálás.

A jogalkalmazói területen történő alkalmazás során számtalan kérdés merül fel, így az adott rendszer/softver bizalmassága, vagyis nemcsak annak vizsgálata, hogy a mesterséges intelligencia a felhasználók számára könnyen alkalmazható-e, hanem mennyire megbízható az adott technológia/gyártó, és mennyire feleltethető meg az adott jogszabályi környezetben, és nem utolsósorban a magánélet védelme és annak tiszteletben tartása.

A mesterséges intelligencia jogalkalmazásban történő felhasználása során az Alaptörvényben lefektetett emberi jogokra tekintettel kell lenni, így annak alkalmazása nem lehet diszkriminatív, nem befolyásolhatja a személyek döntését és nem torzíthat.

A bíróság és az MI

Sokszor felmerült már a kérdés, hogy az MI helyettesítheti-e a bírót? Először mindenkinek a bírók helyettesíthetősége az MI-vel vagy robotbírókkal jut eszébe. A hazai szabályozás miatt ez értelemszerűen még nem lehetséges, vagyis egy-egy bírósági tárgyalás során jelenleg nincs esély arra, hogy robotok döntsenek polgári peres eljárásban, büntetőügyekben vagy egy közigazgatási per során. A bírók az ítélezés során objektíven, az ügy valamennyi körülményeit figyelembe véve járnak el, amire a mesterséges intelligencia is képes, de csak egy bizonyos mértékig. Egy évvel ezelőtti kísérletben²⁷ két egyetem kutatói az Európai Emberi Jogi Bíróság

²⁵ A termékfelelősségről szóló irányelv – A felelősségi szabályok hozzáigazítása a digitális korhoz, a körforgásos gazdasághoz és a globális értékláncokhoz.
https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12979-Civil-liability-adapting-liability-rules-to-the-digital-age-and-artificial-intelligence/public-consultation_hu; letöltés: 2022.12.15.

²⁶ A Bizottság jelentése a Tanácsnak, az Európai Parlamentnek és az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak a hibás termékekért való felelősségre vonatkozó tagállami törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezések közelítéséről szóló (85/374/EGK) tanácsi irányelv alkalmazásáról. COM(2018) 246 final, Brüsszel, 2018.5.7.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0246&from=EN>;
letöltés: 2022.12.15.

²⁷ AI predicts outcomes of human rights trials. University of Sheffield, 2016.10.24.
<https://www.sheffield.ac.uk/news/nr/artificial-intelligence-predicts-outcomes-human-rights-trials-study-1.656915>; letöltés: 2022.12.16.

előtt már lezárt ügyeket vizsgálták meg MI-vel és hasonlították össze annak kimenetelét a bírói ítélettel. Ez alapján megállapították, hogy az MI két hasonló ügyben hibás előrejelzést is adott,²⁸ vagyis nem képes egy-egy jogi minősítésének kisebb minősítésében való eltérését érzékelni.

A mesterséges intelligencia lehetőségei közül a hazai bíróságok jelenleg a *Globalspeechet* használják, ami egy beszélőfüggetlen, hangfelismerő és jegyzőkönyvleíró szoftver, amelynek segítségével jegyzőkönyvet, feljegyzést, valamint egyéb írásban foglalt dokumentum készíthető. A szoftver pozitívuma, hogy körülbelül hat beszélő személyt képes felismerni és a gyártó szerint a leiratozást ezek feltüntetésével elvégezni.²⁹ A megkérdezett használók szerint negatívuma, hogy gyakran félregépelte az elmondottakat, és a szöveg átnézése és javítása dupla annyit időt vett el, mintha egyből számítógépre vitte volna fel az azt használó személy a jegyzőkönyvet vagy egyéb, írásba foglalandó szöveget. Jelenleg Magyarországon a bírói szervezet ilyen mesterségesintelligencia-alapú rendszert nem alkalmaz.

A bíróságon folyó ügyekbe történő betekintéshez, beadványok elkészítéséhez mind a büntető, gazdasági, közigazgatási, munkaügyi, polgári és nem peres ügyszakokban lehetőség van a keletkezett iratokba az E-aktán keresztül történő online betekintésre is, aminek engedélyéhez ügyfélkapus azonosítás és eSemélyi igazolvány szükséges.³⁰

Ugyanakkor a jelenlegi ügymenetek, tárgyalások hosszadalmasságát nézve körülbelül több mint tízezer olyan ügy is lehet, amelynél az MI döntéstámogató rendszerként történő alkalmazása a lezárásban segítene.

A mesterséges intelligencia bíróvá történő kinevezésének több akadálya is lehet. Ahogy az előző fejezetben is említettem, a függetlenség kérdése. Mi garantálja az MI függetlenségét egy-egy döntés során? És milyen biztosítékot tudunk adni az ügyfélnek vagy épp a bíróságnak, illetve egyéb érintett hatóságnak, hogy a döntést nem befolyásolták, az adatokat nem manipulálták (akár egy rendszerfeltöréssel)? Az MI-alapú döntés ellen hova lehet fellebbezni, fordulni jogorvoslattal?

Ugyanezek a kérdések merülnek fel abban az esetben is, amikor a bíró a döntéséhez veszi igénybe az MI-t, viszont itt még mindig nagyobb a döntési jogköre, ugyanakkor a döntését befolyásolhatja maga az MI által szolgáltatott adat.³¹

²⁸ ALETRAS, Nikolaos – TSARAPATSANIS, Dimitrios – PREOTJUC-PIETRO Daniel – LAMPOS, Vasileios: Predicting judicial decisions of the European Court of Human Rights: a Natural Language Processing perspective. *PeerJ Computer Science*, Volume 2, Issue 2, 2016.

https://www.researchgate.net/publication/309399037_Predicting_judicial_decisions_of_the_European_Court_of_Human_Rights_a_Natural_Language_Processing_perspective; letöltés: 2023.01.04.

²⁹ Beszédleíró - Globalspeech Minutes. Wolters Kluwer.

<https://www.wolterskluwer.com/hu-hu/solutions/beszedleiro/globalspeech-minutes>; letöltés: 2022.11.17.

³⁰ Mesterséges intelligenciával támogatott kommunikációs asszisztens (MIA Chatrobot).

<https://szeusz.gov.hu/szeusz/CHATBOT>; letöltés: 2022.11.17.

³¹ Ebben az esetben is felmerülhet, hogy az adatot módosították és ezzel akarják egy bíró döntését befolyásolni.

A bírók függetlensége és az abba vetett bizalom az egyik fontos kérdés a jogbiztonságnál. Peter Russel szerint „*az igazságszolgáltatás meghatározó feladatai két szorosan kapcsolódó társadalmi szükségéből fakadnak. A polgári társadalomban arra vágyunk, hogy egymással és kormányunkkal való kapcsolatunk egy részét észszerűen és jól megfogalmazott jogszabályok rendezzék, megállapítva a kölcsönös jogokat és kötelezettségeket. Másodsor, ha viták történnek, ezekről a jogilag meghatározott jogokról és kötelezettségekről, szükségünk van egy kölcsönösen elfogadott döntőbíróként fellépő harmadik félre, hogy rendezze azt a vitát.*”³²

A bíróság függetlenségéről *Az emberi jogok és alapvető szabadságok védelméről szóló Egyezmény* (a továbbiakban: Egyezmény) 6. cikke úgy rendelkezik, „*mindenkinek joga van arra, hogy ügyét a törvény által létrehozott független és pártatlan bíróság tisztességesen, nyilvánosan és ésszerű időn belül tárgyalja*”.³³ Az ajánlás bírói feladatot gyakorló valamennyi személyre alkalmazandó, beleértve azokat, akik az alkotmány-, büntető-, polgári-, kereskedelmi és közigazgatási jog területére tartozó ügyekben járnak el.³⁴

Az Európa Tanács Miniszteri Bizottsága által megfogalmazott bírói függetlenség megtartására vonatkozó kritériumok a bíróságokban dolgozó bírókra és más bírósági feladatokat ellátó személyekre vonatkoznak. A függetlenség megsértése vagy gyanúja esetén a bírókra szankciókkal lehet sújtani. Az MI függetlenségével kapcsolatban nem lehetne kétség, ugyanakkor a többször emlegetett rosszul vagy hibásan bevitt adatok, egy esetleges sérülékeny technológiai megoldás miatt nem az MI függetlensége, hanem a megbízhatósága és a felé irányuló bizalom csorbulna.

Észtországban már létrehozták az MI-bírót a kormányzati szolgáltatások egyszerűsítése és a bírók ügyhátralékának megszüntetése érdekében. „*Az eszt kormány mesterségesintelligencia-bírót alkalmazott a kis értékű követelések, például a 7000 euró alatti szerződéses követelések elbírálására*” – mondja Michael Legg professzor, aki hosszú múltra tekint vissza a technológia peres eljárásokra és vitarendezésre gyakorolt hatásának kutatásában.

Az MI-rendszer alkalmazása a kis értékű követelések vagy ügyek feldolgozására hatékony lehet, mivel azok nem járnak mérlegelési jogkörrel, ezért hatékonyan könnyítené meg a bírók munkáját.

Amennyiben maradunk a bírósági felhasználásnál, úgy kezdetben az ügyfeleket, panaszosokat kiszolgáló rendszerben lehetne leginkább az MI-t használni, ami jogi kérdésekben segítene, így nem terhelné fölöslegesen az ügymenetet. Jelenleg Magyarországon egyre népszerűbb az e-ügyintézés, amely inkább egyes ügyintézési, kapcsolattartási módszerként definiálható, semmint MI-asszisztensként.

³² RUSSEL, Peter H. – O'BRIAN David M.: *Judicial Independence in the Age of Democracy: Critical Perspectives from around the World*. University of Virginia Press, Charlottesville, Virginia, 2001.

³³ R (94) 12. számú Ajánlás a bírák függetlenségéről, hatékonyságáról és szerepéről és Indokolás. Európa Tanács Miniszteri Bizottság, 1994.10.13.
<https://kuria-birosag.hu/hu/etmb/r-94-12-birak-fuggetlensegerol-hatekonysagarol-es-szereperol/>
letöltés: 2022.11.20.

³⁴ Uo.

Ugyanakkor a döntéstámogatás és a tanulmányban többször emlegetett, az emberi figyelmetlenség és fáradtság elkerülése, a monoton munka elvégzése megfelelő emberi felügyelettel a bíróságok munkáját könnyebbé tehetné, valamint lehetőséget adna az bírósági ítéletek elfogultságmentes kontrolljára is.

Rendvédelmi szervek által alkalmazott adatbázisok Magyarországon

Ahogy láthatjuk az MI alkalmazását az élet különböző területein, ezzel párhuzamosan megjelent a rendfenntartás és a nemzetbiztonság területén is annak a felismerése, hogy az MI alkalmazható lenne a felderítés, a bűnmegelőzés és a nemzetbiztonság területén, aminek lehetőségei még „tervezés” alatt vannak.

Az tény, hogy mind a jogalkotóknak, mind a jogalkalmazóknak – így többek között a bűnüldöző szervezeteknek – értékelniük kell mind a mesterségesintelligencia-alapú, mind a nem mesterségesintelligencia-alapú megoldásokat, hogy meghatározzák, melyik felel meg legjobban a bűnüldözési igényeknek. A bűnüldözés napi tevékenysége során minden döntéshez vagy feladathoz egyedi kontextus és korlátozások állnak rendelkezésre, amelyeket figyelembe kell venni.³⁵

A rendőrség alapvető feladatainak meghatározását az Alaptörvényben rögzítették (így a bűncselekmények megakadályozása, felderítése, a közbiztonság, a közrend és az államhatár rendjének védelme)³⁶ mellett a rendőrségről szóló 1994. évi XXXIV. törvény is meghatározza azokat (határforgalom ellenőrzése, a terrorizmus elleni küzdelem és az e törvényben meghatározott bűnmegelőzési, bűnfelderítési célú ellenőrzés, a bűncselekményből származó vagyon visszaszerzése, valamint az idegenrendészeti és menekültügyi feladatok ellátása).

Mesterséges intelligencia és rendvédelem

A rendvédelmi szervek a fent említett feladataik során nagy mennyiségű adatot rögzítenek a jelenleg használt adatbázisokban, illetve lekérdezéseket hajtanak végre, amelyek segíthetik/segítik a munkájukat, valamint egyes esetben kötelezően végrehajtandó feladatként ellenőrzést végez azokban.

Jelenleg a rendvédelmi szervek és az ügyészség rendelkezik nyomozati jogkörrel, amelyek során a RobotZsaru rendszert használják.

Az integrált ügyviteli rendszerbe az adatok leginkább manuálisan kerülnek be, és egy-egy ügyszámmal sok ügyirat-előállítás révén hatalmas adatmennyiséget rögzítenek, ami megnehezíti a bűnügyi információk visszakereshetőségét.

A bevitt adatokból ráadásul egy másik rendvédelmi szerv általi lekérdezést, adatkérést, azaz az információáramlást és így végülis a nyomozást késleltethetik a nem strukturált adatok (egy többoldalas kihallgatási jegyzőkönyv, szakértői vélemény, más jelentések, feljegyzések elolvasása, az abból szükséges információk kinyerése stb.).

³⁵ Artificial Intelligence Applications in Law Enforcement: An overview of artificial intelligence applications and considerations for state, local, and tribal law enforcement. CJTEC, August 2020. <https://cjtec.org/files/5f5f94aa4c69b>; letöltés: 2022.11.06.

³⁶ Magyarország Alaptörvénye 46. cikk (1) bekezdés. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100425.atv>; letöltés: 2022.11.16.

Székely és Veress a tanulmányukban kiemelik, hogy a tömeges automatizált adatgyűjtés és -feldolgozás – aminek célja például a reklám, a közbiztonságra veszélyes személyek kiszűrése vagy egyes önkényuralmi rendszerek fenntartása – igazán a mesterséges intelligencia fejlődésével válhat értelmessé, ugyanis ez utóbbi technológia az, amely a felhalmozott adattömegből kiolvasható összefüggések felfedezésére leginkább alkalmas.³⁷

De lenne-e értelme a rendvédelmi munka során a tömeges automatizált adatgyűjtésnek, és ha igen, akkor a már eddig rögzített adatokból az entitások kinyerésével vagy pedig egy adott, jövőbeni időponttól kezdődően kellene-e megfelelően rögzíteni a felvett adatokat?

Két problémával is szembesülhetünk, hiszen amennyiben a fentiek fényében a mesterséges intelligenciát a már bevitt adatokból lehetne betanítani, az sok ezer plusz munkaórát jelentene a rendvédelemben dolgozók számára (miközben a folyamatban lévő ügyeknek is haladnia kell). Ha ennek elvégzését nem a rendvédelmi állomány tagjai végzik, adatvédelmi aggályok merülnek fel, hiszen a már lezárt ügyekben szereplő személyes adatokhoz jogosulatlanul ismernék meg.

A másik problémakör az adatok és azok minősége körül vetődik fel. A rendvédelmi szervek állományában eltérő életkorú, végzettségű személyek vannak, akik eltérő életkorú és végzettségű személyeket hallgatnak ki, így előfordul, hogy egy-egy hasonló minősítésű ügyben a lényeges adatok más kifejezéssel vannak rögzítve, vagy nem ugyanazok az adatok vannak rögzítve. Jellemzően az újabb típusú bűncselekmények esetén fordul elő, hogy figyelmen kívül hagyva utasításokat, nem történik meg a sértett kihallgatása, vagy egyes lényeges kérdések nem kerülnek tisztázásra.

Példaként lehet felhozni a Büntető Törvénykönyv 423. §-a. Az információs rendszer vagy adat megsértésének bűncselekménye elkövetése után történő kihallgatásoknál nem mindegyik eljáró hatóság tartotta szükségesnek a jelszó erősségre történő rákérdezést vagy annak lehetőségét, hogy hogyan szerezték meg azt. Számos esetben – főleg, ahol az elkövető személyét nem sikerült felderíteni – fordulhat elő emberi hiba vagy mulasztás, így az ilyen típusú ügyek adatait sokszor nem lehet összehasonlítani.

Előítélet a mesterséges intelligencia segítségével

Egyértelmű félelem van sokakban az MI rendvédelmi célú felhasználása során, hiszen számos esetben bizonyították be, hogy a mesterséges intelligencia algoritmusai akár rasszista módon is dönthet. Ahogy a már említett szerzőpáros, Székely és Veress kiemelte tanulmányában, hogy az ember és a viselkedése egyetlen adathalmazzá gyúrható, így előfordulhat, hogy a mesterséges intelligencia rendszere sajnos ezáltal megtanítható arra is, hogy az egyes bűncselekményekben elmarasztalt személyeket vagy bizonyos betegségekben szenvedő személyek közös magatartási

³⁷ SZÉKELY János – VERESS Emőd: A mesterséges intelligencia és a jogalkalmazás. Korunk, III. évfolyam 3. szám, 2020. március. pp. 94–100.
https://epa.oszk.hu/00400/00458/00664/pdf/EPA00458_korunk-2020-03_094-100.pdf; letöltés: 2023.01.02.

jellemzőit azonosítsa.³⁸ Vagyis, ha csak a mesterséges intelligencia döntésére hagyatkoznak, akkor előfordulhat, hogy egy bűnelkövetés során tanúsított mozgáshoz, viselkedéshez hasonlítja és azzal azonosítja egy teljesen ártalmatlan személy viselkedését, aki egyébként egy korábban bekövetkezett esemény miatt viselkedik hasonlóan (például egy üzletben az idegesen nézelődő személy, aki az árukat nézegeti, nem feltétlenül lopási szándékkal teszi azt).

Az adathalmaz (nem, kor, etnikai hovatartozás, az internetes tevékenységének összegyűjtése akár a közösségi médiából) segítségével az MI képes lesz megállapítani, hogy egy adott személy (nem ismeretlen) az adott bűncselekmény elkövetésére hajlamos-e. Amennyiben az MI-nek ezekre az adatokra kellene hagyatkoznia és döntenie kellene, úgy az könnyen vezetne előítélthez és nem segítené a rendvédelmi szervek munkáját.

A rendvédelmi területeken (természetesen nem csak ott) a mesterséges intelligenciának számos területe alkalmas lehet arra, hogy segítse a munkát, vagy bűncselekmény, illetve közbiztonságot veszélyeztető helyzetek megelőzéseként nagyobb teret adjanak neki.

Jelenleg még kevésbé elterjedt a mesterséges intelligencia használata a rendvédelmi szerveknél, különösen Magyarországon, ami köszönhető a jogszabályi háttér hiányosságának, aminek nem annyira maga a technológiai fejlesztés, sokkal inkább az lehet az indoka, hogy az MI-kompatibilis technológiák számos belső és nyilvános bűnüldözési műveletet érinthetnek. A bűnüldözési vezetőknek tervezési gondolkodásmódot kell alkalmazniuk az MI-kompatibilis technológia értékelése során. A tervezési gondolkodás az innováció olyan megközelítése, amely a probléma, annak kontextusának és korlátjainak mélyreható megértését hangsúlyozza, mielőtt eldönti, melyik megoldás a legjobb.

Általánosságban elmondható, hogy az MI-megoldások segíthetik a bűnüldöző szerveket a döntéshozatalban és a feladatok végrehajtásában. Az MI-kompatibilis megoldások gyakran a hatékonyság növelésére, az adatvezérelt gyakorlatok növelésére vagy a képességek bővítésére törekednek bizonyos feladatokhoz vagy döntésekhez.³⁹

A rendvédelmi szervek eljárása során – attól függően, hogy melyik területről van szó – különböző adatok keletkeznek. A bűnügyi adatok kezelésére nem a GDPR (Általános Adatvédelmi Rendelet) vonatkozik, hanem az Európai Parlament és a Tanács 2016/680 irányelve.⁴⁰

³⁸ SZÉKELY János – VERESS Emőd: A mesterséges intelligencia és a jogalkalmazás.

³⁹ Artificial Intelligence Applications in Law Enforcement: An overview of artificial intelligence applications and considerations for state, local, and tribal law enforcement.

⁴⁰ Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/680 irányelve (2016. április 27.) a személyes adatoknak az illetékes hatóságok által a bűncselekmények megelőzése, nyomozása, felderítése, a vádeljárás lefolytatása vagy büntetőjogi szankciók végrehajtása céljából végzett kezelése tekintetében a természetes személyek védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 2008/977/IB tanácsi kerethatározat hatályon kívül helyezéséről. (Irányelv)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L0680>; letöltés: 2022.11.16.

Az Európai Unió az MI rendvédelmi célú felhasználásával kapcsolatban kiemeli, hogy „A bűnüldöző szervek olyan alkalmazásokban használják fel a mesterséges intelligenciát, mint például az arcfelismerő technológiák, keresés a gyanúsítottak adatbázisaiban, az emberkereskedelem vagy a gyermekek szexuális kizsákmányolása és bántalmazása áldozatainak azonosítása, az automatizált rendszámfelismerés, a beszédazonosítás, a beszélő azonosítása, a szájról olvasási technológiák, a hallás utáni megfigyelés (lövésfelderítő algoritmusok), az azonosított adatbázisok autonóm kutatása és elemzése, előrejelzés (prediktív rendfenntartás és bűnügyi forró nyomos elemzés), a viselkedésfigyelő eszközök, fejlett virtuális boncolás a halál okának megállapítására, a pénzügyi csalás és a terrorizmusfinanszírozás azonosítására szolgáló autonóm eszközök, a közösségimédia-figyelés (adatgyűjtés adatbányászati kapcsolatokhoz) és automatizált megfigyelési rendszerek különböző észlelési képességekkel (mint például szívritmusfigyelés és hőkamerák). Mivel a bűnüldözés terén használt, mesterséges intelligencián alapuló technológiákhoz kapcsolódó egyéb lehetséges vagy jövőbeli alkalmazások mellett a fent említett alkalmazások megbízhatósága és pontossága, valamint az alapvető jogokra és a büntető igazságszolgáltatási rendszerek dinamikáira gyakorolt hatása rendkívül eltérő lehet, valamint ezen eszközök közül sokat nem uniós országokban használnak, de az uniós adatvédelmi vívmányok és ítélkezési gyakorlat értelmében illegálisak lennének, továbbá az algoritmusok rutinszerű alkalmazása, még akkor is, ha csekély a hamis pozitív arány, azt eredményezheti, hogy a téves riasztások száma messze meghaladja a helyes riasztások számát.”⁴¹

A rendvédelmi feladatok során keletkező adatok, a bűnügyi személyes adatok, amelyek a büntetőeljárás során vagy azt megelőzően a bűncselekménnyel vagy a büntetőeljárással összefüggésben, a büntetőeljárás lefolytatására, illetve a bűncselekmények felderítésére jogosult szerveknél, továbbá a büntetés-végrehajtás szervezeténél keletkeztek, az érintettel kapcsolatba hozható, valamint a büntetett előéletre vonatkozó személyes adat.⁴²

A bűnügyi személyes adat mellett a rendvédelmi szervek a büntetőeljárás során még úgynevezett különleges adatot is szerezhettek: a faji eredetre, a nemzetiséghez tartozásra, a politikai véleményre vagy pártállásra, a vallásos vagy más világnézeti meggyőződésre, az érdekképviselői szervezeti tagságra, a szexuális életre, az egészségi állapotra, valamint a kóros szenvedélyre vonatkozó adat.

A bűnügyi irányelv preambulumban kiemelik, hogy a gyors technológiai fejlődésből és a globalizációból adódóan a személyes adatok védelme új kihívásokkal néz szembe. A személyes adatok gyűjtésének és megosztásának mértéke jelentősen megnövekedett.

⁴¹ Az Európai Parlament 2021. október 6-i állásfoglalása a mesterséges intelligenciáról a büntetőjogban, és annak a rendőrség és az igazságügyi hatóságok általi felhasználásáról büntetőügyekben. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0405_HU.html; letöltés: 2022.12.02.

⁴² 2011. évi CXII. törvény az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról. (Infotv.) 3. § 4. pont. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100112.tv>; letöltés: 2022.11.16.

A technológia fejlődése lehetővé teszi a személyes adatok minden eddiginél nagyobb mértékű kezelését még az olyan tevékenységek végzése céljából is, ami a rendvédelmi munka során keletkezik.

Bár az imént említésre került, hogy a bűnügyi adatok kezelése során a bűnügyi irányelvet kell figyelembe venni, ugyanakkor azt is kiemeli, hogy a személyes adatok védelmét a büntetőeljárás és/vagy -végrehajtás során minden azonosított vagy azonosítható természetes személlyel összefüggő információ tekintetében be kell tartani.⁴³

További MI-alapú lehetőség az e-szemle vezetése, amely teljes mértékben alkalmas lehet arra, hogy kiváltsa a papíralapú jegyzetelést és a szöveg mellett azonnal képeket, videókat is lehet rögzíteni. Az e-szemle során keletkezett iratokat a hatósági tanú is alá tudja írni, amennyiben a hiteles aláírásra alkalmas eszközzel rendelkezik vagy az AVDH (Azonosításra Vissavezetett Dokumentum Hitelesítés) segítségével a helyszínen képes aláírni a jegyzőkönyvet, és ez a továbbiakban közhitelesnek minősül.

A rendvédelmi szervek munkáját – hasonlóan a bíróságoknál említett *Globalspeech* – a hangalapú MIAAS chatrobot segíti. Ez egy leiratozó és felolvasó alkalmazás, ami képes rögzíteni a párbeszédet, segítve ezzel az állam és az állampolgár, a nyomozó és a gép között, a nyomozó és a tanú között elhangzottak rögzítését, valamint lehetőséget ad arra, hogy a kihallgatási jegyzőkönyvet leiratozza, és nem kell leírni, csökkentve ezáltal a tévedés, elírás lehetőségét, valamint gördülékenyebbé teheti az eljárási cselekményeket.⁴⁴

A bűnügyi információknál az elkövetési magatartások, az elkövetési módszerek, a szabálysértési ügyek, a közlekedésrendészeti ügyekben a gépjárművek típusa, egyedi jellemzője átfogóan kereshető, ami egy-egy bonyolultabb ügynél a jelentésben vagy jegyzőkönyvben egyszerűbben beilleszthető az adatbázisból.

Már bevált gyakorlat például az Amerikai Egyesült Államokban a Thorn, a Microsoft más szervezetekkel együttműködve kifejlesztette a Project Artemis eszközét. Az Artemis projekt azonosítja azokat a kommunikációs mintákat, amelyeket a ragadozók az online csevegőszobákban használnak a gyermekek zsákmányolására és megcélzására. Ezenkívül más fogyasztóorientált internetes megfigyelő cégek kiterjesztették hatásukat azáltal, hogy bűnüldöző szervekkel együttműködnek a gyermekek védelmében a szexuális ragadozók azonosítása érdekében.

⁴³ Irányelv (21) pont.

⁴⁴ A büntetőeljárásról szóló 2017. XC. törvény 359. §-ában meghatározott jegyzőkönyv formai és tartalmi követelményeinek teljesülését segíti és csökkentheti annak valószínűségét, hogy a kihallgatott fél az elírásra, elütésre hivatkozik egy-egy büntetőeljárás során.
2017. évi XC. törvény a büntetőeljárásról. (Be.)
[https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1700090.tv; letöltés: 2023.01.06.](https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1700090.tv; letoltés: 2023.01.06.)

Biometrikus adat és a mesterséges intelligencia

Ugyanakkor az egyik leginkább érdekes kérdés az adatgyűjtés, adatfelvitel során az érzelmek, a testbeszéd és az arcminimika kérdése, amelyeket például a nyomozások során nem rögzítenek. Ezeknek a kihallgatások alkalmával, egy ház kutatása során ugyanúgy jelentőséggel bírnak, bírhatnak, mint a fizikailag keletkezett nyomok. Ezeket amennyiben keletkezett adatokkal szeretnénk kapcsolatba hozni, leginkább a biometrikus adatok fogalmával lehetne leírni.

Az adatvédelmi rendelet (GDPR) alapján biometrikus adatnak minősül egy természetes személy testi, fiziológiai vagy viselkedési jellemzőire vonatkozó minden olyan sajátos technikai eljárásokkal nyert személyes adat, amely lehetővé teszi vagy megerősíti a természetes személy egyedi azonosítását. Rengeteg testi jellemző minősülhet tehát biometrikus adatnak, ilyen például az íriszkép, a tenyér vagy a talp érmintázata stb.

A biometrikus adatot az elmúlt években egyre gyakrabban használják fel a különböző kormányzatok az egyének azonosítására a hivatalos irataik mellett.⁴⁵ Hazánkban még nem, de egyre több országban alkalmazzák az arcfelismerő rendszereket is mind a magán, mind pedig az állami szektorban.

Akár mennyire is gondolkodunk abban, hogy a mesterséges intelligenciát mint kvázi műszeres vallomásellenőrző készülékként (poligráfként) használják, egyelőre nem kivitelezhető, hiszen az eljárás alá vont személy beleegyezésén kívül szükséges a szaktanácsadó igénybevétele.⁴⁶ A poligráfok arra szolgálnak, hogy meghatározzák a kihallgatás során a személy igazmondását. A vizsgálatot egy szaktanácsadó végzi, aki a vizsgálat közben figyelembe veszi a vizsgált személy fiziológiai jellemzőit. Az MI alkalmazása poligráfos vizsgálat során azért kihívást jelenthet, mert a vizsgált személy őszinteségét vagy hazugságát nem lehet egyetlen fiziológiai paraméterből meghatározni, valamint az emberi viselkedés, a kulturális és a szociális háttér befolyásolja a válaszadást és a reakciókat a vizsgálat közben, ráadásul pedig az MI-algoritmusoknak nagy mennyiségű jó minőségű adatra van szükségük a tanuláshoz, ami a poligráf tesztelésénél hiányzik.

A valós idejű távoli biometrikus azonosítás tilalma alól a rendelettervezet kivételeket is meghatároz.⁴⁷ Eszerint valós idejű távoli biometrikus azonosítás akkor alkalmazható, ha az feltétlenül szükséges az alábbi célok közül az egyikhez:

- bűncselekmények konkrét lehetséges áldozatainak célzott felkutatása, ideértve az eltűnt gyermekeket is;

⁴⁵ Magyarországon a személyazonosító igazolvány igénylése során már ujjlenyomatot vesznek a fényképfelvétel készítése mellett, ám azoknak a felhasználására – mivel az biometrikus azonosítónak minősül – meghatározott esetekben kerülhet sor.

⁴⁶ Be. 212. § (2) bekezdés.

⁴⁷ Az Európai Adatvédelmi Testület és az európai adatvédelmi biztos 5/2021. sz. közös véleménye a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok (a mesterséges intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról szóló európai parlamenti és tanácsi rendeletre irányuló javaslatról. EDPB, 2021. június 18.
https://edpb.europa.eu/system/files/2021-10/edpb-edps_joint_opinion_ai_regulation_hu.pdf; letöltés: 2022.10.18.

- természetes személyek életét vagy fizikai biztonságát fenyegető konkrét, jelentős és közvetlen veszély, illetve terrortámadás megelőzése;
- az európai elfogatóparancsról szóló 2002/584/IB kerethatározat 2. cikk (2) bekezdésében felsorolt bűncselekmények elkövetőinek vagy gyanúsítottjainak felderítése, lokalizálása, azonosítása vagy büntetőeljárás alá vonása, amennyiben e bűncselekmények esetében az érintett tagállam joga szerint e tagállamban a büntetési tétel felső határa legalább háromévi szabadságvesztés vagy szabadságelvonással járó intézkedés.⁴⁸

Arcképezonosítás

Az arc-, a hang-, a mozgás- vagy akár a biometrikus azonosítás nagy jelentőséggel bír azokon a helyszíneken vagy objektumokban is, ahova a belépés korlátozott és előzetes vizsgálathoz kötött. Például a repülőtéri utasellenőrzéseknél több országban nagy hatékonysággal alkalmaznak MI által vezérelt rendszereket, amelyek a személyek azonosítása mellett a viselkedésüket, arckifejezésüket is vizsgálják, illetve az utazással kapcsolatos kérdésekre adott válaszok alapján ki tudják szűrni a kockázatot jelentő utasokat – mindezt teljesen automatikusan, emberi beavatkozás nélkül. Az arcképek esetében nemcsak az azonosítás területén nyújt kiemelkedő teljesítményt az MI-megoldás, hanem az emberi arcok megalkotásában is. Amellett, hogy alkalmas a roncsolódott vagy hiányos arc újraépítésére, illetve az adott személy öregítésére/fiatalítására, még képes virtuálisan bármilyen arcot „felépíteni” – gyakorlatilag egy szinte tökéletes képet tud alkotni nem létező személyről, amely a továbbiakban minden adatvédelmi akadály nélkül hasznosítható a felderítési vagy a nyomozati tevékenység során (pl. felismerésre bemutatáshoz indifferens személy).

A mesterséges intelligencia választ adhat az interneten megjelenő tiltott tartalmak vagy bűnügyileg releváns információk speciális, célirányos keresésére. A keresett dolgokról készült képek, videók alapján az algoritmus megfelelő programozás/tanulás alapján alacsony hibaszázalék mellett képes lehet az interneten megjelenő információk között detektálni a keresett tartalmat vagy információt. Ez a technológia alkalmazható lenne gyermekpornográf felvételek, eltulajdonított tárgyak/járművek vagy akár szerzői jogvédelem alatt álló tartalmak azonosítására. A rendszer alkalmas megadott szempontok szerinti keresések visszatérő végrehajtására, így akár a keresett tartalmak 24 órás folyamatos online figyelése is lehetővé válna.

A mesterséges intelligenciával támogatott eszközök és megoldások nagy hatékonysággal alkalmazhatók az arcképalapú azonosítás területén is. A különböző nyilvántartási rendszerekben szereplő képek között egy fénykép vagy videófelvétel alapján az ismeretlen személyek nagy hatékonysággal azonosíthatók, a feldolgozáshoz szükséges idő és a találati pontosság terén a humán erőket alkalmazó megoldások nem vehetik fel vele a versenyt.

⁴⁸ Javaslat – Az Európai Parlament és a Tanács rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok (a mesterséges intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról és egyes uniós jogalkotási aktusok módosításáról – Általános megközelítés. Brüsszel, 2022.11.25.
<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14954-2022-INIT/hu/pdf>; letöltés: 2022.12.22.

Az alábbiakban a jelenleg használt arcképezonosító MI-alapú technológiák kerülnek bemutatásra.

A *NOVA.Mobil Rutin* applikáció, amely a rendőrség munkáját segíti. Többek között a rendőr a saját mobiltelefonja segítségével igazoltathat, így közhiteles adatokhoz történő hozzáférést biztosítja például igazoltatás során (arcképezonosítást lehet vele végrehajtani az igazoltatott személyről), de közlekedéssel kapcsolatban is hiteles információt nyújt.⁴⁹ Az applikáció használata során elég magát a NMR-t tartalmazó mobiltelefont végighúzni az igazoltatott személy előtt, vagyis elég egy digitális fénykép alkalmazása, amit lefuttat az állóképes arcképezonosításra alkalmas rendszerben, és amennyiben a felvétel megfelelő, akkor az igazoltatás során segítségre lehet. A NOVA alkalmazást a NISz Zrt.-nél hoztolták (SZEÜSZ).⁵⁰

Az arcképezonosítás nemcsak a rendőrségnek nyújt segítséget, hanem lehetőséget ad arra, hogy segítse a bizonyos helyekre történő belépést, ellenőrizze az adott helyeken tartózkodó személyeket.

A Nova-kajtár rendszert ugyanakkor tévesen azonosítják a mesterséges intelligenciával, hiszen ez egy adatbázisalapú keresést tesz lehetővé a felhasználók számára. Leginkább sorozatbűncselekmények jellemzőit, a Modus Operandi⁵¹ kódszótárában megjelölt legfőbb kriminalisztika jellemzőket veszi alapul. Ilyen sorozatbűncselekmény például az utóbbi időben elszaporodott úgynevezett unokázós csalások, illetve a koronavírus-járvánnyal kapcsolatos csalások. Egy cselekmény több csoportba is tehető. Az arra jogosultak teszik bele az információkat, de manuálisan keresnek. Digitális nyomokat, nyomokat (pl. lábnyomokat) is rögzíthet, de rögzítheti a lekérdezéseket és az adatkéréseket, banki tranzakciókat, weboldaladatokat is.

A bűnüldözés és a bűnmegelőzés szempontjából a mesterséges intelligencia betanítását a felhasználók által szolgáltatott adatok, digitális lábnyomok segíthetik:

1. a szolgáltatási adatok azok az információk, amelyeket a felhasználók, előfizetők önként adnak meg a szolgáltatóknak, amikor például előfizetési szerződést kötnek;

2. nyilvános adatokat keletkeztetnek azok a digitális adatok, amelyeket a felhasználók készítenek és tárolnak a saját rendszerükben vagy a maguk által felügyelt rendszeren;

3. kihelyezett adatok, amelyeket a felhasználók egy nem saját, hanem egy más által felügyelt platformon kezelik;

⁴⁹ Hosszútávú karrierrel és akadémiai képzési szemlélettel várja a debreceni egyetemistákat az IdomSoft, IdomSoft, 2021.04.11.
<https://idomsoft.hu/hireink/2021/hosszutavu-karrierrel-es-akademiai-kepzesi-szemlelettel-varja-a-debreceni-egyetemistakat-az-idomsoft/>; letöltés: 2022.12.13.

⁵⁰ HORVÁTH József – KOVÁCS Gábor (szerk.): Pályakezdő rendőrtisztek kézikönyve. Nemzeti Közszerződési Egyetem, Budapest, 2016.
<https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/4955>; letöltés: 2023.01.06.

⁵¹ 12/2014 (V.16) ORFK Utasítás az elektronikus Modus Operandi Nyilvántartás működtetésével kapcsolatos egyes feladatokról.
<https://njt.hu/jogszabaly/2014-12-B0-8E>; letöltés: 2023.01.02.

4. másodlagos adatok, amikor egy felhasználónak nincs ráhatása a róla keletkezett adatról (pl a közösségi platformon egy fénykép vagy bejegyzésnél történő megjelölés);

5. viselkedési adatok keletkeznek, amikor a felhasználó bekapcsolja a számítógépét vagy az okoseszközét, azt használja, vagy engedélyezi a helymeghatározást;

6. a származtatott adatok más adatokból keletkeznek.⁵²

A digitális lábnyomok a rendvédelmi és a nemzetbiztonsági szervek számára a bűncselekmények nyomozására és felderítésére, valamint nem mellesleg a bűncselekmények előrejelzésére vagy akár keresésére is használható, ugyanakkor a technológiai fejlődés miatt azok megfigyelése, gyűjtése az állampolgárok számára a totális megfigyelés érzetét keltheti.

A digitális lábnyomok többek között az OSINT-hoz (nyílt forrású adatgyűjtéshez) nyújthatnak segítséget, strukturáltan, így például:

- beépített proxyalapú webböngésző, amellyel menteni, illetve dokumentálni lehet a vizsgált weboldalakat (pl. pdf-be exportálás);
- beépített videó-, illetve objektummentő (hasonlóan egy YouTube-exporterhez);
- Facebook-profilok mentésénél a megosztott tartalmakkal bejegyzések, képek gyűjtése;
- közösségimédia-interakciók kigyűjtése (pl. Facebook-lájkok, -kommentek; Instagram-követések, -kommentek, -lájkok; Twitter-követések, -retweetek, -lájkok stb.);
- adatvizualizáló (gráfépítő), ami közvetlenül tud például a kiexportált közösségimédia-adatokból is vizualizálni, de önmagában a rendvédelem által használt rendszerbe bevitt adatok vizualizálása is rendkívül hasznos lenne;
- WHOIS-adat lekérdező, domainregisztrátori és hálózati szolgáltatóval kapcsolatos információk közvetlen elérése, IP-címek ábrázolása térképen;
- geolokációk ábrázolása térképen, geotaggelt tartalmak felrajzolása térképre;
- felhasználónév-, telefonszám-, email-cím-kereső;
- kiberbűncselekmények és kibervédelem területén a Breach Compilation (COMB) adatbázis (kiszivárgott adatok gyűjteménye, adatbázisba rendezése és annak kereshetősége).

A Nova border kiosk a határforgalom ellenőrzésére szolgál. A határátlépés ellenőrzéskor biometrikus azonosításra, fénykép és ujjnyomat rögzítésére alkalmas, ezzel segíti a határátlépés és a migráció ellenőrzését.

⁵² MAGYAR Gábor – NEMESLAKI András – SYI (szerk.): A digitális transzformáció technológiai kérdései: Digitális lábnyomaink, mesterséges intelligencia, az IoT térhódítása. Gondolat Kiadó, Budapest, 2021.

A büntetés-végrehajtási intézményeknél is fontos szerepet játszanak az MI különböző alkalmazásai.

A BV-intézetekben és az azt megelőző befogadási eljárásban az arcképezonosításnak van az egyik legnagyobb jelentősége. Az arcképezonosítás különösen alkalmas annak kiszűrésére, amikor nagyon közeli rokonok élnek vissza egymás okmányával a büntetés-végrehajtási intézetekbe történő belépéskor vagy a szabadságvesztés megkezdésekor.

A büntetés-végrehajtási intézményekben az arcképezonosításon kívül az MI alkalmazásait a fogvatartottak reintegrációja során és a fogvatartás biztonságossá tétele céljából is használják.⁵³

A BV-intézetek jelenleg a FANY rendszert használják, ami a fogvatartottak nyilvántartását, azok biometrikus adatait tárolja, valamint adatszolgáltatást végez.⁵⁴

A büntetés-végrehajtásban dolgozó állomány részére a Fogvatartotti Alapnyilvántartáshoz történő hozzáférést biztosító rendszer a SAFE, ami egy adatbáziskezelő rendszer, és a hivatásos állomány biztonságát segíti.⁵⁵

Az egyének védelméről a személyes adatok gépi feldolgozása során⁵⁶ a törvény szövege szerint a gépi feldolgozás alatt azon műveleteket értjük, amikor azokat részben vagy egészben automatizált eszközökkel hajtják végre: az adatok tárolását, az adatokkal végzett logikai vagy aritmetikai műveleteket, az adatok megváltoztatását, törlését, visszakeresését és terjesztését jelenti.

A megszerzett adatokat – szemle, kihallgatás, kamerafelvétel stb. során – az alábbi követelményeknek megfelelően lehet felhasználni:

- a) az adatokat csak tisztességesen és törvényesen szabad megszerezni és feldolgozni;
- b) az adatokat csak meghatározott és törvényes célra szabad tárolni, és attól eltérő módon nem szabad felhasználni;
- c) az adatoknak tárolásuk céljával arányban kell állniuk, és meg kell felelniük e célnak, azon nem terjeszkedhetnek túl;
- d) az adatoknak pontosaknak és ha szükséges, időszerűeknek kell lenniük;
- e) az adatok tárolási módjának olyannak kell lennie, hogy az adatalany azonosítását csak a tárolás céljához szükséges ideig tegye lehetővé.⁵⁷

⁵³ HINKEL Tamás: A mesterséges intelligencia térhódítása a büntetés-végrehajtásban – Azaz a fogvatartás biztonságát támogató mesterséges intelligencia bevezetését megalapozó eszközök és tevékenységek vizsgálata. Börtönügyi Szemle, 2020/4. szám. pp. 13–28.

<https://bv.gov.hu/sites/default/files/BSZ%202020-4%20Online.pdf>; letöltés: 2023.01.04.

⁵⁴ Horváth Mirtill Katalin: Innovatív informatikai megoldások a büntetés-végrehajtásban, avagy a Főnix 3 program bűnügyi nyilvántartási modulja. NKE ITDK dolgozat, 2022.11.07.

⁵⁵ HINKEL Tamás: A mesterséges intelligencia térhódítása a büntetés-végrehajtásban.

⁵⁶ 1998. évi VI. törvény az egyének védelméről a személyes adatok gépi feldolgozása során, Strasbourgban, 1981. január 28. napján kelt Egyezmény kihirdetéséről.

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99800006.tv>; letöltés: 2022.11.14.

⁵⁷ 1998. évi VI. törvény 5. cikk.

Az MI és a bűncselekmények előrejelzése

A mesterséges intelligencia rendvédelmi felhasználásának kérdése során több pont sem tisztázott még. Az MI jogszabályi rendezésének szükségessége még tisztábban látszódik, ha a bűnüldözési, illetve azon túl a nemzetbiztonsági alkalmazását vizsgáljuk. Ahogy szinte minden egyes fejezetben leírom, a mesterséges intelligencia az adatokból „tanul”, vagyis megfelelő mennyiségű és minőségű adatra van szüksége. Az adatgyűjtésre vonatkozó szabályok egy része már tisztázott a GDPR-ban és az Infotörvényben. A másik nagy kérdés az önkéntesen megadott adatoknál van. Vagyis a közösségi médiában, a weboldalak cookie-k használatánál az önkéntes (vagy véletlen) hozzájárulása során a gépi döntés alapján szabad-e valakiről megjósolni, hogy bűncselekményt fog elkövetni, vagy valószínűsíthetően hajlamos bűncselekmény elkövetésére?

Sokkal inkább lenne elfogadott a társadalom számára, ha egy bűncselekmény elkövetésének a valószínűségét, a sértetté válás valószínűségét, valamint a családon belüli erőszak vagy öngyilkosság bekövetkezésének valószínűséget jelezné előre,⁵⁸ semmint egy adott személy adataiból (származás, életkor, társadalmi és anyagi helyzet stb.) azt jelezni, hogy bűncselekmény elkövetésére hajlamos.

Összegzés

A mesterséges intelligencia szabályozása kiemelten fontos, hiszen azokat egyre több helyen alkalmazzák.

A mesterséges intelligencia rendvédelmi célú alkalmazása kétségtelenül fontos lenne, hiszen ennek a technológiának a segítségével lehetőség lenne a bűncselekmények felderítésére és megelőzésére. Ugyanakkor a rendelkezésre álló adatbázisoknál torz vagy nem megfelelő minőségű adatok lehetnek, amelyek megnehezíthetik az algoritmusok számára a helyes összefüggés megtalálását és a segítséget a helyes döntéshez.

Elsődleges kihívás az MI és az adatvédelmi előírások közelítése:

- amennyiben a rendőrség rendszerében a gyanúsított kihallgatás során minden esetben rögzítésre kerül az elkövető vallására, faji hovatartozására és iskolai végzettségére vonatkozó adatok, akkor könnyen előfordulhat, hogy az MI használata révén rasszista vagy előítéletes döntést hoz;
- az említett rendszerben lévő adatok több évre, évtizedre tekintenek vissza.

⁵⁸ KARSAI Krisztina: Inkriminált algoritmusok a büntető igazságszolgáltatásban. In: MADAI Sándor – PALLAGI Anikó – POLT Péter (szerk.): Sic itur ad astra: Ünnepi kötet a 70 éves Blaskó Béla tiszteletére. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2020. pp. 251–260.
http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/19665/1/2020_Inkriminaltalgorithmusokabuntetoigazsagszolgáltatásban.pdf;
letöltés: 2023.01.06.

A felvitt adatok – hacsak az elkövető nem ismeretlen helyen tartózkodik – az adott időszakban az elkövetés kori viselkedését, tulajdonságait rögzítik, így nem veszik figyelembe a személyiségében, életkörülményeiben bekövetkezett változásokat vagy azok lehetőségét. Van már olyan fejlesztés, amely többek között a közösségi médiában található információkat, viselkedéseket (baráti kapcsolatokat, posztokat, hangulatjeleket stb.)⁵⁹ gyűjti össze és elemzi azokat, így hoz létre egy holisztikus profilt, amely felhasználható a kockázatot jelentő személyek megtalálására. Ugyanakkor kétségtelenül káros és a jelenlegi (adatvédelmi) jogszabályokkal ellentétes lenne, ha kizárólag az MI segítségével és arra támaszkodnának a nyomozások során.

A digitalizáció egyik hatása, ahogy láthatjuk is, hogy hihetetlen mennyiségű adat keletkezik, amely adathalmazból a szükséges információk kinyerése az emberi erővel nehézkes vagy egyenesen lehetetlen. Ezek az adatok egy-egy releváns információnak a kinyeréséhez nélkülözhetetlenek.

A jogszabály szerint a különböző eljárási cselekményeknek határideje van: az MI segítségével a határidő betartásában még egy bonyolultabb, összetettebb ügy esetén is segítséget nyújthat, ilyen lehet például a közvetlen veszély esetén vagy „azonnali intézkedést” igénylő esetekben. Akár az embereket érő közvetlen fenyegetés esetén, vagy az egyéneket, pénzintézeteket, ingatlanokat és infrastruktúrát érő támadásoknál képes lehet beavatkozni, ezáltal megakadályozni egy kár bekövetkezését.

A legjobb nyomozási technológiai platformok automatizálhatják az adatok szortírozásának és elemzésének túlnyomó feladatát, hogy releváns betekintést találjanak a legkülönfélébb strukturálatlan és strukturált információforrásokból, beleértve a nyilvános adatbázisokat, a kormányzati és az ügynökségi adatbázisokat, a mély webet, a sötét webet és a közösségimédia-platformokat. Ezenkívül a kifinomult rendszerek több mint 100 nyelvet képesek azonnal lefordítani, kiszélesítve a nyomozók hatókörét és képességeit a globális és a kulturális platformokon.

A terjedelem fontosságának egyik példája a képfeldolgozás. A digitális korszak előtt a tisztek órákon át vezették a szemtanúkat több ezer képből álló könyvek között, hogy megpróbálják azonosítani a bűnözőket. A feladat hihetetlenül időigényes volt, néha napokba, ha nem hetekbe telt, mire meghozta az eredményt. Még rosszabb, hogy az adatkészlet korlátozott, a pontosság megbízhatatlan volt. Most, amikor bűncselekményt követnek el, valószínű, hogy vizuális bizonyítékok léteznek a nyílt digitális birodalomban. A megfelelő nyomozási technológia a közösségimédia-platformokon és adatbázisokban található képek milliói között válogathat, hogy azonosítsa, ki lehetett jelen a bűncselekmény színhelyén. Még lenyűgözőbb, hogy ez a fajta technológia képes önmagát is tanítani.

⁵⁹ Voyager Labs: AI Investigation Solutions.
<https://www.voyager-labs.com/>; letöltés: 2023.01.14.

A nyomozás pontossága nemcsak a pontosság és a hatékonyság kérdése, hanem azt is jelentheti, hogy ártatlan embereket érintve végeznek nyomozást. Az optimális nyomozási módszerek nemcsak azonosítják a bűnözőket és más fenyegetéseket, hanem elkülönítik ezeket a fenyegetéseket anélkül, hogy potenciálisan ártatlan személyeket vonnának be, akik nem kapcsolódnak a tiltott magatartáshoz. Joseph Courtesis ezt „sebészeti rendfenntartásnak” nevezi. A legjobb vizsgálati megoldások lehetővé teszik a széles körű, változatos forrásokból származó adatok átfogó integrációját, hogy segítsenek az elemzőknek ellenőrizni és validálni az előzetes megállapításokat a pontosság maximalizálása érdekében.⁶⁰

Sok esetben a nyomozási technológia sokkal mélyebb és hatásosabb kutatáshoz vezethet. Ugyanazok a hálózatelemző funkciók, amelyek segítenek kiküszöbölni az ártatlan szemlélőket gyanúsítottként, azonosítani tudják azokat a hálózatokat és mintákat, amelyek feloldják a rejtett rejtetteket.

Az anonimitás elengedhetetlen a sikeres nyomozáshoz, mert az megakadályozza, hogy a bűnözők figyelme idő előtt ráirányuljon a nyomozási folyamatra. A leghasznosabb rendszerek célja a bűnügyi információ megtalálása és elemzése anélkül, hogy olyan információt adnának, amely lehetővé tenné a bűnözők számára, hogy töröljék a nyomozás szempontjából hasznos adatokat, vagy módosítsák műveleteiket a felderítés elkerülése érdekében.

A mesterséges intelligencia használata, ahogy a fentiekből is látszik, az ipari és a biotechnológiai felhasználás mellett már az igazságszolgáltatás, a bűnüldözés területén is segítséget jelenthet. Az egyes arcok azonosításának lehetősége a kamerafelvételeknél, az adatok értékelésénél, de a papíralapú dokumentálás, jegyzetelés kiváltására és az elektronikus szemlejegyzőkönyv vezetésére is alkalmas az MI-rendszer.

Az Európai Parlament és Tanács által elfogadott, MI-rendszerekre vonatkozó jogszabály foglalkozik az MI rendvédelmi célú alkalmazásával, amikor megemlíti, hogy e rendszerek használata a természetes személyek biometrikus azonosítására, a nyilvánosság számára hozzáférhető helyeken, bűnüldözés céljából történő használata különösen betolakodik az érintett személyek jogaiba és szabadságába, mivel hatással lehet a lakosság nagy részének magánéletére, az állandó megfigyelés érzetét keltheti, és közvetve visszatartja a gyülekezési szabadság és más alapvető jogok gyakorlásától. Ezenkívül a hatás azonnali jellege és az ilyen „valós időben” működő rendszerek használatával kapcsolatos további ellenőrzések vagy korrekciók korlátozott lehetőségei fokozott kockázatot jelentenek a bűnüldözési tevékenységek által érintett személyek jogaira és szabadságaira nézve.

A jogszabály leginkább arra koncentrál, hogy a mesterséges intelligencia jogalkalmazói felhasználása során semmiképpen se következzen be sem a kínai pontrendszer, sem pedig az MI befolyása az emberi döntésekre vagy épp azok helyett.

⁶⁰ StrAIght Talk: Artificial Intelligence and Data Analysis. Voyager Labs blog. <https://www.voyager-labs.com/blog/>; letöltés: 2023.01.16.

A jogalkalmazáshoz tartozó szervezeteknél jelenleg alkalmazott MI-rendszerek (leiratózó alkalmazás, chatrobotok, valamint az elektronikus szolgáltatások) jelenleg főként technológiai segítséget nyújtanak.

Az MI jogalkalmazás során történő felhasználásához szükséges jogszabályi háttér vizsgálata során megállapítható, hogy leginkább a szigorú korlátozásokkal találkozhatunk, ami miatt felvetődik a kérdés, hogy van-e értelme ezt a technológiát bevezetni és nem lenne elég, ha csak ipari felhasználásban maradna?

Az Európai Unió erős jogi korlátokat szab az MI használatára, ugyanakkor nem kínál arra perspektívát, hogy az egyes szereplők hogyan használhatják fel azt.

Egyértelműen szükséges az MI-rendszerek bevezetésénél, hogy azok ne sértsék az állampolgárok személyes adatait, az adatok révén ne váljanak előítélet áldozatává, azokat ne használják fel befolyásolásra. Az ügyeik előítéletmentesen legyenek elbírálva, miközben a biztonságérzetük, a büntető- és a polgári eljárások ne szenvedjenek csorbát.

Az MI-rendszerek jogalkalmazásban történő felhasználásának előkészületei folyamatosan zajlanak, hiszen az államok felismerték, hogy ez olyan technológiai újítás, ami az emberi negatív tulajdonságokat (figyelmetlenség, szétszórtság, fáradtság stb.) kiküszöbölheti, ugyanakkor a kockázati szintjének megfelelően alkalmas lehet arra, hogy azzal visszaéljenek, veszélyeztetve a biztonságot vagy épp befolyást szerezzenek a mesterséges intelligencia segítségével mások felett.

Az egyik legnagyobb probléma, hogy szoftverként megkívánja a külső támadás elleni biztonság megteremtését (kiberbiztonság), viszont a felhasználók biztonságtudatossága még mindig nem megfelelő, így ezzel a technológiával könnyen vissza lehet élni.

Ahogy a fentiekben is látható, a hazai jogi szabályozásban egyelőre nem jelenik meg a mesterséges intelligencia alkalmazására vonatkozó szabályozás, így többek között az elektronikus ügyintézésre vonatkozó szabályok alkalmazhatók rá, ugyanakkor azok alkalmazása a 2013. L. törvény (Ibtv.) hatálya alá eső szervezeteknél sokkal komolyabb védelmet kellene élveznie.

IRODALOMJEGYZÉK

12/2014 (V.16) ORFK Utasítás az elektronikus Modus Operandi Nyilvántartás működtetésével kapcsolatos egyes feladatokról.
<https://njt.hu/jogszabaly/2014-12-B0-8E>; letöltés: 2023.01.02.

1993. évi X. törvény a termékfelelősségről.
<https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99300010.TV>; letöltés: 2022.12.02.

1998. évi VI. törvény az egyének védelméről a személyes adatok gépi feldolgozása során, Strasbourgban, 1981. január 28. napján kelt Egyezmény kihirdetéséről.
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99800006.tv>; letöltés: 2022.11.14.

2011. évi CXII. törvény az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról.
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100112.tv>; letöltés: 2022.11.16.

2013. évi V. törvény a Polgári Törvénykönyvről.
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1300005.tv>; letöltés: 2022.12.02.

2017. évi XC. törvény a büntetőeljárásról.
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1700090.tv>; letöltés: 2023.01.06.

A Bizottság jelentése a Tanácsnak, az Európai Parlamentnek és az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak a hibás termékekért való felelősségre vonatkozó tagállami törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezések közelítéséről szóló (85/374/EGK) tanácsi irányelv alkalmazásáról. COM(2018) 246 final, Brüsszel, 2018.5.7.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0246&from=EN>; letöltés: 2022.12.15.

A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának – Mesterséges intelligencia Európa számára. COM (2018) 237 final/2, Brüsszel, 2018.6.26.
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0237R\(01\);](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0237R(01);)
2022.10.28.

A mesterséges intelligencia a pénzügyi szolgáltatások új mozgatórugója:
Főszerephez jut a mesterséges intelligencia a pénzügyi szolgáltatások terén. Deloitte.
<https://www2.deloitte.com/hu/hu/pages/penzintezetek/articles/mesterseges-intelligencia-penzugyi-szolgalattasok.html>; letöltés: 2022.12.01.

A terméklelősségről szóló irányelv – A felelősségi szabályok hozzáigazítása a digitális korhoz, a körforgásos gazdasághoz és a globális értékláncokhoz.
https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12979-Civil-liability-adapting-liability-rules-to-the-digital-age-and-artificial-intelligence/public-consultation_hu;
letöltés: 2022.12.15.

AI predicts outcomes of human rights trials. University of Sheffield, 2016.10.24.
<https://www.sheffield.ac.uk/news/nr/artificial-intelligence-predicts-outcomes-human-rights-trials-study-1.656915>; letöltés: 2022.12.16.

ALETRAS, Nikolaos – TSARAPATSANIS, Dimitrios – PREOTIUC-PIETRO Daniel – LAMPOS, Vasileios: Predicting judicial decisions of the European Court of Human Rights: a Natural Language Processing perspective. PeerJ Computer Science, Volume 2, Issue 2, 2016.
https://www.researchgate.net/publication/309399037_Predicting_judicial_decisions_of_the_European_Court_of_Human_Rights_a_Natural_Language_Processing_perspective;
letöltés: 2023.01.04.

Artificial Intelligence Applications in Law Enforcement: An overview of artificial intelligence applications and considerations for state, local, and tribal law enforcement. CJTEC, August 2020.
<https://cjtec.org/files/5f5f94aa4c69b>; letöltés: 2022.11.06.

Az Európai Adatvédelmi Testület és az európai adatvédelmi biztos 5/2021. sz. közös véleménye a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok (a mesterséges intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról szóló európai parlamenti és tanácsi rendeletre irányuló javaslatról. EDPB, 2021. június 18.
https://edpb.europa.eu/system/files/2021-10/edpb-edps_joint_opinion_ai_regulation_hu.pdf;
letöltés: 2022.10.18.

Az Európai Parlament 2019. február 12-i állásfoglalása a mesterséges intelligenciára és a robotikára vonatkozó átfogó európai iparpolitikáról (2018/2088(INI))
https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2019-0081_HU.html;
letöltés: 2022.11.25.

Az Európai Parlament 2021. október 6-i állásfoglalása a mesterséges intelligenciáról a büntetőjogban, és annak a rendőrség és az igazságügyi hatóságok általi felhasználásáról büntetőügyekben.
https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0405_HU.html;
letöltés: 2022.12.02.

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/680 irányelve (2016. április 27.) a személyes adatoknak az illetékes hatóságok által a bűncselekmények megelőzése, nyomozása, felderítése, a vádeljárás lefolytatása vagy büntetőjogi szankciók végrehajtása céljából végzett kezelése tekintetében a természetes személyek védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 2008/977/IB tanácsi kerethatározat hatályon kívül helyezéséről.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L0680>;
letöltés: 2022.11.16.

Beszédleíró - Globalspeech Minutes. Wolters Kluwer.
<https://www.wolterskluwer.com/hu-hu/solutions/beszedleiro/globalspeech-minutes>;
letöltés: 2022.11.17.

CSATÁRI-FÖLDVÁRY Eszter: Mesterséges intelligencia segíti a bőrbetegségek felismerését a Semmelweis Egyetemen (frissítve). Semmelweis Médiasarok, 2022.03.24.
<https://semmelweis.hu/mediasarok/2022/03/24/mesterseges-intelligencia-segiti-a-borbetegsegek-felismereset-a-semmelweis-egyetemen/>; letöltés: 2022.11.12.

ESZTERI Dániel: A mesterséges intelligencia fejlesztésének és üzemeltetésének egyes felelősségi kérdései. Infokommunikáció és Jog, XII. évfolyam 62–63. szám, 2015. június–szeptember. pp. 47–57.
<http://real.mtak.hu/97079/1/eszteri.mi.felelosseg.final.pdf>; letöltés: 2022.12.28.

HAJNAL Zsolt: A hibás termékekért való felelősség rendszere és szabályai Európában. Debreceni Jogi Műhely, XV. évfolyam, 1–2. szám, 2018. július.
<https://ojs.lib.unideb.hu/DJM/article/view/6906/6355>; letöltés: 2022.12.30.

HINKEL Tamás: A mesterséges intelligencia térhódítása a büntetés-végrehajtásban – Azaz a fogvatartás biztonságát támogató mesterséges intelligencia bevezetését megalapozó eszközök és tevékenységek vizsgálata. Börtönügyi Szemle, 2020/4. szám. pp. 13–28.
<https://bv.gov.hu/sites/default/files/BSZ%202020-4%20Online.pdf>; letöltés: 2023.01.04.

HORVÁTH József – KOVÁCS Gábor (szerk.): Pályakezdő rendőrtisztek kézikönyve. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2016.
<https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/4955>; letöltés: 2023.01.06.

Horváth Mirtill Katalin: Innovatív informatikai megoldások a büntetés-végrehajtásban, avagy a Főnix 3 program bűnügyi nyilvántartási modulja. NKE ITDK dolgozat, 2022.11.07.

Hosszú távú karrierrel és akadémiai képzési szemlélettel várja a debreceni egyetemistákat az IdomSoft. IdomSoft, 2021.04.11.
<https://idomsoft.hu/hireink/2021/hosszutavu-karrierrel-es-akademiai-kepzesi-szemlelettel-varja-a-debreceni-egyetemistakat-az-idomsoft/>; letöltés: 2022.12.13.

Javaslat – Az Európai Parlament és a Tanács rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok (a mesterséges intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról és egyes uniós jogalkotási aktusok módosításáról – Általános megközelítés. Brüsszel, 2022.11.25.

<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14954-2022-INIT/hu/pdf>; letöltés: 2022.12.22.

Javaslat – Az Európai Parlament és a Tanács rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok (a mesterséges intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról és egyes uniós jogalkotási aktusok módosításáról – Általános megközelítés. Brüsszel, 2022.11.25.

<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14954-2022-INIT/hu/pdf>; letöltés: 2022.12.22.

KARSAI Krisztina: Inkriminált algoritmusok a büntető igazságszolgáltatásban.

In: MADAI Sándor – PALLAGI Anikó – POLT Péter (szerk.): Sic itur ad astra: Ünnepi kötet a 70 éves Blaskó Béla tiszteletére. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2020. pp. 251–260.

http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/19665/1/2020_InkriminaltAlgoritmusokAbuntetoIgazsagszolgalatasban.pdf; letöltés: 2023.01.06.

Kiss Melinda: Rekordbírságot kapott egy hazai bank mesterséges intelligencia használata miatt. Index, 2022.04.05.

<https://index.hu/gazdasag/2022/04/05/rekordbirsagot-kapott-egy-hazai-bank-mesterseges-intelligencia-hasznalat-miatt/>; letöltés: 2022.10.11.

KOLLÁR Csaba: A mesterséges intelligencia kapcsolata a humán biztonsággal.

Nemzetbiztonsági Szemle, 6. évfolyam 1. szám, 2018. pp. 5–23.

http://epa.niif.hu/02500/02538/00022/pdf/EPA02538_nemzetbiztonsagi_szemle_2018_01_005-023.pdf; letöltés: 2022.12.28.

MAGYAR Gábor – NEMESLAKI András – SYI (szerk.): A digitális transzformáció technológiai kérdései: Digitális lábnyomaink, mesterséges intelligencia, az IoT térhódítása.

Gondolat Kiadó, Budapest, 2021.

Magyarország Alaptörvénye.

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100425.atv>; letöltés: 2022.11.16.

Mesterséges intelligenciával támogatott kommunikációs asszisztens (MIA Chatrobot).

<https://szeusz.gov.hu/szeusz/CHATBOT>; letöltés: 2022.11.17.

Munkába állt VANDA, az első virtuális üzleti asszisztens Magyarországon.

Telekom, 2018.12.11.

https://www.telekom.hu/rolunk/sajtoszoba/sajtokozlomenyek/2018/december_11;

letöltés: 2022.12.01.

NAIH-85-3-2022 határozat, 2022.02.08.

<https://www.naih.hu/hatarozatok-vegzesek?download=517:mesterseges-intelligencia-alkalmazasanak-adatvedelmi-kerdesei>; letöltés: 2022.08.01.

R (94) 12. számú Ajánlás a bírák függetlenségéről, hatékonyságáról és szerepéről és Indokolás. Európa Tanács Miniszteri Bizottság, 1994.10.13.

<https://kuria-birosag.hu/hu/etmb/r-94-12-birak-fuggetlensegerol-hatekonysagarol-es-szereperol>; letöltés: 2022.11.20.

RUSSEL, Peter H. – O'BRIAN David M.: *Judicial Independence in the Age of Democracy: Critical Perspectives from around the World*. University of Virginia Press, Charlottesville, Virginia, 2001.

SIMON, Dávid: A szoftverrel kapcsolatos egyes felelősségi kérdések. *Infokommunikáció és jog*, 2. évfolyam 7. szám, melléklet, 2005. június. pp. 11–13.
https://infojog.hu/wp-content/uploads/pdf/200507_melleklet.pdf; letöltés: 2022.12.28.

StrAIght Talk: Artificial Intelligence and Data Analysis. Voyager Labs blog.
<https://www.voyager-labs.com/blog/>; letöltés: 2023.01.16.

SZÉKELY János – VERESS Emőd: A mesterséges intelligencia és a jogalkalmazás. *Korunk*, III. évfolyam 3. szám, 2020. március. pp. 94–100.
https://epa.oszk.hu/00400/00458/00664/pdf/EPA00458_korunk-2020-03_094-100.pdf;
letöltés: 2023.01.02.

Teledermatológia Ambulancia.
<https://semmelweis.hu/borklinika/teledermatologia-ambulancia-tavborgyogyaszat/>;
letöltés: 2022.11.06.

The Human-like AI Robot Sophia Wants to Become a Mother. *Analytics Insight*, 2021.11.30.
<https://www.analyticsinsight.net/the-human-like-ai-robot-sophia-wants-to-become-a-mother/>;
letöltés: 2022.11.11.

Voyager Labs: AI Investigation Solutions.
<https://www.voyager-labs.com/>; letöltés: 2023.01.14.

YEE, Kate Madden: AI extracts more data from single-energy CT. *AuntMinnie*, 2020.10.22.
<https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=log&itemID=130564>; letöltés: 2022.10.23.

CSIKI VARGA TAMÁS

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSAI A BIZTONSÁGELMÉLETEKRE

BEVEZETÉS

A biztonsági tanulmányok tudományterületét napjainkban uraló elméletek mindegyike az információs technológiai forradalom előtt és a mesterséges intelligencia (MI) elterjedését megelőzően született. Mindezidáig azonban csak elvétve akadtak kísérletek arra vonatkozóan, hogy a létező és a szakpolitikai szinten is gyakran használt elméleteinket adaptáljuk a megváltozott technológiai környezet körülményeihez. A tanulmány a rendelkezésre álló hazai és nemzetközi szakirodalom feldolgozása és szakpolitikai értékelések alapján éppen ezért arra a kérdésre keresi a választ, hogy hogyan hat az MI elterjedése a realista biztonságelméletek két fontos koncepciójára: az elrettentés elméletére és a biztonsági dilemmára. Vizsgálatunkban a mesterséges intelligenciát szűken értelmezve, azaz az autonóm döntéstámogatás – megfigyelés, érzékelés, adatelemzés, kockázatelemzés és az azt kiegészítő egyes műveleti támogató funkciók (célmegjelölés, koordinált csapásmérés, logisztika) – gyakorlati hatásaiból kiindulva értelmezzük az MI-alkalmazásban rejlő lehetőségeket és kockázatokat. A várható hatások elemzésében a stratégiai szintre koncentrálunk. Ehhez, ahol szükséges, a liberális iskola (szabályozó rezsimek létrehozása) és a konstruktivista elméletek (fenyegetésképció) releváns elemire is támaszkodunk.

E kérdések átfogó megválaszolása érdekében három nagy témakör vizsgálatát tekintjük nélkülözhetetlennek. Elsőként arra a kérdésre keressük a választ, hogy hogyan változnak meg a döntéshozatali folyamatok és a racionálisaktor-modell az új technológiák és döntéstámogatási rendszerek hatására. Azt feltételezzük ugyanis, hogy az MI-alkalmazás a rendelkezésre álló adattömeg növekedése és az elemzési eszközök kapacitásának megnövekedése nyomán a biztonságpolitikai döntéshozatal felgyorsulását eredményezi. Ezzel párhuzamosan a részben és teljesen autonóm fegyverrendszerek működésének hatására csökken a humán tényező jelentősége a stratégiai döntéshozatal során. Végül pedig az elemzési képességek javulása és a humán – például pszichológiai, kognitív – tényezők csökkenő szerepe együttesen fokozhatja a racionális döntéshozatali modell jelentőségét a jövő konfliktusaiban.

A második kérdéskör – amelyet elemeznünk szükséges – azt vizsgálja, hogy hogyan változik meg a támadó–védő egyensúly az új technológiák hatására. Az új technológiák védelemre gyakorolt hatásait a nukleáris csapásmérés, a támadásra gyakorolt hatásait pedig a drónhadviselés teréről vett példával szemléltetjük. Fontos szempont, hogy az MI-alkalmazás gyakorlati példáival alátámasztva, nemzeti és szövetségi környezetben egyaránt rámutassunk a bizonytalan pontokra.

Végül a harmadik vizsgált kérdéskör az, hogy hogyan alakulhat át az államok közti fegyverkezési verseny és a konfliktusok eszkalációs dinamikája az MI-alkalmazás hatására. E kérdések mind a konvencionális eszközök, mind a tömegpusztító fegyverek

tekintetében relevánsak. Azt feltételezzük, hogy a konfliktusok eszközlációja megváltozhat az MI-vel támogatott döntéshozatali folyamatok és az MI-alapú eszközök használata nyomán, például a pilóta nélküli eszközök és a teljesen autonóm rendszerek alkalmazásával. Éppen ezért a tanulmány zárásaként arra is kitérünk, hogy a de-eszközlációs szándék jelzésének milyen lehetőségeivel és korlátjaival kell számolnunk az MI-alapú döntéshozatal során.

A fenti kérdések feldolgozása alapján a kutatás rávilágít az elrettentés elméletének és a biztonsági dilemmának az adaptálhatóságára az új technológiai környezetben, ezáltal hozzájárulva az MI és az új technológiák hagyományos biztonságelméleteinkre gyakorolt hatásainak megértéséhez.

AZ MI-ALKALMAZÁS AKTUALITÁSA ÉS JELENTŐSÉGE

Az elmúlt évtized technológiai fejlődése – a kvantumszámítás, a nagy adathalmazokkal végzett számítások és modellezés (*big data*), a hálózatba kapcsolt okoseszközök (*internet of things*), az automatizálás és a robotizálás, valamint a miniatürizálás – sokkal jelentősebb változásokat idéztek elő a mesterséges intelligencia fejlődésében, mint azt előzetesen vártuk volna. Emellett a fejlődés sokkal gyorsabban történik, mint azt akár a szakterület képviselői előzetesen maguk is várták: 2014-ben az AlphaGo program tervezője úgy vélte, hogy még egy évtizedbe kerülhet, mire a számítógép képessé válik egy ember legyőzésére a Go játékban.¹ Ehhez képest a Google DeepMind már a következő évben képessé vált rá.² Mint arra James Johnson is rámutatott, a dinamikus fejlődést a gépi számítási kapacitás exponenciális felgyorsulása, az adathalmazok kibővülése, az algoritmusok és a gépi tanulási technikák fejlődése hajtja előre (különösképpen a neurális hálózatok létrehozásával), és mindezek mögött a mesterséges intelligencia létrehozása és fejlesztése irányában mutatott civil, kereskedelmi érdekltség és a befektetések növekedése áll.³ Miközben a fegyveres erők évtizedekre visszamenőleg, legalább a második világháború óta használnak részben autonóm rendszereket, a közelmúlt technológiai előrelépése haditechnikai forradalmat (*revolution in military affairs*) idézhet elő, akár a hagyományos katonai képességeken alapuló hatalmi erősortrendet is felborítva.

Ha az MI katonai jelentőségét kívánjuk megérteni, akkor úgy véljük, hogy nem mint „fegyverre” magára érdemes gondolni, hanem olyan, a lehetőségeket kiszélesítő alkalmazásra (*enabler*), amely erősokszorozó (*force multiplier*) szereppel bír, mint például korábban az elektromos áram, a rádió, a radar megjelenése, vagy a 21. században a vezetés-irányítási, kommunikációs, számítógépes, hírszerző, megfigyelő-, felderítő- (C4ISR) rendszerek modern hálózata (és az erre épülő hálózatalapú (*network centric warfare*), illetve negyedik generációs hadviselés).

¹ LEVINOVITZ, Alan: The Mystery of Go, the Ancient Game that Computers Still Can't Win. Wired, 2014.05.12.

<https://www.wired.com/2014/05/the-world-of-computer-go/>; letöltés: 2022.12.20.

² AlphaGo. <https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphago>; letöltés: 2022.12.20.

³ JOHNSON, James: Artificial intelligence & future warfare: implications for international security. Defense and Security Analysis, Volume 35, Issue 2, 2019. p. 147. https://www.researchgate.net/publication/332623534_Artificial_intelligence_future_warfare_implications_for_international_security; letöltés: 2022.12.20.

Az MI-t használó haderők jelentős előnyt érhetnek el mind harcászati-hadműveleti, mind hadműveleti-hadászati szinten. Harcászati-hadműveleti szinten a nagy hatótávú érzékelés révén a harctéri felderítés, a helyzetértékelés (*situational awareness*), a manőverező harcászat, a célmegjelölés, a tűzcsapások irányítása esetében; hadműveleti-hadászati szinten pedig az ellenséges döntéshozatal sebességét meghaladó, az emberi döntések lehetséges hibáit előidéző humán tényezők (korlátozott információfeldolgozási képesség, fáradtság, hibás kockázatbecslés, kognitív hibák, csoportos döntéshozatali hibák – sok esetben a korlátozottan rendelkezésre álló információk által előidézett „háború ködének”⁴) kiküszöbölésében.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSAI A DÖNTÉSHOZATALI FOLYAMATOKRA⁵

A döntéshozatali folyamatok elemzésében a társadalomtudományok pozitívista tradíciójának modern sarokköve a racionálisaktor-modell. Elméleti keretrendszerként ahhoz biztosít számunkra eszközt, hogy a nemzetközi rendszer építőelemei, az államok esetében modellezzük különböző kockázati tényezők jelenléte mellett egyes szereplők döntéshozatali lépéseit. A modell arra a kiindulóponton épít, hogy a döntéshozók jól informáltak, így megalapozott és kiszámítható döntéseket hoznak annak érdekében, hogy maximalizálják az országuk számára elérhető – vélt vagy valós – hasznot egyes helyzetekben. Az optimális megoldásra törekvő döntések végrehajtását pedig következetesség és koherencia jellemzi. Ennek a folyamatnak négy lépése van: a probléma azonosítása; az elérni kívánt végállapot (eredmény) azonosítása; a politikai döntési alternatívák lehetséges hatásainak elemzése; majd ezek alapján a leginkább racionális döntés meghozatala annak érdekében, hogy maximalizálni tudják az elérhető hasznot.⁶

Az OODA-hurok

A döntéshozatali folyamat koncepcionális leírását a katonai szférára (eredetileg a légierő pilótáinak döntési helyzeteire⁷) vonatkoztatva John Boyd munkája nyomán alkalmazzuk, aki a viselkedéstudomány (behaviorizmus) talaján állva nem csupán az egyének, hanem szervezetek döntéshozatali folyamatára is érvényes modellt alkotott. Boyd a folyamat négy lépését a megfigyelés–orientáció–döntés–cselekvés ismétlődő

⁴ CONNABLE, Ben: *Embracing the Fog of War. Assessment and Metrics in Counterinsurgency*. RAND Corporation, Santa Monica, USA, 2012.

⁵ A tanulmány a mesterséges intelligencia alkalmazásának stratégiai hatásait vizsgálja, aminek során „stratégia” alatt Lawrence Freedman nyomán egy csoport szervezett erőszak alkalmazásához kapcsolódó döntéshozatalát értjük, ami minden esetben egy ellenféllel szemben zajlik a saját csoport céljai alapján. FREEDMAN, Lawrence: *Strategy: A History*. Oxford University Press, Oxford, 2013.

⁶ SNIDAL, Duncan: *Rational Choice and International Relations*. In: CARLSNAES, Walter – RISSE, Thomas – SIMMONS, Beth A.: *Handbook of International Relations*. SAGE Publications, London, 2013. pp. 85–110.

⁷ Boyd a koreai háborúban az amerikai légierő pilótájaként azt tapasztalta, hogy az amerikai F-86 Sabre vadászrepülőgépek pilótái eredményesen tudtak légiharcot folytatni a technológiailag akkor fejlettebb MiG-15-ösökkel szemben, mert a Sabre pilótafülkéjéből a nagyobb látóterű kilátás és a teljesen hidraulikus repülésirányító rendszerek gyors, és az ellenség által lekövethetetlen légi manőverek végrehajtását tették lehetővé.

ciklusaként (Observe–Orient–Decide–Act, úgynevezett OODA-hurok) azonosította.⁸ Az OODA modellt a politika és az üzleti menedzsment döntéshozatali folyamatának megértéséhez is alkalmazzák, így arra is alkalmasnak tartjuk, hogy az MI-alkalmazásnak a döntéstámogatási rendszerekre gyakorolt hatását, a potenciális előnyöket és kihívásokat foglaljuk keretbe általa. Az MI-alkalmazás ugyanis a ciklus mind a négy fázisában jelentős hatásokat válthat ki – célja pedig az, hogy gyorsabb, pontosabb döntésekkel meg lehessen előzni és ki lehessen játszani az ellenfelet/ellenséget. Azaz: a mi OODA-hurkunk rövidebb (gyorsabb) és hatékonyabb (pontosabb) legyen, mint a szemben álló félé. A szakirodalomban ez az alkalmazás elsősorban a „stratégiai tanácsadás” funkciót jelenti (*modular AI acting as a „strategic counsellor”*), de mint az látni fogjuk, ez több fázisban is széles körű alkalmazási lehetőséget jelent, nem csupán szűken vett stratégiai modellezést és döntési alternatívák kialakítását, illetve a „legjobb” ítélt opció kiválasztását.

Megfigyelés

A ciklus első lépése a megfigyelés, amelynek célja, hogy adott helyzetről a lehető legátfogóbb és legpontosabb képet alkossa. Ez jellegét tekintve taktikai harci helyzettől egy (katonai) hadszíntérig vagy a teljes (katonai és nem katonai) konfliktusspektrumig is kiterjedhet, attól függően, hogy mennyi információ áll a döntéstámogató funkcióval felruházott MI rendelkezésére a működési (elemzési) környezetről, és működési algoritmusa, valamint számítási kapacitása milyen komplex feladatok elvégzésére teszi képessé. Egy ilyen helyzetben maga az adat, információ rendelkezésre állása nélkülözhetetlen, de önmagában még nem elégséges. A megfigyelési fázisban az adott helyzetről ilyen kérdések megválaszolásához szükséges információt biztosítani: „Most milyen hatások érnek minket?”, „Milyen hatások érik most az ellenséget?”, „Milyen hatások érhetnek bármelyikünket a továbbiakban?”, „Megfogalmazható ezek alapján valamilyen előrejelzés a várható hatásokról és cselekvésekről?” és „Mennyire voltak pontosak a korábbi előrejelzéseim?” Ebben a fázisban kulcsfontosságú az adatok, információ megszerzése, a releváns adatok elválasztása a „zajtól”, azaz az irreleváns elemektől – és akár a dezinformációtól.

A döntéstámogató alkalmazásnak széles körű releváns információkból kell kiindulnia, és ezeknek az adatoknak a megszerzése a „megfigyelési” fázisban az első olyan lehetőség, ahol a mesterséges intelligencia alkalmazása a szenzorrendszerekkel együttesen alkalmazva (idő)előnyt teremthet a szemben álló félhez képest. A szenzoros felderítésben és helyzetértékelésben az MI már bizonyítottan képes célokat (objektumokat, járműveket, akár egyenruhákat vagy személyeket, arcokat vagy más jeleket, például hangmintákat) azonosítani. A gépi tanulás lehetővé tette például, hogy olcsó, a civil szférában elérhető akusztikus szenzorokkal néhány milliméter méretű rovarokat azonosítsanak MI-támogatással – teljes sötétségben, 95%-os pontossággal.⁹ Ezt a képességet harctéri körülmények közé előrevetítve

⁸ PLEHN, Michael T.: *Control Warfare: Inside the OODA Loop*. Air University Maxwell School of Advanced Airpower Studies, Maxwell Air Force Base, Alabama, U.S., 2000.

⁹ YANPING, Chen – WHY, Adena – BATISTA, Gustavo Enriqe – MAFRA-NETO, Agenor: *Flying insects classification with inexpensive sensors*. *Journal of Insect Behavior*, Volume 27, Issue 5, 2014. pp. 657–677. https://www.researchgate.net/publication/260716181_Flying_Insect_Classification_with_Inexpensive_Sensors; letöltés: 2022.12.20.

nagyszámú, sokszínű, eltérő megjelenésű azonosítandó elem közül az MI bármilyen humán felhasználónál gyorsabban, nagy(obb) hatékonysággal lehet képes a célok azonosítására, (autonóm) fegyverrendszerekkel összekapcsolva pedig adott esetben azok pusztítására is. Ugyanakkor ez magában foglalja a pontatlanság, a hibás célazonosítás kockázatát (például megtévesztés nyomán), ami szélsőséges esetben taktikai szintű hiba miatt is stratégiai hatással járhat – ami persze humán felhasználókkal sem zárható ki.¹⁰ A szenzorok működésének eredményessége és az adattovábbítás zavartalansága így az MI-alkalmazás egyik technológiai korlátja ebben az esetben (ha adathiányt eredményez).

Orientáció

Az OODA-ciklus második fázisa az orientáció, ami a megfigyelés során szerzett adatok, információk kontextusba helyezése és értelmezése.¹¹ Ez a kognitív lépés az egész ciklus kulcsfontosságú eleme, ugyanis a hibás adatfeldolgozás, értelmezés és helyzetértékelés helytelen döntési alternatívák meghatározásához vezet. Az orientáció funkciója, hogy az objektív valóságról alkossunk képet – ennek során azonban számos korláttal kell számolnunk akkor is, ha ember, és akkor is, ha emberek által programozott mesterséges intelligencia végzi a kognitív értelmezést.

A kognitív folyamatok háttére számos kulturális és pszichológiai tényezőtől függ, amelyek egyrészt korlátozzák az emberi döntési képességeket, másrészt jelenleg még nem ismerjük, hogyan adódnak hozzá – vagy sem – az emberek által programozott MI-programokhoz. Ez még a szűken értelmezett MI-alkalmazásnál is felmerülhet korlátként – gondoljunk csak arra, hogy egy városi környezetben a potenciálisan fenyegetést jelentő „célpontok” kiválasztásánál a nők vagy gyermekek, idős emberek megjelölésénél milyen pszichológiai-kulturális gátlások érvényesülnek.

Kezdjük azzal, hogy egy háború olyan intézményesített erőszak, amit szervezett formában vívnak az emberi közösségek saját társadalmi céljaik elérése érdekében. Számos ilyen cél materiális (erőforrás, kereskedelmi előnyök, „zsákmány”), míg mások szigorúan véve is evolúciósok (fizikai biztonság és túlélés, élelmiszerhez és ivóvízhez való hozzáférés), megint mások kulturálisak (vallás), egyesek pedig inkább pszichológiaiak (státusz, elismerés, dicsőség, bosszú). Ezek a társadalmi célok attól a kulturális közegtől, norma- és értékrendtől függenek, amelyekben meghatározzák őket, miközben a moduláris MI programozása szükségszerűen lesz kevésbé fogékony ilyen evolúciós-biológiai motivációkra, társadalompszichológiai korlátokra. Ráadásul egy konfliktus során az elérni kívánt célok – így maga a

Hivatkozta: AYOUB, Kareem – PAYNE, Kenneth: Strategy in the Age of Artificial Intelligence. Journal of Strategic Studies, Volume 39, Issue 5-6, 2016. pp. 804–805.

¹⁰ Több ilyen látványos és sajnálatos hibát is ismerünk (amelyek akkor helytelen emberi döntés miatt történtek meg). 1988-ban egy amerikai rakétaromboló föld-levegő rakétával lelőtte az iráni IRA655-ös utasszállító repülőgépet, mert – hibásan – potenciálisan támadó szándékkal közeledő F-14-es vadászipülőgépként azonosították. 2014-ben Kelet-Ukrajna felett a szakadár orosz erők lőtték le az MH17 maláj utasszállító repülőgépet hasonlóképpen hibás célazonosítás miatt. Mindez arra is rámutat, hogy az MI-alkalmazás legerősebb jövőbeni korlátja ilyen esetben az információ rendelkezésre állása és pontossága, ami alapján az automatizmus a programozott eljárást végrehajtja.

¹¹ PLEHN, Michael T.: Control Warfare: Inside the OODA Loop. pp. 26–28.

stratégia is – dinamikusan változhatnak – a helyzet változása során kialakuló lehetőségektől vagy kényszerektől függően. Ugyancsak, az elérni kívánt célok teljesítése sokszor nem mérhető, számszerűsíthető, és egyes elért „eredmények” szubjektív megítélés alá esnek. Egy totális háborúban, amely az egyik fél megsemmisítéséről – de legalábbis a második világháborúban látott teljes katonai-politikai legyőzéséről – szól, objektívebb az eredmény: bukás vagy fennmaradás. Azonban a korlátozott célú háborúkban (akár akkor is, ha ezek területszerző célúak), különösképpen pedig a közvetlen konfrontációt megelőző esetekben, amikor elrettentésről vagy a másik fél erőszakmentes (nem katonai erőt alkalmazó) kényszerítéséről van szó, a működési mechanizmusok eredményessége éppen a felek pszichológiai-kognitív folyamatain, például kockázatvállaló készségén múlik.

Úgy véljük, a moduláris MI ezeket a jellemzőket nem, vagy csak korlátozottan tudja kezelni – mint ahogy az emberi döntéshozatalt a korlátozott információs környezet (vagy éppen a túl sok adat), a komplex, nem egyértelmű, dinamikusan változó helyzetek, nem különben az ismeretlen tényezők (például kifejezetten egy új technológiai megoldás alkalmazása a szemben álló fél részéről) korlátozzák. Míg a feldolgozandó adatok mennyiségi korlátjai az MI esetében sokkal szélesebbek, azok értelmezése és az azokból levonható következtetések kialakítása programozásfüggő, amibe ugyanúgy belekerülhetnek az emberi kognitív hibák, mint a humán döntéshozatalba. Számos ilyet ismerünk. Daniel Kahneman arra mutatott rá, hogy az emberi döntésekben a kockázatok értékelésénél általában nagyobb súllyal vesszük figyelembe a hatást, mint a bekövetkezés valószínűségét, és hajlamosak vagyunk felnagyítani a kisebb valószínűséggel bekövetkezők hatását.¹² Az emberek érveiket korábbi tapasztalataik, emlékeik alapján, érzelmi érvelés mentén építik fel, mert ezek nem csupán a világról alkotott képünket alakítják, hanem az ingerekre adott érzelmi reakciókat is meghatározzák. Az érzelmi állapot befolyásolja a kockázatvállalási hajlamot is: a harag nagyobb mértékben, a félelem kevésbé tesz kockázatvállalóvá.

A csoportos döntéshozatal – ami az emberi stratégiaalkotás egyértelmű sajátja – szükségszerűen közösségi tevékenység, amit minden fent már bemutatott humán tényező befolyásol. A csoportdinamika azonban torzít(hat)ja is a folyamatot és az eredményt: az elérni kívánt célokról alkotott konszenzus (vagy annak hiánya) és az elérés módjairól alkotott kép egyaránt lehet eltérő. Ugyanakkor a csoportok – mint arra Turner és szerzőtársai rámutattak – polarizálják az attitűdöket és kiszorítják az egyet nem értőket, és a csoportkonformitás jegyében lehetőséget teremtenek különböző érvelési hibák térnyerésére.¹³ A csoportdinamikát és az egyéni döntéseket is befolyásolják a fizikai korlátok: a túl sok információ feldolgozása, az idő nyomása, a stressz, a fáradtság és az élettani korlátok (kor, táplálkozás). Ehhez képest az MI-t a fizikai korlátok nem érintik, a pszichológiai jellemzők nem korlátozzák, nem válik kockázatvállalóbbá, ha veszítésre áll, és nem igyekszik kiszorítani a kisebbségi ellenvéleményt csoportos döntési szituációkban. A feldolgozott információ (adat) az emberek esetében kétféle előítélet áldozata is lehet: egyrészt maga az adatok kiválasztása,

¹² KAHNEMAN, Daniel P.: *Thinking, Fast and Slow*. Allen Lane Publishing, London, 2011.

¹³ TURNER, John C. – HOGG, Michael A. – OAKES, Penelope J. – REICHER, Stephen D. – WETHERELL, Margaret S.: *Rediscovering the Social Group: A Self-categorization Theory*. Blackwell, Oxford, 1987.

amivel dolgozunk (akár már a szenzorok és a források szintjén), másrészt a szubjektív értékelés során. Az első esetben az MI előnyt élvezhet, de csak akkor, ha kellően széles, megalapozott és hiteles adatokat kap a döntésekhez. A második esetben pedig hatékonyabb lehet a döntéshozatalban, ugyanakkor fennáll a lehetőség, hogy bizonyos kulturális-társadalmi fékek nem érvényesülnek az „orientáció” fázisában vagy a döntés során.

Döntés

Az OODA-ciklus harmadik lépése ugyanis maga a döntés,¹⁴ ami megfelelő informáltság esetén az egyes alternatívák közül a „legjobb” eredményt valószínűsítő opció kiválasztását jelenti.¹⁵ Arra is létezik már működő tesztkörnyezet, hogy több moduláris MI-ből alkotnak csoportos döntéshozatali rendszereket, ezáltal igyekeznek feltérképezni a humán és az MI-csoportdöntések közti különbségeket.¹⁶ A gyakorlati katonai alkalmazást az amerikai haditengerészet drónrajokra vonatkozóan teszteli: az Office of Naval Research a drónrajok támadó és védekező célú alkalmazásához kapcsolódó számítási feladatokat számos, hálózatba rendezett MI-ügynök között osztja meg, ezáltal a különböző moduláris MI-k között a korábbi gyakorlatok tapasztalatait, „emlékeit” is meg tudják osztani egymástól térben és időben jelentősen eltérő forrásokból.¹⁷

Cselekvés

A ciklus negyedik eleme a cselekvés, ami esetünkben a döntések végrehajtását jelenti – akár tisztán emberi irányítással, akár felügyelet mellett, vagy az automatizált rendszerek programozása által lehetővé tett korlátok között (potenciálisan teljesen önállóan is). Jelen tanulmány koncepcionális keretei között a moduláris MI csak az automatizált döntéstámogató rendszerek körében bír szereppel, tehát nem „önálló” szereplő. A racionális aktor esetünkben az MI-t alkalmazó katonai vezető, stratégia stb.

AZ MI TÁMOGATÓ SZEREPE A STRATÉGIAALKOTÁSBAN

Az MI a stratégiaalkotásban további két aspektusban is szerepet játszhat: a modellezés és a kockázatelemzés terén. Mindkét feladatban a nagy és rugalmas adatfeldolgozó képesség az, ami a komplex változók alapján hozzásegítheti a döntéshozókat ahhoz, hogy a dinamikusan változó helyzetekre gyorsabban és kevesebb kognitív hibával reagálhassanak a jövőben.

¹⁴ PLEHN, Michael T.: Control Warfare: Inside the OODA Loop. pp. 28–32.

¹⁵ Esetünkben nem térünk ki a döntéshozatali modellek nemzeti, intézményi modelljeinek áttekintésére, amelyek közül számos verziót ismerünk, hanem a racionális döntés elméletének megfelelő szemlélettel egy racionális, egységes szereplő döntését vesszük alapul (csoportként is).

¹⁶ The Alan Turing Institute: Multi-agent systems. How can research in multi-agent systems help us to address challenging real-world problems?

<https://www.turing.ac.uk/research/interest-groups/multi-agent-systems>; letöltés: 2022.12.20.

¹⁷ SZONDY, David: US Navy demonstrates how robotic “swarm” boats could protect warships. New Atlas, 2014.10.06.

<https://newatlas.com/onr-swarm-boats/34124/>; letöltés: 2022.12.20.

A terepasztal-gyakorlatokhoz hasonló, de annál komplexebb szimulációkban (*microworld wargames*) az absztrakt környezetben modellezett szimulációk a terepviszonyok, időjárás, a saját és az ellenség erők elhelyezkedése és mozgása alapján már húsz éve alkotnak stratégiát. Az ilyen környezetre alkalmazott moduláris MI bármilyen számú ismétlésben képes variációkat vizsgálni az egyes környezeti és cselekvési változók eltérő kombinációi alapján, és a tapasztalat azt mutatja, hogy az embereknél jobban teljesít: az MI gyorsabban „játssza végig” az egyes szimulációkat, és ezzel párhuzamosan a változók mindenféle lehetséges kombinációjára képes alternatívákat kidolgozni, ami alapján akár nem várt cselekvési javaslatokat is megfogalmaz(hat).¹⁸

A döntéseket hozó emberek egyes szituációkban a bekövetkezés valószínűségét igyekeznek megbecsülni a hiányos információs környezetben és a kockázatok lehetséges minimalizálása mellett. A megfelelő adathalmazok rendelkezésre állása esetén a moduláris MI képes bizonyos összefüggések megállapítására, valószínűségek, így kockázatok kvantifikációjára – ahogy azt algoritmusok már ma is teszik hitelminősítések értékelése vagy betegségek diagnosztizálása során. A harctéri tapasztalatok feldolgozása katonai relevanciával bíró számos kérdésben adhat valószínűségekre és fenyegetések kockázatára vonatkozó támpontokat MI-támogatás alapján, például konvojok útvonala mentén a rögtönzött robbanóeszközök (IED) várható telepítéséről vagy ellenséges támadásra alkalmas helyszínek azonosításáról.

Az alfejezet kiindulópontjaként azt feltételeztük, hogy az MI-alkalmazás a rendelkezésre álló adattömeg növekedése, az elemzési eszközök kapacitásának megnövekedése nyomán a biztonságpolitikai döntéshozatal felgyorsulását eredményezi. Az OODA-hurok modelljének értelmezésével és ebben az MI-alkalmazás, valamint a humán tényező kölcsönhatásának bemutatásával azt szemléltettük, hogy valóban számos lehetőség nyílik arra, hogy az ellenség döntéshozatalánál gyorsabban reagáljunk a környezet változására és az ellenséges akciókra. Ezzel párhuzamosan arra is láthattunk példákat, hogyan csökkenhet a humán tényező jelentősége a stratégiai döntéshozatal során egyes fázisok automatizálása esetén. Végül pedig az elemzési képességek javulása és a humán – például pszichológiai, kognitív – tényezők csökkenő szerepe arra mutatott rá, hogy az MI-alkalmazás fokozhatja a racionális döntéshozatali modell jelentőségét és az MI stratégiaalkotásban játszott szerepét a jövő konfliktusaiban.

Ugyanakkor szem előtt kell tartanunk a korlátokat is: egyrészt nem tűnnek el teljesen a humán eredetű korlátok, másrészt a moduláris MI a programozás és a gépi tanulás korlátjai következtében még nem lesz képes adaptálni a kultúraspecifikus humán elemeket a döntéshozatal finomhangolására. Ami pedig még ennél is fontosabb: a teljes döntéshozatali folyamat – ebben a matematikai kockázatelemzés és modellezés is – alapvetően függ a programozás minőségétől, a kiinduló adatbázis pontosságától (ami humán eredetű), valamint a szenzoros érzékeléstől (amely gépi eredetű).

¹⁸ SCHOLZ, Jason – HENGST, Bernhard: Machine learning for adversarial agent microworlds. In: MODSIM 2005 International Congress on Modelling and Simulation. Modeling and Simulation Society of Australia and New Zealand, Canberra, 2005. pp. 1627–1637.

A TÁMADÓ–VÉDŐ EGYENSÚLY VÁLTOZÁSA AZ ÚJ TECHNOLÓGIÁK HATÁSÁRA

A második kérdéskör, amelyet elemeznünk szükséges, azt vizsgálja, hogy hogyan változik meg a támadó–védő egyensúly az új technológiák hatására, amennyiben azokat MI-támogatással vetik be. Erre vonatkozóan az előző alfejezetben bemutatott, az ellenség döntéshozatal ütemét megelőző vagy annál hatékonyabb döntések képessége csak az egyik releváns vonatkozás. A másik meghatározó aspektus az automatizált rendszerek alkalmazásából eredő felgyorsult és nagyobb potenciállal rendelkező cselekvési képesség, ami számos stratégiai dilemmát tár elénk. A következőkben az MI és az új technológiák kombinált alkalmazásának védelemre gyakorolt hatásait a nukleáris csapásmérés, a támadásra gyakorolt hatásait pedig a drónhadviselés teréről vett példával szemléltetjük.

Nukleáris csapásmérés

A hidegháborús szembenállás csúcspontját a nukleáris fegyverkezési verseny jelentette. A nukleáris elrettentésnek két klasszikus „generációja” volt: az elsőben magának a nukleáris fegyvernek és célba juttató rendszereinek – kiemelten az interkontinentális ballisztikus rakétáknak – a kifejlesztése, a másodikban ezeknek az eszközöknek a tömeges bevetési lehetősége, a nukleáris triád¹⁹ kialakítása állt a középpontban. Így a második csapásmérés lehetősége és a kölcsönös biztos megsemmisítés²⁰ jelentette az elrettentés kulcsát. A pusztító erejük és a bevetést követő védekezés minimális lehetőségei miatt „abszolút fegyvernek” tekinthető nukleáris fegyvereken alapuló stratégiai elrettentés egyensúlyának megbontására a rakétavédelmi rendszerek lettek volna alkalmasak – ha kellő mennyiségben és technológiailag kellően hatékonyan álltak volna rendelkezésre. Nem véletlen, hogy 1972-től érvényben volt az átfogó rakétavédelmi rendszerek telepítését formálisan tiltó ABM Szerződés (2002-ig) – ezáltal „mesterségesen fenntartva a felek sebezhetőségét”. A 21. században azonban a rakétavédelmi rendszerek fejlesztését semmilyen nemzetközi rezsim nem korlátozza (a technológiai lehetőségeken kívül), a nukleáris nagyhatalmak pedig részben a hordozóeszközök (hiperszonikus rakéták), részben a robbanófejek továbbfejlesztésével (több, egymástól függetlenül, egyedileg irányítható robbanófej telepítésével egyetlen rakétán) megsokszorozták csapásmérő képességüket. Ezzel elérkezett a nukleáris elrettentés harmadik korszaka, immár formális korlátok nélkül.

¹⁹ A nukleáris triád a nukleáris fegyver célba juttatását lehetővé tevő három eszközrendszert – a stratégiai bombázót, az interkontinentális ballisztikus rakétát és a nukleáris robbanófejjel ellátott rakétát hordozni képes tengeralattjárót – jelenti.

²⁰ A kölcsönös biztos megsemmisítés (*mutually assured destruction* – MAD) azt jelentette, hogy mindkét fél (a hidegháborúban a Szovjetunió és az Amerikai Egyesült Államok) rendelkezett a nukleáris támadó potenciálja és vezetés-irányítási rendszerei olyan széles és túlélőképes arzenáljával, hogy a másik fél esetleges első (ún. lefejező) csapása sem lett volna képes ezeket kiiktatni, így második csapással is megsemmisíthette volna az ellenségét. Mivel ezzel mindkét fél tisztában volt, tudatosan kerülték az első csapás alkalmazását és a lehetséges (akár véltelen) eszkaláció megállítására igyekeztek mechanizmusokat – például a Moszkva és Washington közti „forró drótot” – működtetni.

Ebben az egyébként is törékeny elrettentési egyenletben hozhatnak új, a támadó fél számára előnyösebb változásokat az automatizált, MI-támogatással működő rendszerek. Ezek az első, gépi gyorsaságú csapásmérés lehetőségével fenyegetnek, amivel szemben – mint azt a következő alfejezetben is rámutatunk – a „védekező fél” közvetlen, azonnali fenyegetettséget érzékelve a megelőző (preemptív) csapásmérés lehetőségére támaszkodhat. Ez nagyon komoly eszkáliciós potenciált rejt magában, hiszen a helytelen percepció gyors konfliktust szülhet, a gyorsaság miatt igen szűk de-eszkáliciós lehetőségekkel. Hasonlóképpen, ha az MI-támogatással működő csapásmérés lehetővé tenné a második (azaz a válasz-)csapás lehetőségének kiiktatását azzal, hogy gyors, pontos, tömeges csapásméréssel képes megsemmisíteni a redundáns vezetés-irányítási rendszereket és a mobil hordozó eszközöket is, az alapjaiban áthatná alá a nukleáris elrettentést. Ha MI-támogatású megfigyeléssel képesek lennének az ellenséges felek folyamatosan nyomon követni a mobil rakétakilövőket a szárazföldön, illetve a nukleáris rakétákat hordozó tengeralattjárókat a tengeren, ezek is az első csapás célpontjaivá válhatnának, és a kölcsönös megsemmisítés már nem lenne „biztos”.²¹

Drónrajok támadó alkalmazása

A drónrajok MI-támogatású alkalmazása harcászati-hadműveleti szinten lehet jó példa arra, hogyan változhat meg a közeljövőben a támadók és a védők helyzete – az előbbi javára. Elsőként például a moduláris MI is képes arra, hogy bizonyos taktikai tevékenységeket tökéletesítsen komplex körülmények között, így például egyes vadászrepülőgépeket irányítson és légi harcban emberi pilótákkal szemben kivívja a légi fölényt.²² Ugyancsak képes arra, hogy drónokat irányítson, majd ezeket rendszerbe (rajba) tömörítve alkalmazza és kombinálja a szenzoros felismeréssel, helyzetértékeléssel vagy olyan megoldásokkal, mint a készenléti löszerek²³ alkalmazása. Johnson számos alkalmazási példát bemutatott: felderítés és csapásmérés, akár lopakodó kialakításban, amellyel képesek behatolni rétegzett légvédelmi övezetekbe is; erőkitetés távoli tengeri zónákba, ahol az ellenséges hozzáférést gátló / területmegtagadó képességek hatékonyságát tudják csökkenteni; nagy méretű autonóm tengeri vagy tenger alatti járművek alacsony költségű rakétaindító platformok lehetnek; és az MI-vel támogatott autonóm járművek szerepet kaphatnak az aknamentesítésben és -lerakásban, a tengeralattjárók elleni hadviselésben, az elektronikus hadviselésben, a logisztikai utánpótlás szállításában, nem katonai (határvédelmi és terrorizmus elleni) műveletekben stb.²⁴ A drónrajok esetében a szakirodalom a hatékony, összehangolt tömeges alkalmazás lehetőségét emeli ki mint a támadó fél legnagyobb potenciális előnyét.

²¹ HOROWITZ, Michael C.: When speed kills: Lethal autonomous weapon systems, deterrence and stability. *Journal of Strategic Studies*, Volume 42, Issue 6, 2019. pp. 781–782. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3348356; letöltés: 2022.12.20.

²² AYOUB, Kareem – PAYNE, Kenneth: *Strategy in the Age of Artificial Intelligence*. p. 806.

²³ Loitering munitions – autonóm légi eszközök, amelyek képesek adott célpont megközelítése és azonosítása után távirányítással vagy autonóm módon a célba csapódni és azt megsemmisíteni. A köznyelvben „öngyilkos drónként” emlegetik, mivel szabatos magyar megfelelője nincs. Ilyen eszköz például az izraeli gyártású Harop (Harpy II) radar elleni készenléti löszér, amely a felbocsátást követően hat órán keresztül képes a levegőben maradni, és teljesen autonóm működésű a cél észlelését és megsemmisítését illetően.

²⁴ JOHNSON, James: *Artificial intelligence and future warfare: implications for international security*. p. 151.

A támadó–védő egyensúly változása tekintetében tehát két olyan általános példát láttunk, amelyek a hatékonyabb felderítés és helyzetértékelés nyomán, gyorsabb döntések alapján, az emberi pilótákhoz, operátorokhoz képest hatékonyabb műveleti megoldásokkal, akár gépi gyorsaságú csapásméréssel az MI-támogatású és autonóm katonai eszközrendszerek inkább a támadó félnek kedveznek. A következő alfejezetben azokat az elméleti dilemmákat összegezzük, amelyek az MI-alkalmazás eddig bemutatott előnyei és kockázatai nyomán a stratégia szintjén jelennek meg.

AZ MI-ALKALMAZÁS HATÁSAI A BIZTONSÁGI DILEMMÁRA, A FEGYVERKEZÉSI VERSENYRE ÉS AZ ESZKALÁCIÓS DINAMIKÁKRA

Mint azt a tanulmány második alfejezetében részletesen bemutattuk, a moduláris MI-alkalmazás – a realizált technológiai, harcászati, hadműveleti előnyök nyomán – számos vonatkozásban a kognitív térben és stratégiai szinten is hatásokat vált ki. Ennek messze ható következményei lehetnek olyan alapvető összefüggéseknél, mint az MI-t alkalmazó és azzal szemben védekező racionális szereplők szubjektív fenyegetésszereplője és az erre épülő biztonsági dilemma, fegyverkezési verseny és a stratégiai elrettentés normál működési és eszkalációs dinamikái.

Az MI-alkalmazás hatása a biztonsági dilemmára

Robert Jervis meghatározása alapján a biztonsági dilemma akkor áll elő, ha két szereplő (állam) közötti viszonyrendszerben a felek fel tudják mérni egymás képességeit, de a másik szándékait nem.²⁵ Ez részben objektív (számszerűsíthető képességek, például katonai eszközök, védelmi kiadások), részben szubjektív (szándék, politikai nyilatkozatok) tényezők függvénye. Éppen ezért fontos a nemzetközi kapcsolatok konstruktivista iskolájának a fenyegetettségpercepció megismerésére, befolyásolására vonatkozó iránymutatását.²⁶ A moduláris MI-vel támogatott és/vagy autonóm rendszerek esetében számos jelenség befolyásolhatja mindkét tényezőcsoportot, ami a biztonsági dilemma erősödéséhez, a támadó szándék túlbecsüléséhez és ezáltal az eszkalációs potenciál erősödéséhez is vezethet.

A moduláris MI-vel támogatott és/vagy autonóm rendszerek jelenleg még a fejlesztés fázisában vannak, de ezeknek a lehetőségeket kiszélesítő (*enabler*) és erősokszorozó (*force multiplier*) alkalmazásához kapcsolódó előzetes feltételezések és várakozások – mint azt a jelen tanulmányban is demonstráltuk – jelentősek (szubjektív tényező). A valós (objektíven mérhető) képességek azonban nem átláthatók, mert egyrészt a fejlesztési fázisban nem demonstrálhatók teljeskörűen, másrészt a stratégiai alkalmazásokat egyelőre nem is kívánják demonstrálni (egy

²⁵ JERVIS, Robert: Cooperation under the Security Dilemma. *World Politics*, Volume 30, Issue 2, 1978. pp. 167–214.

<https://www.sfu.ca/~kawasaki/Jervis%20Cooperation.pdf>; letöltés: 2022.12.20.

GLASER, Charles L.: The security dilemma revisited. *World Politics*, Volume 50, Issue 1: Special issue, 1997. pp. 171–201.

<https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/11277/course/section/3601/Dilemma%20Revisited.pdf>; letöltés: 2022.12.20.

²⁶ ROUSSEAU, David L.: Identifying threats and threatening identities: The social construction of realism and liberalism. Stanford University Press, Stanford, 2006.

konfliktusban történő alkalmazással), harmadrészt az alkalmazás tulajdonképpen nehezebben demonstrálható, mint mondjuk egy harckocsi vagy egy vadászpilóta esetében, mert itt nem hardver, hanem szoftver okozza a különbséget.

A szoftver jellemzőiből eredően minden egyes alkalmazás paraméterei (rules of engagement) változhatnak, mert az programozásfüggő, így bármilyen demonstráció csak pillanatképet jelent. Viszont a képesség és a szándék közvetítése a szemben álló fél irányába (*signalling*) kulcsfontosságú lenne a hitelesség és a kiszámíthatóság miatt.

E logika mentén haladva merül fel az is, hogy a moduláris MI-t fejlesztő fél számára az alkalmazás alapja a program megbízhatósága és hatékonysága kell(ene), hogy legyen, de egy olyan versengő környezetben, mint a jelenlegi, amikor több nagyhatalom párhuzamosan fejleszti ezeket a képességeket, alkalmazásokat, felmerül a korai alkalmazás veszélye. A korai alkalmazás oka lehet a kifejlesztett képességek túlbecsülése, vagy az, hogy egy konfliktushelyzetben döntő hatást kívánnak elérni az MI-vel támogatott rendszerek bevetésével. Ráadásul feltételezhetjük, hogy egy konfliktusban a gyengébb, illetve vereségre álló fél kockázattelfogadóbb a helyzet megfordítása érdekében, ezért az aszimmetrikus alkalmazás válhat jellemzővé. A „hatékonyság” és a korai alkalmazás kérdéséhez tartozik az is, ha az MI-fejlesztés nem működik tökéletesen, de „ahhoz elég hatékonyan, hogy bizonytalanságban tartsa az ellenséget?”²⁷ Ez a bizonytalanság erősíti a szubjektív percepciót és a kiszámíthatatlanságot.

Autonóm eszközök alkalmazásával – hacsak nem kifejezetten szándékos a jelzésértékű alkalmazás (*signalling*) – egyre nehezebbé válhat az is, hogy egy-egy akció (támadás) elkövetőjét, forrását azonosítsák (*attribution*). A kibertámadásokhoz hasonlóan a letagadhatóság (például néhány olcsó drón bevetése esetében) nyilvánvaló probléma lehet, ami növeli a stratégiai kétértelmőséget és növeli az eszközlációs kockázatot, ezáltal pedig rombolja az elrettentést.

Az MI-alkalmazás hatása a fegyverkezési versenyre

A moduláris MI-alkalmazás esetében is a technológiai komponensek terjedése, azaz a proliferáció az, ami meghatározza a versengő magatartást. Abból kiindulva, hogy – bár kizárólag katonai célú fejlesztések és adaptációs kísérletek is zajlanak, de – az MI-fejlesztést döntően a civil szféra, ezen belül is a forrásigény miatt nagyvállalatok és kutatói hálózatok végzik, és a felhasználás is ebből eredően elsősorban civil, majd kettős jellegű, magát a technológiai proliferációt késleltetni lehet, de megakadályozni valószínűleg nem. Különösen azért, mert a fejlesztések jelentős része szoftver, azaz programkódalapú, nem is a fizikális térben kell megakadályozni a hozzáférést. (Ez természetesen annak is utat nyithat, hogy ellenérdekelt nem állami szereplők is szert tegyenek ilyen technológiai komponensekre, de ez nem képezi jelen tanulmány tárgyát.) Az ad némi bizakodásra okot, hogy általános az a technológiai trend, hogy minél komplexebb, annál specifikusabb ismeretet, technológiai környezetet igényel egy-egy új fejlesztés, és emiatt természetszerűen kevésbé terjed.

²⁷ JOHNSON, James: Artificial intelligence and future warfare: implications for international security. p. 153.

A technológiai proliferációt és ehhez kapcsolódóan akár a katonai alkalmazást is nemzetközi szabályozó rezsimek létrehozásával lehetne ellenőrzés alá vonni. Ahogy azonban a hidegháború időszakában a tömegpusztító fegyverek és hordozóeszközök, majd a 21. században a rakétavédelmi rendszerek, a támadó robotrepülőgépek, a műholdak elleni fegyverek stb. esetében is tapasztalhattuk, a fegyverrendszereket fejlesztő nagyhatalmak addig nem érdekeltek a korlátozásban, amíg ők maguk nem rendelkeznek fejlett rendszerekkel. Ezt követően pedig a terjedés ellenőrzése, új szereplőkkel szemben a korlátozása válik „közös érdeké”, az azonban még távol van – és mint utaltunk rá, nem valószínű –, hogy olyan egyértelműen megvalósítható, mint az urándúsítási technológia és az atombombakészítés ismereteinek átadása. Pozitívum, hogy legalább az autonóm, halált okozó fegyverrendszerekkel kapcsolatban elkezdődtek az ENSZ keretében a nemzetközi jogi szabályozás lehetőségeiről szóló tárgyalások (*UN GGE talks on LAWS*).

Éppen ezért számolnunk kell bizonyos mértékű fegyverkezési versennyel, aminek első lépésében az MI-technológiát fejlesztő államok azért fegyverkeznek, hogy ne másoknál legyen az előny (ún. *arms race instability*). A továbbiakban a minőségi továbbfejlesztések és a mennyiségi rendelkezésre állás – vagy például szövetségi rendszeren belüli proliferáció – okozhat további fegyverkezési versenyt. Ennek kulcseleme – mint azt a biztonsági dilemmával kapcsolatban egy másik vonatkozásban már említettük – a képesség (hiteles) demonstrációja (*signalling*), ami viszont fokozódó versenyt generálhat.

A proliferációval és a fegyverkezési versennyel kapcsolatban reményt keltő lehet, hogy a nemzetközi jogi szabályozásról szóló (eredményes) tárgyalásoknak pozitív történelmi példája is van: a vegyi fegyverek esetében döntően az első világháború borzalmainak hatására a nagyhatalmak eljutottak arra a felismerésre, hogy azok tömeges alkalmazása hasonló választ vált ki az ellenség részéről is, ezért az aránytalan emberi szenvedés elkerülése érdekében megszülettek a vegyifegyvertilalmi rezsimek elemei. Bár nem átfogó a siker és időnként vegyifegyver-alkalmazás is történik helyi jelleggel (pl. a szír kormányerők Szíriában), a kölcsönös önkorlátozás példája adott.

Az MI-alkalmazás hatása az eskalációs dinamikákra

Tanulmányunk előző fejezetei az OODA-ciklus – különösen az orientációs szakasz kognitív elemei – és a nukleáris csapásmérés példája kapcsán számos eskalációs kockázatot szülő jellemzőt bemutatott. Kognitív-percepcionális oldalról a képességek igazolása és az alkalmazásukat lehetővé tevő szándék demonstrálása (*signalling*) kulcsfontosságú, ha a stratégiai stabilitás és a hiteles elrettentés kialakítása a felek célja. Ezek félreértelmezése, a szituációtól függő hibás helyzetértékelés több vonatkozásban is eskalációt eredményezhet. Az MI-támogatású rendszerek gépi gyorsaságú vagy nagy hatékonyságú csapásmérésének megelőzése vagy elhárítása a nukleáris elrettentésben az első csapásmérést érintő instabilitást generál (*first strike instability*), ami elvben akár preemptív csapásmérést is kiválthat. A kölcsönös biztos megsemmisítés képességének alácsúszása az MI-vel támogatott rendszerek által a második csapásmérést érintő instabilitást szül (*second strike – MAD – instability*), ami nagymértékben hiteltelenítheti a nukleáris elrettentést, utat engedve a nukleáris eskalációnak.

A vertikális eszkaláció – azaz egy minőségében új eszközrendszer, az MI-támogatás bevetése – mellett végül érdemes szólnunk a horizontális eszkalációról, ami az MI-technológiával rendelkező országok és szövetségi rendszerük együttműködését, tehát a moduláris MI közös alkalmazását jelent(het)i. A 2020-as, 2030-as években ez az MI-t fejlesztő országok csoportjai és a politikai-katonai realitások alapján leginkább a NATO-ban képzelhető el, avagy várható el ilyen technológiamegosztás és -összehangolás. Ahogy azonban Etl Alex úttörő tanulmánya²⁸ rámutatott, a 2020-as évek elején az MI-t fejlesztő NATO-tagállamok, de még a NATO-nagyhatalmak is eltérő stratégiai szemlélettel, koncepcionális megközelítéssel és technológiai megoldásokkal fejlesztik autonóm rendszereiket. Az eltérő technológiai színvonal, a párhuzamosan is zajló fejlesztésekből eredő, már most is látható technológiai sokszínűség komoly kompatibilitási és interoperabilitási kérdéseket vet fel még akkor is, ha a politikai szándék és a technológiai képesség a tagállamok részéről meg is lesz/lenne az MI-támogatású rendszerek szövetséges keretben történő alkalmazására. Ugyancsak kérdés szövetségesi környezetben, hogy a konszenzust igénylő döntési szituációkban – így a kollektív védelem életbe léptetése esetén – a 30 tagállam mennyiben képvisel közös álláspontot a politikai szándék és katonai (és akár nem katonai) alkalmazás kérdéseiben. Ez a már most is látható fragmentáció a továbbiakban a közös alkalmazást ellehetetlenítő különbségeket vagy egy új „munkamegosztást” eredményezhet a NATO-n belül, mint ahogy a nukleáris elrettentést is csak néhány tagállam biztosítja.

Végül, de nem utolsósorban jeleznünk kell, hogy az eszkalációs potenciál bemutatott fokozódása szükségessé tenné a konfrontáció elkerülését lehetővé tevő de-eszkalációs mechanizmusok kialakítását, mint ahogy a hidegháború időszakában a két szuperhatalom és a katonai blokkjaik között is történt. Amellett azonban, hogy éppen az MI-támogatással végrehajtható gépi gyorsaságú és nagy hatékonyságú csapásmérés előnyei/kockázatai mellett érveltünk korábban, el kell ismernünk, hogy a de-eszkalációs mechanizmus így csak a véletlen, nem szándékos eszkaláció eseteiben jöhetne szóba, viszont ilyen esetekben is lerövidülne a cselekvés időkerete. Ráadásul úgy véljük, párhuzamot vonhatunk a NATO és egyes nagyhatalmak kibervédelmi politikájával, amikor a de-eszkalációs lehetőségeket vizsgáljuk, ugyanis ezek alapvetően a stratégiai kétértelműségekre (*strategic ambiguity*) építenek: nem határozzák meg nyíltan és egyértelműen az egyes fenyegetésekre, különböző intenzitású támadásokra adandó (arányos) válasz mibenlétét. Így viszont az is kérdéses, hogy mely ponton kellene de-eszkalációs lépéseket tenni.

Alfejezetünk abból a feltételezésből indult ki, hogy a moduláris MI-alkalmazás – a realizált technológiai, harcászati, hadművelési előnyök nyomán – számos vonatkozásban a kognitív térben és stratégiai szinten is hatásokat vált ki. Bemutattuk, hogy a konfliktusok eszkalációja megváltozhat az MI-vel támogatott döntéshozatali folyamatok és az MI-alapú eszközök használata nyomán, például a pilóta nélküli eszközök és a teljesen autonóm rendszerek alkalmazásával.

²⁸ ETL Alex: A mesterséges intelligencia hatása a NATO tagállamok stratégiai gondolkodására. Nemzet és Biztonság, 14. évfolyam, 2021/4. szám. pp. 92–109.
http://real.mtak.hu/158365/1/05_etl_92-109_nemzet_es_biztonsag_2021_04.pdf; letöltés: 2022.12.20.

A biztonsági dilemma azáltal fokozódik, hogy a felek nehezen tudják felmérni egymás képességeit és valós szándékait. A technológiai proliferáció megteremti a fegyverkezési verseny lehetőségét, amit élénkít a félelem a lemaradástól, valamint a fejlettségbeli különbségek és a fenyegetéspercepció. Még komolyabb kockázatot rejt magában a stratégiai elrettentés normál működési mechanizmusainak – az első és a második csapásmérés képességének – MI-alkalmazás által történő potenciális meggyengítése (gépi gyorsaságú vagy tömeges, pontos csapásmérés) és a preemptív eszkaláció lehetősége. Ezzel szemben a de-eszkaláció lehetőségei korlátozottabbnak tűnnek, mint akár a hidegháború időszakában a nukleáris elrettentés terén. A horizontális eszkaláció – azaz a szövetségi rendszeren belüli kiterjedt MI-alkalmazás – előtt ugyanakkor a jelentős technológiai fragmentáció miatt egyelőre komoly akadályok állnak.

ÖSSZEGZÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A tanulmány a mesterséges intelligenciát szűken értelmezve, azaz az autonóm döntéstámogatás – megfigyelés, érzékelés, adatelemzés, kockázatelemzés – és az azt kiegészítő egyes műveleti támogató funkciók – célmegjelölés, koordinált csapásmérés, logisztika – gyakorlati hatásaiból kiindulva értelmezte az MI-alkalmazásban rejlő lehetőségeket és kockázatokat. Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy hogyan hat az MI elterjedése a realista biztonságelméletek két fontos koncepciójára, az elrettentés elméletére és a biztonsági dilemmára. A hatások elemzésében a stratégiai szintre koncentráltunk.

Bemutattuk, hogy az MI-alkalmazás a rendelkezésre álló adattömeg növekedése és az elemzési eszközök kapacitásának megnövekedése nyomán a biztonságpolitikai döntéshozatal felgyorsulását eredményezi. Boyd OODA-hurok modellje és a humán tényezők kölcsönhatása alapján szemléltettük, hogy valóban számos lehetőség nyílik arra, hogy az ellenség döntéshozatalánál gyorsabban reagáljunk a környezet változására és az ellenséges akciókra. A hatékonyabb felderítés, helyzetértékelés, gyorsabb döntések és harcászati-hadműveleti alkalmazás a támadó–védő egyensúly tekintetében a vizsgált példák alapján a támadó félnek kedvez.

A konfliktusok eszkalációja is megváltozhat az MI-vel támogatott döntéshozatali folyamatok és az MI-alapú eszközök használata nyomán: azáltal, hogy a felek nehezen tudják felmérni egymás képességeit és valós szándékait, fokozódik a biztonsági dilemma. A technológiai proliferáció megteremti a fegyverkezési verseny lehetőségét, amit élénkít a lemaradástól való félelem, a fejlettségbeli különbségek és a fenyegetéspercepció. Még komolyabb kockázatot rejt magában a stratégiai elrettentés normál működési mechanizmusainak – az első és a második csapásmérés képességének – MI-alkalmazás által történő potenciális meggyengítése (gépi gyorsaságú vagy tömeges, pontos csapásmérés) és a preemptív eszkaláció lehetősége. Ezzel szemben a de-eszkaláció lehetőségei korlátozottabbnak tűnnek, mint akár a hidegháború időszakában a nukleáris elrettentés terén. A horizontális eszkaláció – azaz a szövetségi rendszeren belüli kiterjedt MI-alkalmazás – előtt ugyanakkor a jelentős technológiai fragmentáció miatt egyelőre komoly akadályok állnak.

IRODALOMJEGYZÉK

- AlphaGo.
<https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphago>; letöltés: 2022.12.20.
- AYOUB, Kareem – PAYNE, Kenneth: Strategy in the Age of Artificial Intelligence. *Journal of Strategic Studies*, Volume 39, Issue 5-6, 2016. pp. 793–819.
- CONNABLE, Ben: Embracing the Fog of War. Assessment and Metrics in Counterinsurgency. RAND Corporation, Santa Monica, USA, 2012.
- ETL Alex: A mesterséges intelligencia hatása a NATO tagállamok stratégiai gondolkodására. *Nemzet és Biztonság*, 14. évfolyam, 2021/4. szám. pp. 92–109.
http://real.mtak.hu/158365/1/05_etl_92-109_nemzet_es_biztonsag_2021_04.pdf;
letöltés: 2022.12.20.
- FREEDMAN, Lawrence: Strategy: A History. Oxford University Press, Oxford, 2013.
- GLASER, Charles L.: The security dilemma revisited. *World Politics*, Volume 50, Issue 1: Special issue, 1997. pp. 171–201.
<https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/11277/course/section/3601/Dilemma%20Revisited.pdf>;
letöltés: 2022.12.20.
- HOROWITZ, Michael C.: When speed kills: Lethal autonomous weapon systems, deterrence and stability. *Journal of Strategic Studies*, Volume 42, Issue 6, 2019. pp. 764–788.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3348356; letöltés: 2022.12.20.
- JERVIS, Robert: Cooperation under the Security Dilemma. *World Politics*, Volume 30, Issue 2, 1978. pp. 167–214.
<https://www.sfu.ca/~kawasaki/Jervis%20Cooperation.pdf>; letöltés: 2022.12.20.
- JOHNSON, James: Artificial intelligence & future warfare: implications for international security. *Defense and Security Analysis*, Volume 35, Issue 2, 2019. pp. 147–169.
https://www.researchgate.net/publication/332623534_Artificial_intelligence_future_warfare_implications_for_international_security; letöltés: 2022.12.20.
- KAHNEMAN, Daniel P.: Thinking, Fast and Slow. Allen Lane Publishing, London, 2011.
- LEVINOVITZ, Alan: The Mystery of Go, the Ancient Game that Computers Still Can't Win. *Wired*, 2014.05.12.
<https://www.wired.com/2014/05/the-world-of-computer-go/>; letöltés: 2022.12.20.
- The Alan Turing Institute: Multi-agent systems. How can research in multi-agent systems help us to address challenging real-world problems?
<https://www.turing.ac.uk/research/interest-groups/multi-agent-systems>;
letöltés: 2022.12.20.
- PLEHN, Michael T.: Control Warfare: Inside the OODA Loop. Air University Maxwell School of Advanced Airpower Studies, Maxwell Air Force Base, Alabama, U.S., 2000.

ROUSSEAU, David L.: Identifying threats and threatening identities: The social construction of realism and liberalism. Stanford University Press, Stanford, 2006.

SCHOLZ, Jason – HENGST, Bernhard: Machine learning for adversarial agent microworlds. In: MODSIM 2005 International Congress on Modelling and Simulation. Modeling and Simulation Society of Australia and New Zealand, Canberra, 2005. pp. 1627–1637.

SNIDAL, Duncan: Rational Choice and International Relations. In: CARLSNAES, Walter – RISSE, Thomas – SIMMONS, Beth A.: Handbook of International Relations. SAGE Publications, London, 2013. pp. 85–110.

SZONDY, David: US Navy demonstrates how robotic “swarm” boats could protect warships. New Atlas, 2014.10.06.

<https://newatlas.com/onr-swarm-boats/34124/>; letöltés: 2022.12.20.

TURNER, John C. – HOGG, Michael A. – OAKES, Penelope J. – REICHER, Stephen D. – WETHERELL, Margaret S.: Rediscovering the Social Group: A Self-categorization Theory. Blackwell, Oxford, 1987.

YANPING, Chen – WHY, Adena – BATISTA, Gustavo Enrique – MAFRA-NETO, Agenor: Flying insects classification with inexpensive sensors.

Journal of Insect Behavior, Volume 27, Issue 5, 2014. pp. 657–677.

https://www.researchgate.net/publication/260716181_Flying_Insect_Classification_with_Inexpensive_Sensors; letöltés: 2022.12.20.

ERDÉSZ VIKTOR
**MILYEN LEHETŐSÉGEKET HOZ
AZ ÚJ TECHNOLÓGIÁK ELTERJEDÉSE
A FELDERÍTÉS SZÁMÁRA?**

BEVEZETÉS

Az információs korszakban a nemzetbiztonsági szolgálatok számára egyre növekvő kihívást jelent, hogy időszerű, releváns, elemzett-értékelt információkkal válaszolják meg a felső vezetés információigényeit és megalapozott előrejelzéseket készítsenek számukra. A szolgálatokat a mesterséges intelligenciára (MI) épülő szoftverrendszerek rendszeresítése nagyban hozzáegítheti ahhoz, hogy megfeleljenek a fokozódó követelményeknek. A 2010-es évek közepére megjelentek a komplex, fejlett MI-re épülő, a nemzetbiztonsági tevékenységet nagyban támogató rendszerek, amelyek a hírszerzés önálló ágainak és az elhárítás tevékenységét a korábbinál összetettebb módon képesek támogatni. Ezen eszközök különös ismertetőjegye, hogy azok képesek a nagy adat¹ (*big data*) beszerzésére, kezelésére, feldolgozására, elemzésére és értékelésére. Ilyen eszközök birtokában nemcsak az információszerzés és -feldolgozás kapacitása növekszik meg számottevően, de a nemzetbiztonsági műveletek hatékonysága is. A korszerű szolgálatoknál a fejlesztések fő irányát a nemzetbiztonsági tevékenység minél szélesebb MI-alapú támogatásának kiépítése jelenti.

A mesterséges intelligencia nemzetbiztonsági hírszerzés számára nyújtott lehetőségeinek kutatása során az alábbi hipotéziseket vettem alapul.

1. A nemzetbiztonsági szolgálatok humán munkaerejének túlterheltségéhez nagyban hozzájárul az automatizálás hiánya vagy alacsony foka, mert emberek végzik a gépek által hatékonyabban végrehajtható munkafolyamatokat.

2. A kihívásoknak történő megfelelés és a lehetőségek kihasználása érdekében az MI felhasználása a stratégiai nemzetbiztonsági hírszerzés valamennyi önálló ágában és az összzadatforrású elemzés-értékelésben, valamint a szolgálatok vezetésében is elkerülhetlenné vált.

A kutatást a nemzetbiztonsági hírszerzés elméletére alapozva, a szakmai felhasználó szempontjából, kiterjedt informatikai ismeretek hiányában végeztem el. Céloom nem a mesterséges intelligencia technikáinak mély megértése, hanem a lehetőségek és azok reális felhasználási módjainak feltérképezése volt. Jelen tanulmányban nem vizsgálom mélységében az MI technikai alapjait.

¹ Big data: nagyméretű komplex adattömeg és feldolgozása, vagyis olyan adatállományok halmaza, amelyek mérete és komplexitása lehetetlenné teszi a feldolgozást a hagyományos adatbázis-menedzsment eszközeivel.

Mi is az a "Big Data"? – Fogalmak, definíciók és egyéb tudnivalók. nagyadatblog, 2014.03.03.
<https://nagyadat.blog.hu/2014/03/03/what-is-big-data>; letöltés: 2022.11.15.

A téma feldolgozása során elsősorban közelmúltbeli amerikai tapasztalatokat és megközelítéseket mutattam be, illetve megvizsgáltam a hírszerzés önálló ágait érintő legfontosabb kormányzati és magánszektorbeli fejlesztéseket, megközelítéseket. A kutatás során személyesen is eljutottam olyan szervezetekhez és személyekhez – MI-alapú szoftvereket gyártó cégekhez –, ahonnan elsődleges forrású információkat is szerezhettem. A kutatást nehezítette, hogy az ilyen fórumokon megszerzett tudásnak sokszor csak a kivonatos közlésére van lehetőség. Az volt a célom, hogy az elméleti ismeretek mellett minél több, a gyakorlati megértést is segítő információt adjak át, ezért olyan magánvállalatokon keresztül mutatom be az új fejlesztéseket, amelyek mindenki számára elérhetően és részletesen ismertetik a termékeik és a szolgáltatásaik képességeit.

A tanulmány megírása során a nemzetbiztonsági rendszer fejlesztésének technikai aspektusaira összpontosítottam. A nemzetbiztonság szervezetelméleti vonatkozásairól a *National Security Review* című kiadványban külön publikációt jelentettem meg.²

A kutatás jelentős részben a nemzetbiztonsági rendszer működésére irányult, de kizárólag nyílt információkat használtam fel, és maradéktalanul betartottam a minősített adat védelméről szóló 2009. évi CLV. törvényben foglaltakat.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI A NEMZETBIZTONSÁGI HÍRSZERZÉS ÖNÁLLÓ ÁGAIBAN ÉS AZ ELEMZÉS-ÉRTÉKELÉSBEN

A tanulmányt a nemzetbiztonsági hírszerzés szempontjából és feladatainak támogatására készítettem el. A nemzetbiztonsági rendszert két szakterületre, hírszerzésre és elhárításra osztjuk. Kis-Benedek József a hírszerzés fogalmi megközelítésének alapvető kettősségét az amerikai Központi Hírszerző Ügynökséghez (CIA³) köthető két meghatározó szerző definícióival érzékelteti. A CIA alapításának történetét feldolgozó Thomas F. Troy szerint a hírszerzés az ellenség megismerése. A hírszerzési ciklus elméleti megalkotójaként ismert Sherman Kent⁴ szerint a hírszerzés tudás, szervezet és tevékenység. Kent felfogása szerint „a tudás az összegyűjtött információk bázisán készült jelentésekkel egyenlő, a szervezet olyan intézmény, ügynökség stb., amely az információkat gyűjti, elemzi, értékeli és »fogyaszthatóvá« teszi, azaz jelentés formájában megjeleníti, a tevékenység pedig azon eljárások, fogások és módszerek összessége, amelyek segítségével az információk összegyűjthetők.” Az állami (nemzetbiztonsági) hírszerző szervezet tevékenységének alapját a felettes állami szervezetektől érkező feladatok képezik. Elsődleges feladata a döntéshozók megfelelő mennyiségű és

² ERDÉSZ Viktor: Organizational theory aspects of the intelligence enterprise. *National Security Review*, Issue 1/2022. pp 17–30.
https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2022_1_NSR.pdf; letöltés: 2022.07.15.

³ Central Intelligence Agency.

⁴ A történész végzettségű Kent 1942-től a második világháborúban létrehozott Stratégiai Szolgálatok Hivatalánál (Office of Strategic Services – OSS), majd annak utódszervezeténél, a Központi Hírszerző Ügynökségnél (Central Intelligence Agency – CIA) szolgált különböző elemzői beosztásokban. A hírszerzési ciklus mellett a Hírszerző Közösség konszenzusos álláspontját tartalmazó nemzeti hírszerzési értékelések (National Intelligence Estimate – NIE) módszertanának kidolgozása is Kent érdeme. A CIA a 2000-ben alapított elemző-értékelő akadémiáját Sherman Kentről nevezte el.

minőségű információval történő ellátása. Emellett a nemzeti érdekek érvényesítése érdekében fedett vagy titkos nemzetbiztonsági műveleteket is folytathat.⁵

A nemzetbiztonsági hírszerzést önálló ágakra oszthatjuk: nyílt forrású hírszerzés (OSINT⁶), rádióelektronikai felderítés (SIGINT⁷), emberi erővel folytatott információszerzés (HUMINT⁸), képi felderítés (IMINT⁹), kiberhírszerzés (CYBINT¹⁰); valamint mérés és jelmeghatározó hírszerzés (MASINT¹¹).¹² A nemzetbiztonsági hírszerzés további önálló tevékenysége az elemzés-értékelés, amely a hírszerzés központi eleme, mert célja és rendeltetése ugyanaz, mint a hírszerzésé, ami nem más, mint megbízható, időbeni, elemzett-értékelt információk biztosítása a felhasználók (döntéshozók) számára a döntések előkészítése érdekében.¹³

Amerikai tapasztalatok az MI nemzetbiztonsági felhasználásával kapcsolatban

Amerikai értékelés szerint a mesterséges intelligencia nemzetbiztonsági alkalmazásával szemben támasztott reményeknek elsősorban a rádióelektronikai felderítés (SIGINT), a képi hírszerzés (IMINT), valamint a geoinformációs/térinformatikai hírszerzés (GEOINT) terén elért eredmények adnak alapot. A komplex, strukturálatlan adatvagyonon alapuló, nem technikai területeken ugyanakkor az MI-eszközök felhasználása kevésbé volt sikeres. E téren a megoldást az elemzők gépi kiegészítése (augmentációja) jelenti, vagyis olyan szoftveres környezetet kell biztosítani a számukra, amely hatékonyan és integráltan támogatja a tevékenységüket.¹⁴ A fejlesztésekben élen járó Nemzeti Térinformatikai Ügynökségnél (NGA¹⁵) az MI-t az egyszerűbb munkafolyamatok automatizálásához, illetve a komplex feladatoknál az emberi tevékenység kiegészítéséhez alkalmazzák. A folyamat eredményeként a munkatársaknak fel kellett hagyniuk az évtizedes rutinokkal, és új gondolkodásmódot kellett elsajátítaniuk. A gépies munkavégzés helyett előtérbe helyeződött a kritikus,

⁵ A nemzetbiztonsági szolgálatok alapfeladata az államot fenyegető fenyegetések, kockázatok és kihívások felfedése, illetve meghatározása is, de ez része a döntéshozói hiriény megválaszolásának.

KIS-BENEDEK József: Az emberi erővel folytatott információszerzés (HUMINT). In: RESPERGER István (szerk.): A nemzetbiztonság elmélete a közszolgálatban. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018. pp. 154–162.

https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/6908/web_PDF_EKM_Nemzetbiztonsag_elmelete_a_kozszolgalatban.pdf?sequence=2; letöltés: 2022.05.04.

⁶ Open Source Intelligence.

⁷ Signals Intelligence.

⁸ Human Intelligence.

⁹ Imagery Intelligence.

¹⁰ Cyber Intelligence.

¹¹ Measurement and Signature Intelligence.

¹² RESPERGER István (szerk.): A nemzetbiztonság elmélete a közszolgálatban. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018.

https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/6908/web_PDF_EKM_Nemzetbiztonsag_elmelete_a_kozszolgalatban.pdf?sequence=2; letöltés: 2022.05.04.

¹³ VIDA Csaba: A hírszerző elemző-értékelő munka alapjai. Felderítő Szemle, XII. évfolyam 3. szám, 2013. december. pp. 90–99.

<https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2013-3.pdf>; letöltés: 2022.10.18.

¹⁴ ALESSA, Lilian: Relying on Humans: How Artificial Intelligence Succeeds or Fails on Human Factors. Előadás. Intelligence Analytics Online Summit 2020 konferencia, 2020.10.29–30.

¹⁵ National Geospatial-Intelligence Agency. Az NGA-nál a mesterséges intelligencia alkalmazásának elterjedése 2017-ben gyorsult fel annyira, hogy a szervezet végleg maga mögött hagyta a hidegháborúban alkalmazott módszereket.

kreatív, innovatív gondolkodásmód. A feladatok végrehajtása mára elképzelhetlenné vált a technológia alkalmazása nélkül, ezért ki kellett alakítani egy új módszertant az ember–gép együttműködés optimalizálására. Az együttműködés kétirányú folyamat, mert az MI-alapú szoftverek támogatják az emberi munkát, az emberi szakértők pedig saját meglátásaikkal és döntéseikkel folyamatosan, direkt módon tanítják az algoritmusokat (direkt gépi tanulás). Új gondolkodásmódot kellett meghonosítani mind a technológia alkalmazásában, mind a humánmunkaerő-menedzsmentben. Az új munkakörnyezet alapja az adatba mint az NGA fő erőforrásába, valamint az adatfeldolgozásához használt szoftverekbe vetett bizalom kialakítása. Ennek érdekében adatmenedzsmenttel foglalkozó szakértői csoportokat alkalmaznak, amelyeknek feladatai közé tartozik az adat hitelesítése is. Ezek a csoportok végzik a mélyhamisított (*deep fake*) tartalmak szűrését is.

A humán munkaerő kialakításánál inkluzív, a szaktudás széles körét magában foglaló szemléletet követnek. Az elemző-értékelő munkához IMINT- és GEOINT-szakértőkből, adattudósokból, adatmenedzserekből, adatgondozókból¹⁶ és adatgyűjtő szakemberekből álló multidiszciplináris csoportokat hoznak létre. A fejlesztések során az NGA teljes transzformációja helyett a fokozatos, a vezetés által meghatározott prioritások mentén végrehajtott fejlesztés elvét választották.¹⁷

A továbbiakban egyes, kereskedelmi forgalomban elérhető termékek bemutatásával szemléltetem az MI alkalmazásában rejlő lehetőségeket a hírszerzés önálló ágaiban és az elemzés-értékelésben.

OSINT/PAI¹⁸/SOCMINT¹⁹

Airbus Joint ISR (Európa)

Az Airbus OSINT-platformja az internet keresőmotorok által elérhető területéről (*surface web*), a *deep webről* és a *dark webről*²⁰ is képes nagy mennyiségű, strukturálatlan információ automatikus, felhőalapú gyűjtésére, kinyerésére és elemzés-értékelésére. Funkciói között megtalálható az entitáskinyerés²¹ (személy, hely, szervezet,

¹⁶ Data steward.

¹⁷ KALWEIT, Susan W.: Mission Intensity: Thriving in the Smart Machine Age. Előadás. Intelligence Analytics Online Summit 2020 konferencia, 2020.10.29–30.

Az amerikai tapasztalatokat részletesebben lásd:

ERDÉSZ Viktor: Az IDGA konferenciája a mesterséges intelligencia szerepéről a hírszerző elemzés-értékelésben. Felderítő Szemle, XX. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 75–89.

<https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2021-1.pdf>; letöltés: 2022.04.14.

¹⁸ Publically Available Information – PAI: nyilvános forrású információszerző tevékenység, amely – az OSINT-tal szemben – a nyílt adat és információ értékelését nem vagy csak minimális mértékben foglalja magában.

ERDÉSZ Viktor: A SOCMINT helye, szerepe az összzadatforrású hírszerzésben. Felderítő Szemle, VII. évfolyam 4. szám, 2018. pp. 27–40.

<https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2018-4.pdf>; letöltés: 2022.04.11.

¹⁹ Social Media Intelligence: közösségi hálózatokból történő információszerzés. Az OSINT/PAI-tevékenység a közösségi médiára specializálódott része.

ERDÉSZ Viktor: A SOCMINT helye, szerepe az összzadatforrású hírszerzésben.

²⁰ Az internetnek a kereskedelmi böngészőprogramok számára hozzáférhetetlen részei.

²¹ Entity extraction. A technológia alapjául szolgáló algoritmusok automatikusan felismerik a betáplált dokumentumokban szereplő metaadatokat, személyeket és szervezeteket stb. (entitásokat).

esemény, felszerelés), a hangulatelemzés²² (szentimentanalízis), az automatikus fordítás, a beszéd szöveggé alakítása, a keresés video- és audiofájlokban, karakterek felismerése képeken és videókban,²³ valamint a beszélő azonosítása. A szoftverrendszer vizualizációs eszközökkel, egyebek mellett adatvizualizációs felületekkel (*dashboard*okkal) támogatja az információ áttekintését és a hírszerző jelentések készítését. Az információ keresését filterek alkalmazásával,²⁴ szemantikus kereséssel,²⁵ kép alapján történő kereséssel, multimédiás kereséssel, entitások térbeli és hálózatos megjelenítésével, valamint az információ statisztikai korrelálásával segíti. Képes az előre meghatározott indikátorok alapján riasztások kiadására, illetve anomáliák azonosítására.²⁶

British Aerospace Applied Intelligence (Egyesült Királyság)

A British Aerospace (BAe) IntelligenceReveal nevű, felhőalapú OSINT-rendszere rugalmasan, a megrendelő igényei alapján alakítható ki, az egyes modulok (rendszerzetlen adatok kezelése, kommunikáció elemzése, tudásmenedzsment, biztonságos böngészés, adatbázisok importálása stb.) egyenként is megvásárolhatók. A rendszer alkalmas entitáskinyerésre, témakörök elemzésére és hangulatelemzésre.

A rendszer a Twitteren, a Facebookon, a Google+-on és a YouTube-kommentekben megjelent információk, valamint az RSS-hírsatornákra²⁷ feltöltött cikkek monitorozására képes. A képességeket demonstrálja, hogy az alapkonzfiguráció óránként 100 ezer Twitter-üzenetet képes kezelni. A rendszer alapesetben 50 millió, a maximális konfigurációban 500 millió eseményt képes nyomon követni.²⁸

Cobwebs Technologies (Izrael)

A Web Investigation Platform nevű általános OSINT-modul a tömegesen rendelkezésre álló információ rendkívül hatékony kinyerését és integrálását teszi lehetővé. Versenytársai közül kiemelkedik a nem szöveges tartalmak (fotó és videó) kinyerésében, képes arcokat, szövegeket, tárgyakat nagy mennyiségű tartalomból is

²² A gépi tanulás képességeinek egyik fejlett felhasználása. A technika segítségével következtetni lehet a tartalmat megosztó személy vagy csoport vélekedésének pozitív vagy negatív voltára egy eseménnyel vagy jelenséggel kapcsolatban.

MILLER, Carl – BARTLETT, Jamie – OMAND, David: #INTELLIGENCE. Demos, London, 2012.
<https://demos.co.uk/wp-content/uploads/2012/04/intelligence-Report.pdf>; letöltés: 2018.11.05.

²³ Optical Character Recognition – OCR.

²⁴ Facet search.

²⁵ Fejlett keresési technológia, ahol a hagyományos, lexikális kereséssel szemben az MI-algoritmus megérti a keresőfogalmat vagy a kérdést, és ez alapján gyűjti össze a találatokat.

²⁶ Az Airbus JOINT ISR honlapja.

<https://www.intelligence-airbusds.com/markets/defence/joint-isr/>; letöltés: 2021.12.20.

²⁷ Egyes tartalomszolgáltatók RSS-hírfolyamokat osztanak meg, amelyeket RSS-olvasókkal lehet nyomon követni. Az RSS a „real simple syndication”, vagyis az „egyszerű hírmegosztás” kifejezés rövidítése.

²⁸ Az IntelligenceReveal OSI-platform brosúrája.

<https://assets.digitalmarketplace.service.gov.uk/g-cloud-12/documents/92253/645404904066643-service-definition-document-2020-07-17-1447.pdf>; letöltés: 2021.07.22.

A BAe Applied Intelligence honlapja.

<https://www.baesystems.com/en/cybersecurity/home>; letöltés: 2021.07.21.

kiszűrni. A termék gépi tanuláson alapszik, ezen belül a természetes nyelvek gépi feldolgozása²⁹ és a gépi látás³⁰ kiemelkedő jelentőségű. A Cobwebs kiemelkedő képessége, hogy a több cég által kínált virtuális HUMINT-modulon felül képesek a fedőprofilok³¹ („virtuális ügynökök³²”) tömeges, teljesen automatikus előállítására és üzemeltetésére, ezáltal a manuálisan működtetett fedőprofiloknál – és az egyéb, nagyadat-kereső szoftvereknél – nagyságrendekkel több információ strukturált, akár automatizált kinyerésére alkalmas, elsősorban a *deep* és a *dark webből*, a közösségi hálózatokról, valamint a mobiltelefonos alkalmazásokról. Az így kinyert információ tovább pontosíthatja például a migrációs útvonalak és a migránsok szándékának nyomon követését.³³ A Cobwebs további előnye, hogy szükség esetén képes a felhasználói profilok feltörésére is.³⁴

MEDUSA (Olaszország)

A MEDUSA integrált OSINT/SOCMINT-platform képes a világháló, ezen belül a közösségi média³⁵ és a fórumok monitorozására, valamint a *deep* és a *dark web* információinak kinyerésére.³⁶ A megszerzett információkat elemző-értékelő eszközökkel (grafikonok, térképes és hálózatos megjelenítés, szemantikai és kapcsolati elemzés stb.) kezeli. A rendszer a monitorozott információt folyamatosan gyűjti, így azok az internetről történt eltávolításukat követően is hozzáférhetőek maradnak. A MEDUSA nyelvi modulokkal is kiegészíthető. Képes szövegben és videóban is keresni. A keresések kulcsszó, a felhasználók által megadott tárgyszó (*hashtag*) vagy földrajzi terület kijelölése³⁷ alapján történhet. A megszerzett információk hálózatelemzéssel is vizsgálhatóak. A rendszer több nyelven képes az adatelemzésre, szemantikai (nyelvi) elemzőmodulja adatelemek (rekordok) milliárdjait képes elemezni és ez alapján hangulatelemzést, entitáskinyerést végezni.

Gépi tanulási algoritmusai képesek a politikai, a humanitárius, a bűnügyi stb. trendek közel valós idejű nyomon követésére, amelyeket grafikonos és térképes megjelenítéssel vizualizál. Alkalmasak az álhírek és a készítőik azonosítására, a terjedésük nyomon követésére és a kapcsolódó közvélekedés elemzésére.³⁸

²⁹ Natural Language Processing – NLP.

³⁰ Machine vision. A gépi látás részterülete a számítógépes látás (*computer vision*), amely kizárólag a képek és a videók feldolgozására korlátozódik. A fejlett gépi látás a gépi tanulás része. A GT-n alapuló gépi látást olyan összetett vagy kiszámíthatatlan esetekben alkalmazzák, amelyek programozása túl nehéz lenne szabályalapú algoritmusokkal.

³¹ Cyber handle. Az adatszerzőknek a SOCMINT-tevékenységhez olyan fedőprofilokat kell létrehozniuk és működtetniük, amelyek semmit sem árulnak el a valós felhasználókról, de a célszemélyekben és -csoportokban sem keltenek gyanút.

³² Virtual agent.

³³ Az automatizált fedőprofilok ugyanakkor nem helyettesíthetik minden esetben a kezelő által irányított, (fél)automata profilokat, hiszen előbbiek „legendája” könnyen dekonspirálható.

³⁴ A Cobwebs Technologies honlapja.
<https://cobwebs.com/>; letöltés: 2021.07.21.

³⁵ Facebook, Instagram, Twitter, YouTube, LinkedIn, Snapchat, Google+ és Telegram.

³⁶ Egyebek mellett a *deep* és a *dark webes* fórumokra és a .onion tartományra is képes behatolni.

³⁷ Geofencing.

³⁸ A Medusa Labs honlapja.
<https://www.medusa-labs.com/>; letöltés: 2021.07.21.

HUMINT

Cobwebs Technologies (Izrael)

A Trapdoor modul a SOCMINT- és a virtuális HUMINT-feladatok ellátására fejlesztették ki. A rendszer lehetővé teszi, hogy a kezelők felderítsék a célszemélyeket (akár azok IP-címét is) és biztonságosan, anonim módon, többféle módon kapcsolatba kerüljenek velük. Külön művelettervező modullal, illetve a digitális nyomok (készülék és böngésző típusa, *cookie*-k, nyelvi beállítások, időbélyegzők stb.) kinyerésére alkalmas modullal rendelkezik.³⁹

MEDUSA (Olaszország)

A MEDUSA integrált OSINT/SOCMINT-platform befolyásolási műveletek (kampányok) végrehajtására is alkalmas. A nyílt információk segítségével vagy más módon azonosított célszemélyek, -csoportok és -szervezetek profilozására automatikusan is képes. A MEDUSA képes automatikusan kapcsolatba lépni a célcsoportok tagjaival és hozzájuk az előre meghatározott ellennarratívát eljuttatni. Segítségével nemcsak egyedi bejegyzésekre lehet válaszolni, de alkalmas befolyásolási kampányok megalkotására és üzenetek célzott eljuttatására a célcsoportokhoz.

A rendszer képes automatikusan és félautomatikusan is létrehozni a közösségimédia-fedőprofilokat. A félautomatikusan létrehozott, HUMINT-kezelők által irányított fedőprofilokkal nagyobb hatékonysággal lehet a radikális, a terrorista és a bűnözői stb. csoportok zárt internetes csoportjaiba behatolni.

A MEDUSA virtuális HUMINT-modulja a kezelő által félautomatikusan létrehozott közösségimédia-profilok segítségével képes a szélsőséges ideológiák terjesztését megfigyelni, az ideológiát semlegesítő információt terjeszteni,⁴⁰ illetve a számunkra előnyös információt a csoport tagjaihoz eljuttatni (*campaign*), ezáltal a csoport vagy egy társadalmi réteg közvéleményét befolyásolni. Mindezen eszközök felhasználásával virtuális befolyásolási műveletek valósíthatók meg.⁴¹

SIGINT

Airbus Joint ISR (Európa)

A Fortion Electronic Warfare Analyst (EWA) elektronikai felderítési (ELINT)⁴² elemzőmodul az elektromágneses sugárzást kibocsátó eszközök azonosítását, helymeghatározását, nyomon követését és jellemzőik meghatározását, valamint az

³⁹ Active Web Intelligence: A Cobwebs Technologies honlapja.
<https://cobwebs.com/products/active-web-intelligence/>; letöltés: 2021.07.21.

⁴⁰ Counter messaging.

⁴¹ A Medusa Labs honlapja.
<https://www.medusa-labs.com/>; letöltés: 2021.07.21.

⁴² Electronic Intelligence. Más néven rádiótechnikai felderítés: a kisugárzott elektromágneses jelek passzív módon történő rögzítéséből, elemzéséből szolgált adatot.
BALOGH Péter: Rádióelektronikai felderítés (SIGINT). In: RESPERGER István (szerk.): A nemzetbiztonság elmélete a közszolgálatban. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018. pp. 142–154.
https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/6908/web_PDF_EKM_Nemzetbiztonsag_elmelete_a_kozszolgalatban.pdf?sequence=2; letöltés: 2022.05.04.

elektronikai harcrend⁴³ felrajzolását teszi lehetővé. Az elemzéshez rádióforgalmazási adatokat, radarjeleket, zavaróeszközök jeleit, irányvonaladatokat⁴⁴ stb. használ fel.⁴⁵

ATIS systems (Németország)

A német cég Klarios nevű szoftvere a távközlési szolgáltatóktól beszerzett és a lehallgatott információ felhasználóbarát, jól átlátható felületen végzett elemzésére, szűkítésére, rendszerezésére és keresésére szolgál. A Klariost országszintű távközlési információk feldolgozására tervezték, ennek megfelelően sok milliárd metaadatot kezel. Alkalmas hangfelismerésre, a földrajzi (térinformatikai) adatok kinyerésére, megjelenítésére, ilyen adatbázisok építésére és importálására. Képes a különböző távközlési módok (PSTN, ISDN, GSM, UMTS, LTE, LTE-Adv., VoLTE, VoIP, NGN és IP) integrált kezelésére. Összekapcsolható az országos videomegfigyelési, útlevel- és előfizetői adatbázisokkal, illetve a közösségi média felderítésére szolgáló szoftverekkel.

A rendszer Klarios ATIS Interception Management System nevű modulját elsősorban a távközlési társaságok számára tervezték, megkönnyítve számukra a jogszabályban rögzített információátadási kötelezettségeik teljesítését. Működtetése nem jár kapacitáscsökkenéssel a szolgáltatók számára.⁴⁶

Rayzone

Az izraeli cég ECHO nevű *webalapú* (virtuális) globális SIGINT-rendszere segítségével a világon bárhol képesek az okostelefonok metaadatait (hely, idő, híváslista stb.) nagy tömegben kinyerni és azokat fejlett algoritmusokkal (ideértve a hangfelismerést is, amennyiben a hanganyag is rendelkezésre áll) elemezni. A nagyadatrendszer alkalmas az adott ország okostelefonnal rendelkező valamennyi internethasználójának a megfigyelésére. A rendszer használatához nem szükséges sem a felhasználó, sem a szolgáltató engedélye. A Rayzone a felhasználói adatokat az automatizált okostelefonos hirdetések közvetítő szolgáltatók rendszerein keresztül szerzi be, hirdetőnek álcázva magát. A helyadatok egyméteres pontosságúak.⁴⁷

⁴³ Electronic Order of Battle (EOB).

⁴⁴ Line of bearing.

⁴⁵ Az Airbus JOINT ISR honlapja.

<https://www.intelligence-airbusds.com/markets/defence/joint-isr/>; letöltés: 2021.12.20.

⁴⁶ Az ATIS systems honlapja: Klarios Interception Management System.

<https://www.at-is-systems.com/en/interception-management-system/>; letöltés: 2023.07.12.

⁴⁷ A Rayzone Group honlapja: ECHO – Global Virtual SIGINT System.

<https://rayzone.com/echo-global-virtual-sigint-system/>; letöltés: 2021.07.21.

GANON, Tomer – RAVET, Hagar: The Rayzone Group's secret cyber intelligence activities revealed. CTech, 2020.12.29.

<https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0,7340,L-3884553,00.html>; letöltés: 2021.07.22.

BREWSTER, Thomas: Exclusive: Israeli Surveillance Companies Are Siphoning Masses Of Location Data From Smartphone Apps. Forbes, 2020.12.11.

<https://www.forbes.com/sites/thomasbrewster/2020/12/11/exclusive-israeli-surveillance-companies-are-siphoning-masses-of-location-data-from-smartphone-apps/>; letöltés: 2021.07.22.

GEOINT/IMINT

NRO Sentient (Amerikai Egyesült Államok)

A Nemzeti Felderítőiroda (NRO⁴⁸) 2010 óta fejlesztett Sentient nevű térinformatikai MI-rendszere képes összevetni a katonai és a kereskedelmi forrásból elérhető műholdképek felvételeit és más IMINT-adatokat SIGINT-, HUMINT- vagy nyílt forrásból származó információkkal. Ezáltal nagy mennyiségű adat feldolgozásával, katalogizálásával, anomáliák kimutatásával támogatja az előrejelzések készítését és a lehetséges cselekvési változatok modellezését. Alkalmas múltbeli események elemzésére és a jelen helyzetismeretének nagybani növelésére, valamint a felderítő/hírszerző erőforrások jobb kihasználásának elősegítésére. A közeljövőben a rendszer egyebek mellett alkalmassá válhat a haderő diszlokációjának globális valós idejű nyomon követésére, hasonlóan a hajózási vállalatok vagy az autókölcsönzők rendszeréhez.⁴⁹

Airbus Joint ISR (Európa)

A Fortion Image Analyst IMINT-rendszer többforrású adatelemzésre alkalmas: képek, videók, földi mozgó célok felderítésével kinyert információk,⁵⁰ automatikus azonosító rendszerek⁵¹ és harcászati adatlinkek⁵² információi alapján állíthatók elő a segítségével harcászati, hadműveleti vagy hadászati szintű IMINT-termékek. Alkalmas tárgyak automatikus észlelésére és azonosítására, objektumok elemzésére, célkiválasztásra, műveleti tervezés és kárbecslés támogatására.

A Fortion RECCE Engine adatbázis a légi, a szárazföldi és a haditengerészeti haditechnikai eszközök, valamint a hadászati fegyverek felderítésében és azonosításában segíti az IMINT-elemzőket. A félautomata azonosítási rendszer több mint 1800 haditechnikai eszköz rendszeresen frissített adatait tartalmazza, és lehetővé teszi azok különböző fényviszonyok közötti, 3D-ben történő megjelenítését.

Az Airbus Fortion SuRVIn⁵³ ABI,⁵⁴ InESS⁵⁵ és STIC nevű GEOINT adatfúziós rendszerei a valós időben adatot szolgáltató légi, földi, tengeri és űrben telepített ISR-rendszerek⁵⁶ képességeinek kiterjesztésére szolgálnak. Segítségükkel a védelmi, a biztonsági és a polgári szférában is megvalósítható az információs és a döntési

⁴⁸ National Reconnaissance Office: feladata a nemzeti felderítő műholdak tervezése, gyártása és működtetése.

⁴⁹ SCOLAS, Sarah: It's Sentient – Meet the classified artificial brain being developed by US intelligence programs. The Verge, 2019.07.31.
<https://www.theverge.com/2019/7/31/20746926/sentient-national-reconnaissance-office-spy-satellites-artificial-intelligence-ai>; letöltés: 2021.08.13.

⁵⁰ Ground Moving Target Indicating – GMTI: a radarok egyik üzemmódja, amellyel a célinformációk megkülönböztethetők a háttérzajtól.

⁵¹ Automatic Identification System – AIS.

⁵² Tactical Data Link – TDL, pl. Link 16 és Link 22.

⁵³ Surveillance, Reconnaissance, Visualisation, Intelligence.

⁵⁴ Activity-Based Intelligence – ABI: aktivitásalapú hírszerző rendszer.

⁵⁵ Integrated Intelligence, Exploitation, Surveillance Suite: integrált ISR-kinyerési keretrendszer.

⁵⁶ Intelligence, Surveillance, Reconnaissance: hírszerzést, megfigyelést és felderítést végző komplex rendszerek.

főlény.⁵⁷ A megszerzett információkat géptanulás-alapú viselkedéselemzéssel, anomáliafelismeréssel, aktivitás-előrejelzéssel, illetve statisztikai módszertannal dolgozzák fel. Alkalmasak a teljes hírszerzési ciklus, valamint a döntéseméleti OODA-hurok⁵⁸ lefedésére, támogatására. Képesek az automatikus adatgyűjtésre és -feldolgozásra is, emellett szimulációs és kiképzési feladatokra is alkalmazhatók.⁵⁹

BlackSky (Amerikai Egyesült Államok)

A BlackSky GEOINT-vállalat a térinformatikai hírszerzési szolgáltatások széles spektrumát kínálja kormányzatoknak, valamint magánvállalatoknak és -szervezeteknek. A cég jelenleg 25 műhold,⁶⁰ több mint 40 ezer hírforrás, 100 millió mobilkészlet, 70 ezer hajó és repülőgép, nyolc közösségi médiaszolgáltató, 5000 környezeti szenzor és több ezer IoT-eszköz adatainak feldolgozásával állítja elő termékeit, amelyeknek fő célja a megrendelők helyzetismeretének növelése. A jövőben 60 saját műhold fellövését tervezi.⁶¹

A *Spectra AI* MI-alapú elemzőplatform lehetőséget ad a BlackSky adatbázisa alapján globális események és történések figyelemmel követésére. A Spectra lehetővé teszi a szintetikus apertúrájú radarok,⁶² a hiperspektrális képszenzorok⁶³ és a rádiófrekvenciás azonosítást lehetővé tévő szenzorok⁶⁴ adatainak elemzését és fűzőjét.⁶⁵

⁵⁷ Az információs főlény a saját és az ellenséges erők harctéri környezetismerete között fennálló különbséget jelöli. Tartós megléte információs uralomhoz, majd vezetési főlényhez vezet.

⁵⁸ Observe, Orient, Decide, Act (Megfigyel, Tájékozódik, Dönt és Cselekszik).
DRÓT László: Az OODA hurok (I. rész). Seregszemle, XVI. évfolyam 1. szám, 2018. január–március. pp. 143–159.
https://honvedelem.hu/files/files/115176/seregszemle_2018_1.pdf; letöltés: 2021.12.20.

⁵⁹ Az Airbus JOINT ISR honlapja.
<https://www.intelligence-airbusds.com/markets/defence/joint-isr/>; letöltés: 2021.12.20.

⁶⁰ Köztük az Airbus Pléiades, SPOT6/7, KazEOSat-1 és TerraSAR-X, a 21AT TripleSat, az UrtheCast Deimos-2, valamint a SIIS KOMPSAT műholdjai.
Introducing BlackSky Spectra. BlackSky, 2017.04.04.
<https://www.blacksky.com/2017/04/04/introducing-blacksky-spectra/>; letöltés: 2021.08.13.

⁶¹ SCOLAS, Sarah: It's Sentient – Meet the classified artificial brain being developed by US intelligence programs. The Verge, 2019.07.31.
<https://www.theverge.com/2019/7/31/20746926/sentient-national-reconnaissance-office-spy-satellites-artificial-intelligence-ai>; letöltés: 2021.08.13.

⁶² Synthetic Aperture Radar – SAR. A rádiólokátor egy formája, amelyet objektumok (pl. földrajzi területek) kétdimenziós vagy háromdimenziós képének rekonstrukciójára használnak.
SAR (szintetikus apertúrájú rádiólokátor, Synthetic Aperture Radar).
<http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/SAR.htm>; letöltés: 2021.08.13.

⁶³ Hyperspectral imaging sensors: A több mint húsz diszkrét spektrális sávval rendelkező szenzorokat hiperspektrális képszenzorokként is említik.

⁶⁴ Radio frequency detection: A rádiófrekvenciás azonosítás (RFID) olyan automatizált adatgyűjtési technológia, amely rádióhullámok segítségével továbbítja az adatokat az olvasó és a címke (angolul *tag*) között a címkézett elem azonosítása, nyomon követése és felkutatása céljából.
RFID kisokos. IBCS Hungary, 2021.02.16.
https://ibcs.hu/tudastar/rfid-kisokos/?gclid=CjwKCAjwsNiIBhBdEiwAJK4khv9W8bvt3S5oNEAPVps99tKM5PY12PgvPXD8yk3bCGM-KFzwmZfa2hoCHssQAvD_BwE; letöltés: 2021.08.13.

⁶⁵ A BlackSky honlapja.
<https://www.blacksky.com>; letöltés: 2021.08.13.

British Aerospace Applied Intelligence (Egyesült Királyság)

A BAe a hadművelleti területen települt erők támogatására hozta létre a GEOINT-rendszereit. A rendszerek a légi és a műholdas IMINT-felvételek tömeges és automatikus feldolgozásán keresztül, gépi tanulási algoritmusok alkalmazásával képesek helyzetismeretet biztosítani, mintázatokat azonosítani és veszélyfigyelmeztetéseket generálni. A GEOINT-rendszerek petabájtos⁶⁶ nagyságrendben kezelik az adatokat.

A rendszerek működési elvére példa, hogy képesek észlelni a járművek keréknyomainak szokatlan sűrűsödését egy útkereszteződésben a megfigyelés alatt álló térségben. A rendszer értesíti a GEOINT-elemzőt, aki a rendszerbe táplált egyéb IMINT-információból megállapíthatja, hogy az ellenálló erők házilagos készítésű robbanószerkezeteket⁶⁷ telepítettek az út mentén. Az elemző ezt követően képes az információt valós időben megosztani a térségben tevékenykedő saját erőkkel.⁶⁸

Cobwebs Technologies (Izrael)

A WebLoc a Cobwebs nagyadat-alapú⁶⁹ térinformatikai hírszerzési platformja. Az elsősorban rendvédelmi, nemzetbiztonsági, határvédelmi, katasztrófa- és járványvédelmi, valamint egészségügyi vészhelyzeti központok számára kifejlesztett rendszer a valós idejű OSINT- és GEOINT-információk, valamint a háttérinformációkat tartalmazó adatbázisok összekötésével generál hozzáadott értéket. A WebLoc interaktív, rétegzett⁷⁰ digitális térképekkel és jól áttekinthető felületekkel segíti az információk rendszerezését, megértését és az információalapú döntési folyamatokat. Az OSINT/GEOINT-információk elemzésével mintázatokat, trendeket és anomáliákat mutathatók ki, és fenyegetések deríthetők fel. A georeferált és időbélyegzővel ellátott adatok területalapú,⁷¹ idővonalba rendezett (*timelapse*) összevetésével máskülönböző rejtett összefüggések is feltárhatók. A rendszer valós időben jeleníti meg a riasztásokat és támogatja a reagálást. A mintázatok segítségével megalkotható a célszemélyek és -szervezetek, -csoportok részletes (demográfiai) profilja, ezáltal előrejelezhetőek például a bűncselekmények. A geoinformációk megjelenítésével a helyszín bejárása nélkül is kialakítható a hely- és helyzetismeret.⁷²

Maxar Technologies (Amerikai Egyesült Államok)

A Maxar űrtechnológiai vállalatcsoport fő profilja műholdak és azok részegységeinek gyártása és üzemeltetése. Az IMINT/GEOINT üzletág a vállalat saját műholdas képességein alapul. A Maxar védelmi és hírszerzési GEOINT-üzletága filozófiájának az alapja, hogy a kormányzatok már képtelenek saját forrásból beszerezni a döntéshozók tájékoztatásához szükséges információkat. A Maxar több mint 50 kormányzati partnernek nyújt szolgáltatásokat.

⁶⁶ 1 petabájt = 1 048 576 gigabájt.

⁶⁷ Improvised Explosive Device – IED.

⁶⁸ A BAe Applied Intelligence honlapja: Geospatial Intelligence.

<https://www.baesystems.com/en-us/product/geospatial-intelligence>; letöltés: 2021.07.21.

⁶⁹ Többmilliárd adatpont kezelésére képes.

⁷⁰ Layered.

⁷¹ Georeferált/Geofenced.

⁷² A Cobwebs Technologies honlapja.

<https://cobwebs.com/>; letöltés: 2021.07.21.

A Maxar legfontosabb kormányzati partnere a Nemzeti Térinformatikai Ügynökség (NGA). Az NGA-nek nyújtott Global Enhanced Geoint Delivery (G-EGD) biztonságos felhőalapú irodai alkalmazásként és válságkörzetekben, illetve katasztrófa sújtotta területeken is hozzáférhető. A Maxar hozzáférést biztosít a teljes, több milliárd négyzetkilométert lefedő adatbázisához, a legfrissebb felvételek a készítésüket követő két órán belül elérhetőek.

A Maxar precíziós térképészeti szolgáltatásai segítségével az 50 cm felbontású, többirányú 3D sztereó műholdképek alapján a Föld teljes felülete interaktívan bejárható, 3D-s térképekké alakítható. A technológia felhasználási területei a várostervezéstől és tereprendezéstől a művelettervezésen és a telekommunikációs rendszerek tervezésén át a valóságnak megfelelő repülőgép-szimulátorokig terjed.

A magánszféra számára is elérhető SecureWatch kereskedelmi, felhőalapú GEOINT-szolgáltatás alapja a Maxar 125 petabájtos adatbázisa, amelyben akár 30 cm felbontású felvételek is találhatóak, illetve világszinten garantálják az 50 cm-es felbontást. Az adatbázis 20 évre nyúlik vissza, és naponta hárommillió négyzetkilométernyi új felvétellel egészül ki. A szolgáltatás részeként térképek készítését, automatikus monitorozást és változáskövetést biztosítanak. Az egyszerűen kezelhető interfész segítségével az érdeklődésre számot tartó terület könnyen kijelölhető, a felvételek időpontra és egyéb metaadatok szerint (pl. felhőzet nagysága a felvétel pillanatában, szenzor típusa, felbontás, napszak stb.) szűrhetők. A SecureWatch egyebek mellett navigációs feladatokra, várostervezésre, illetve vizuális szimulációk készítéséhez is felhasználható.⁷³

Az amerikai vállalat 2021 áprilisában és novemberében is nagy médiavisszhangot kiváltó felvételeket hozott nyilvánosságra az orosz–ukrán határtérségben észlelt orosz katonai csoportosításokról.⁷⁴

Kibervédelem⁷⁵

British Aerospace Applied Intelligence (Egyesült Királyság)

A Cyber Threat Intelligence Service kiberbiztonsági szolgáltatáscsomag a megrendelő régiójára optimalizált, folyamatosan frissített információt biztosít a releváns fenyegetésekről, amelyek az online portálon keresztül akár a kiberbiztonsági esemény időpontjában is lehívhatók, növelve az ellentevékenység hatékonyságát.

⁷³ A Maxar Technologies honlapja.

<https://www.maxar.com/>; letöltés: 2021.12.22.

⁷⁴ Satellite images show Russian military buildup along Ukraine border. Reuters, 2021.04.20.

<https://www.reuters.com/news/picture/satellite-images-show-russian-military-b-idUSRTXBN4Y0>;
letöltés: 2021.12.22.

Russian troops now number 90,000 near Ukraine border after drills, Kyiv says. Reuters, 2021.11.03.

<https://www.reuters.com/world/ukraine-says-russia-leaves-units-near-its-border-keeps-90000-troops-2021-11-03/>; letöltés: 2021.12.22.

⁷⁵ Nem érhető el nyilvános információ olyan szoftvekről, amelyeket kifejezetten kibérhírszerzési (CYBINT) célokra fejlesztettek ki. Az ilyen eszközök alkalmazása a magánszféra számára illegális, így forgalmazásuk is kizárólag állami megrendelők számára lehetséges. Az ilyen eszközöket zárt szakmai fórumokon és közvetlenül az érdeklődőknek mutatják be, képességeik ipari titoknak minősülnek.

A BAe segítséget nyújt a hálózatbiztonság magas szinten tartásához is. A kutatási eredményekről néhány naponta elemzést tesznek elérhetővé az ügyfeleknek, támogatva a fenyegetések nyomon követését végző szakértők munkáját. Az azonosított fenyegetések alapján speciális programkódokat készítenek, megkönnyítve az informatikai rendszerek gyors frissítését és a biztonsági rések megszüntetését. Módszereikkel⁷⁶ lehetővé válik a támadók kilétének felderítése is.⁷⁷

Cognyte (Izrael–Amerikai Egyesült Államok)

A Cognyte kiberfenyegetések elleni rendszere valós időben monitorozza a szervezet informatikai rendszereit és riaszt a kibertámadások és a kibertéri hírszerzési kísérletek esetén. A biztonsági központ riasztását követően megkezdí a fenyegetés elhárítását és a károk mérséklését.⁷⁸ Automatizált elemző és vizsgálati eszközei alkalmasak a támadó és a felderítést végző személy, szervezet azonosítására, így lehetőséget teremtenek az ellentévékenység végrehajtására. A rendszer alapja a kártékony szoftvereket, az ilyen eszközöket alkalmazó szervezeteket és az eljárásokat tartalmazó adatbázis, ami lehetővé teszi a fenyegetések állandó monitorozását.⁷⁹

MASINT

A MASINT fejlődését továbbra is az egyre korszerűbb haditechnikai eszközök és rejtési technológiák rendszerbe állítása, valamint a tömegpusztító fegyverek proliferációja mozdtíja előre. A már szolgálatban álló és a következő évtizedekben megjelenő, minden korábbinál gyorsabb és pontosabb fegyverrendszerek miatt a fejlett haderők számára kulcsfontosságú, hogy az ellenséges eszközöket a lehető legtávolabbról érzékelhessék. Ezen a téren a technikai hírszerzés, ezen belül a MASINT szerepe folyamatosan növekszik. A különböző MASINT-eszközök működését a szenzorok fejlődése mellett a számítástechnikai kapacitások bővülése is javítíja, ezáltal bő évtizedes távlatban reálissá válhat az ellenséges erők helyzetének valós idejű követése.⁸⁰

A MASINT jövőbeli fejlődését is meghatározza, hogy az általa szolgáltatott információk elsősorban nem önmagukban, hanem az összadatforrású hírszerzés részeként értékesek. Az új szenzortechnológiák vonatkozásában az várható, hogy azok az elektromágneses spektrum eddig nem kiaknázott tartományában is képesek lesznek információt gyűjteni. Ennek előnye, hogy az ilyen kibocsátásokat egyelőre a legfejlettebb haditechnikai eszközök esetében sem rejtik. A hírszerzési ág fontos szerepet kap az új eszközök felfedezésében, azok jellemzőinek felderítésében,

⁷⁶ A kártékony programok működési elvének visszafejtése (*reverse engineering*) és infrastruktúra-pivotálás (*infrastructure pivoting*: az ismert indikátorok alapján az elkövető azonosítását lehetővé tevő elemzési eljárás).

⁷⁷ A BAe Applied Intelligence honlapja.
<https://www.baesystems.com/en/cybersecurity/home>; letöltés: 2021.07.21.

⁷⁸ Damage mitigation.

⁷⁹ A Cognyte honlapja.
<https://www.cognyte.com>; letöltés: 2021.07.21.

⁸⁰ KAMARA, Hassan M.: Hunting the Adversary – Sensors in the 2035 Battlespace. *Military Review*, Vol. 101. No. 1, Januar-February 2021. pp. 34–41.
<https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/English/JF-21/JF21-Whole-Book-2.pdf>; letöltés: 2021.12.23.

különösen azokban az esetekben, amikor más forrásból nem, vagy csak korlátozott mértékben áll rendelkezésre információ.⁸¹ Az egyéb területekhez hasonlóan a jövőben magánvállalatok is MASINT-képességek birtokába juthatnak, ami elsősorban az űripar fejlődéséhez járul majd hozzá.⁸²

Elemzés-értékelés

Airbus Joint ISR (Európa)

Az Airbus a Fortion ISR-szoftverrendszer részeként a hírszerzési cikluson belül a hírszerzési folyamat tervezésének, illetve az elemzett-értékelt információk elosztásának támogatására dedikált modulokat fejlesztett Workflow, illetve CSD néven.

A Fortion Workflow fejlesztésekor alapvető szempont volt, hogy a rendszer megfeleljen a NATO adatgyűjtéskoordináló- és felderítésikövetelmények-menedzsment (IRM & CM⁸³) doktrínájá⁸⁴ követelményeinek, és alkalmas legyen a szervezetek közötti munkafolyamatok összehangolására is. Segítségével a hírszerzés önálló ágainak információszerző és információfeldolgozó tevékenysége folyamatosan figyelemmel kísérhető annak érdekében, hogy a szervezethez beérkező információigények időben, a döntéshozókat érdemben támogató módon megválaszolásra kerüljenek. A rendszer képes az információigényeket prioritálni és azok alapján feladatot szab a hírszerző szervezetek számára. A folyamat részeként megállapítja, hogy az információt mely hírszerzési ágak képesek beszerezni, majd az információigényeket lefordítja a feladat végrehajtásába bevont hírszerzési ágak nyelvére.

A Fortion CSD⁸⁵ a hírszerzési/felderítési információk biztonságos tárolására, kinyerésére és megosztására szolgáló szoftvermodul. A Workflow-hoz hasonlóan alkalmas a szervezeti egységek és a szervezetek közötti munka- és információmegosztás speciális követelményeinek is megfelelni. Az információ széles körű megjelenési formáit kezeli (pl. képek, dokumentumok, vektorfájlok, videofelvételek és élő videostreamek, földi mozgó célok felderítése, valamint az IRM & CM-munkafolyamat fájljai.)⁸⁶

⁸¹ AUC3I: Measurement and Signature Intelligence (MASINT) provides real-time analysis and dissemination to facilitate your Collection Strategy.

<https://www.auc3i.com/index-114.php>; letöltés: 2021.12.23.

⁸² REDING, D. F. – EATON, J.: Science & Technology Trends 2020-2040. Exploring the S&T Edge. NATO Science & Technology Organization, 2020. p. 78.

https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf; letöltés: 2021.12.23.

⁸³ A NATO-terminológia szerint: Intelligence Requirement Management and Collection Management (IRM-CM). Egyes szövetséges országok a Collection Coordination and Intelligence Requirement Management (CCIRM) megnevezést használják. A CCIRM lehetővé teszi a beérkezett információigények szerinti adatgyűjtést, feladatot szab és irányítja az adatgyűjtést (vagyis feladatot szab a felderítőszervek számára), valamint kapcsolatot tart az együttműködésre kötelezett szervezetekkel.

HORVÁTH Csongor: Az adatgyűjtés-koordináló és felderítési követelmények menedzsmentje. Honvédségi Szemle, 146. évfolyam 4. szám, 2018. pp. 71–78.

http://real-j.mtak.hu/16399/4/Honvedsegi_Szemle_2018_4_teljes_szam.pdf; letöltés: 2021.12.27.

⁸⁴ NATO – STANAG 6524 (Restricted): Intelligence Requirement Management and Collection Management – AIntP-16 Edition A: a NATO jelenleg hatályos, korlátozott terjesztésű minősítésű dokumentumát 2018. december 17-én adták ki.

⁸⁵ Coalition Shared Dataserver (szövetségi megosztott adatszerver).

⁸⁶ Artefact.

Az Intelligence for Decision (I4D) szoftver az önálló hírszerzési ágak információinak fúziójára szolgál. Az információk egységes megjelenítése térinformatikai alapú, az információk elemzése térben és időben zajlik.⁸⁷

British Aerospace Applied Intelligence (Egyesült Királyság)

A LEXI⁸⁸ fúziós rendszer segítségével az összadattorrású információk egy képernyőn érhetők el, vizualizálhatóak, rendszerezhetők és elemezhetők, akár közel valós időben is. Az interfész könnyen tanulható és kezelhető. A fúziós algoritmusok összevetik a GEOINT-, SIGINT-, PAI- és más strukturált, részben strukturált vagy strukturálatlan információkat, és akár valós időben is lehetővé teszik a célpontok követését és monitorozását. A LEXI kollaborációs lehetőségekkel is rendelkezik, és támogatja a sztenderdizált munkafolyamatokat. A rendszer által kezelt információ megosztható a rendszeren belül vagy exportálható. A műveleti területen dolgozók számára is lehetőség van az adatbázis részéhez vagy egészéhez történő hozzáférésre offline módon is hordozható eszköz (tablet) segítségével, illetve a műveleti területen megszerzett és feldolgozott információk is szinkronizálhatók a központi rendszerrel.⁸⁹

Cognyte (Izrael–Amerikai Egyesült Államok)

A Cognyte nagyadat-alapú elemző-értékelő fúziós rendszere az információt automatikusan strukturálja (kategóriákba szervezi) és elemzi, kinyerve és csoportosítva az entitásokat (szervezetek, személyek stb.), a földrajzi helyeket, dátumokat, azokat hálózatba rendezi. A strukturálatlan és a különféle formátumokban meglévő információt így automatikusan, sztenderdizált módon strukturálja, azokból könnyen kezelhető adatbázist épít. A felhasználó kérésére a szükséges információkat jól áttekinthető, egyoldalas adatvizualizációs felületen (*dashboardon*) jeleníti meg. A szoftvernek számos hasznos funkciója van, például a szövegekből kinyert földrajzi egységeket képes térképen megjeleníteni. A valós entitások rendszerezéséhez az IBM Analysts' Notebook hálózatelemző szoftver alapfunkcióihoz hasonló képességű, de annál jóval egyszerűbben használható, beépített vizuális kapcsolatalemző megoldással rendelkezik. A rendszer megoldást nyújt az egymástól a szervezeti kultúra, a belső szabályzók és a bürokratikus akadályok, valamint a „*need to know*” elve miatt elzárt rendszerek, szervezetek, a sokféle fájlformátum, a nyers médiatartalmak (videó, hangfelvételek) és a nyelvi gátak jelentette kihívásokra. A rendszer lehetővé teszi a célpontok (témakörök) közel valós idejű elemzését, a rejtett összefüggések (hálózatok) feltárását.

A rendszer az adatbázisban szereplő szöveget, képi, video- és audioinformációt entitáskinyeréssel, gépi látással és a természetes nyelvek feldolgozásával értelmezi, rendszerezi, elemzi. Képes a képeken, videókon logókat, írást (pl. falra/molinóra írt arab írást), személyeket, fegyvereket felismerni, videókon helyzeteket (pl. erőszakos esemény vagy orvosi vészhelyzet) felismerni. Az audioanyagokat a rendelkezésre álló nyelvekről automatikusan fordítja angolra és angolul feliratozza.

⁸⁷ Az Airbus JOINT ISR honlapja.
<https://www.intelligence-airbusds.com/markets/defence/joint-istr/>; letöltés: 2021.12.20.

⁸⁸ Lead Exploitation Intelligence.

⁸⁹ A BAe Applied Intelligence honlapja.
<https://www.baesystems.com/en/cybersecurity/home>; letöltés: 2021.07.21.

A rendszer feladatmenedzsment-lehetőségei nagyban megkönnyítik az elemző-értékelők egymás közti és az adatszerzőkkel folytatott együttműködését. Az elemző-értékelők könnyen összeállíthatnak olyan információs csomagokat, amelyekkel támogathatják a műveleti/adatszerző tevékenységet, megkönnyítve az RFI-k megválaszolását, illetve – amennyiben hozzáférnek a rendszerhez – az adatszerzők maguk is könnyen tájékozódhatnak a rendszer segítségével. A modul nagyban megkönnyíti a feladatszabást, mert lehetővé teszi a vezetőknek a végrehajtók kijelölését, a munkacsoportok felállítását és a feladatok leosztását. A felhasználók csetablakon, belső e-mailen és élőszóban is kapcsolatban állhatnak.

A rendszer képes az összetett, a felhasználó szervezet által meghatározott személyre szabható biztonsági mátrixok kezelésére a betekintési jogosultságok menedzselése érdekében. A mátrixok három alapeleme a forrás, a minősítés és a feladat (az „ügy”). Ezek kombinációjával (pl. szigorúan titkos betekintési jogosultsággal rendelkező felhasználó nem láthat egy adott ügydarabot vagy ügyet stb.) magas szinten érvényesíthető a „*need to know*” elve.

A rendszer karbantartásához adatmenedzserekre van szükség. A mindennapi üzemeltetés alapja az úgynevezett *adatmodell-stúdió*, amely lehetővé teszi, hogy mély informatikai tudás nélküli adatmenedzserek a rendszert a felhasználó szervezet igényeihez szabják. Itt zajlik annak meghatározása, hogy a szervezet például milyen metaadatokat rendel a személyekhez, mit ért „szervezet” alatt, milyen szervezeteket különböztet meg (pl. szárazföldi haderő, légierő, vezérkar, hadosztály stb.). Az adatmodell-stúdió a gépi tanulás alapozzatának tekinthető.⁹⁰

A rendszer elemei közötti összeköttetés (ideértve a műveleti terület számítógépeit is) *web*alapú védett összeköttetésen keresztül biztosított, lehetővé téve nemcsak a szervezeti egységek, de a műveleti területen tartózkodó adatszerzők integrált működését is.

IBM (Amerikai Egyesült Államok)

Az IBM Security i2 Analyst's Notebook nevű hálózatelemző szoftver a kategóriájában kiemelkedő képességekkel rendelkezik. Versenytársaihoz hasonlóan elsődleges célja, hogy a bevitt entitások (személyek, csoportok és szervezetek) metaadatai alapján vizualizálja a közöttük fennálló kapcsolatokat és azok jellegét, ezáltal más módon feltárhatatlan következtésekhez segítve az elemzőket. A megjelenítési módok között a hagyományos kapcsolati hálózatelemzési felület mellett földrajzi, valamint időbeli kapcsolatokat és idősorrendet is meg tud jeleníteni, továbbá statisztikákat képes készíteni. Fejlett közösségi hálózatelemzési algoritmusai segítenek a csoportokon belüli dinamikák, hierarchiák, a vezetők és az eljárások felderítésében.⁹¹

⁹⁰ A Cognyte honlapja.
<https://www.cognyte.com>; letöltés: 2021.07.21.

⁹¹ Az IBM honlapja: IBM Security i2 Analyst's Notebook.
<https://www.ibm.com/hu-en/products/i2-analysts-notebook>; letöltés: 2021.07.23.

Palantir (Amerikai Egyesült Államok)

A Palantir⁹² vállalat a védelmi szféra felhasználói számára a Gotham fúziós rendszert kínálja. A rendszer alapja a megrendelő központi tudástárát képező, strukturált adatbázis (Palantir Data Store). Az adatbázis a megrendelő meglévő, hagyományos adatbázisai alapján, entitásokra és azok kapcsolataira csoportosítva készül el (adatmodell). A kezdeti adatintegráció néhány hét alatt megvalósítható. Az újonnan beérkező információk folyamatosan gazdagítják, illetve szükség esetén átstrukturálják az adatbázist (dinamikus ontológia). A rendszerben megtalálható valamennyi adatelem egyértelműen köthető az eredeti forrásához. Az adatbázis felhasználásával a különböző területek szakértői és csoportjai közös felületen oszthatják meg információikat és értékeléseiket, illetve képesek hatékonyan projektalapon együttműködni.

A rendszer alapja az információhoz történő biztonságos, felhasználónként, forrásonként vagy adatelemenként (pl. egy épület címe vagy egy gépjármű típusa stb.) beállítható hozzáférés. A biztonságot növeli valamennyi felhasználó és adminisztrátor tevékenységének folyamatos, hamisíthatatlan logolása is. A Gotham segítségével minden felhasználó könnyen hozzáférhet a számára rendelkezésre álló valamennyi információhoz. A rendszer képes külső adatforrásokat is a szervezeti adatbázishoz integrálni, azokat külön vagy integráltan, egymást gazdagítva kezelni. A magas fokú biztonság megkönnyíti a szervezetek közötti együttműködést is.

A Gotham az információ hálózatos, térképes, adatvizualizációs felületen történő, illetve böngésző megjelenítését teszi lehetővé. A hálózatos megjelenítés az entitások közötti szemantikai kapcsolaton alapul. A megjelenítési módok között idővonal és gyakoriságmegoszlási grafikon (hisztogram) is található. A térképes megjelenítés GEOINT-képességekkel segíti a felhasználókat, lehetővé téve a képek és a térképek összevetését, különböző filterekkel történő gazdagítását, tárgyak helyzetének nyomon követését. A hőtérképes üzemmód az entitások elhelyezkedésének sűrűségét jelzi helyszínenként. Az adatvizualizációs nézet⁹³ segítségével akár több milliárd adatelem is áttekinthető módon csoportosítható. Végül a böngészőablakos nézet⁹⁴ segítségével a projektek végrehajtásához szükséges adatok a felhasználók igénye szerint csoportosíthatók, az egyes adatcsoportokkal pedig különböző, automatikus elemzési műveleteket lehet végezteni.⁹⁵

ÖSSZEGZÉS

A kutatás során részletekbe menően megvizsgáltam a hírszerzés önálló ágait és az elemző-értékelő tevékenységet érintő technikai fejlesztések trendjeit és felhasználásuk célszerű módjait, ami nemcsak hazai, de nemzetközi szempontból is új tudományos eredményekhez vezetett. Meghatároztam az MI-re épülő szoftverek alkalmazásának lehetőségeit a hírszerzés önálló ágában és az elemzés-értékelésben.

⁹² A palantírok a J.R.R. Tolkien A gyűrűk ura trilógiájában szereplő úgynevezett látókövek.

⁹³ Object Explorer.

⁹⁴ Custom Object View.

⁹⁵ Palantir Gotham – Service Definition Document. Palantir Technologies UK, Ltd., 2020. <https://assets.digitalmarketplace.service.gov.uk/g-cloud-12/documents/92736/668463552506354-service-definition-document-2020-07-13-1355.pdf>; letöltés: 2021.12.22.

Bizonyítottam, hogy a technológiai vállalatok által kereskedelmi alapon kínált szoftverek jelentősen bővíthetik a szerényebb erőforrásokkal rendelkező országok nemzetbiztonsági szolgálatainak és rendvédelmi szervezeteinek képességeit is, olyan lehetőségeket teremtve számukra, amelyek korábban a nagyhatalmak kizárólagos előjogának számítottak. Igazoltam, hogy a korszerű nemzetbiztonsági rendszerben a fő kihívást már nem a fejlett célszoftverek rendelkezésre állása, hanem a magánszféra által kínált megoldások integrálása jelenti. A mesterséges intelligencia megfontolt, jól előkészített és a megfelelő munkafolyamatokra alkalmazott felhasználása mentesítheti az állományt a rutinmunka – és az adminisztrációs terhek – egy része alól, kapacitást szabadítva fel a komplexebb, magasabb hozzáadott értékét jelentő feladatok végrehajtására.

A hírszerzés önálló ágaiban elérhető képességek áttekintését követően egyértelmű, hogy az MI alkalmazása minőségi és mennyiségi szempontból is paradigmaváltást okoz a hírszerzés egésze számára. A platformok információmegosztó képességei a hírszerzés ágai közötti együttműködésben is új lehetőséget jelentenek.

Az MI által a hírszerzés önálló ágai, a kibervédelem és az elemzés-értékelés számára nyújtott lehetőségek az alábbiak szerint csoportosíthatók:

Nyílt forrású hírszerzés (OSINT), illetve nyilvános forrású információszerző tevékenység (PAI): Az MI-n alapuló OSINT-rendszerek alkalmasak az interneten fellelhető információk tömeges monitorozására, gyűjtésére, fordítására, rendszerezésére, előértékelésére, illetve elosztórendszereken történő továbbítására. Az adatbázisba került információk könnyen kereshetők. A fejlettebb rendszerek alkalmasak személyek, karakterek⁹⁶ (pl. falfirkák) és tárgyak⁹⁷ azonosítására képekről és videókról. Az OSINT-rendszerek integráltan vagy külön modul formájában SOCMINT-képességekkel is rendelkeznek.

Közösségi hálózatokon alapuló hírszerzés (SOCMINT): A SOCMINT-tevékenység során felderített személyek, csoportok és hálózatok száma rövid idő alatt eléri azt a nagyságrendet, amelynek manuális kezelése meghaladja a nemzetbiztonsági szolgálatok és a rendvédelmi szervezetek humán erőforrásának korlátozott kapacitását. Ezért indokolt olyan célszoftverek alkalmazása, amelyek kiváltják az emberi tevékenység egy részét. Számos vállalat kínál ilyen megoldásokat. A szoftvercsomagok közös jellemzője, hogy integrált megoldásokat kínálnak a SOCMINT- és a PAI-források automatizált felderítésére, az információ kinyerésére és a közösségimédia-oldalak (emellett blogok, csevegőszobák stb.) monitorozására, a kinyert információ ábrákon történő megjelenítésére, elemzés-értékelésére. A szoftvercsomagok egy része fejlett fordítóprogramot is tartalmaz. Általános képességnek tekinthető továbbá a kapcsolati hálózatok felrajzolása, a metaadatok⁹⁸ (fél)automatikus kinyerése, illetve a csoportok hangulatelemzése.

⁹⁶ Optical Character Recognition – OCR.

⁹⁷ Object Recognition – OR.

⁹⁸ A közösségi oldalak felhasználóinak tevékenysége, ismerősi köre stb.

A legfejlettebb megoldások képesek a közösségimédia-fedőprofilok tömeges létrehozására és kezelésére, így nagyban megnövelik a kinyert információ mennyiségét. A megoldás alkalmazása abban az esetben is indokolt, ha a célszemélyek és -csoportok nagy számban, nyíltan vagy alacsony szintű műveleti biztonság alkalmazásával kommunikálnak (pl. migráció, tüntetések stb.). A jövőben várható az írott tartalom automatizált előállítását⁹⁹ lehetővé tevő technológiák alkalmazása is még élethűbb fedőprofilok létrehozása érdekében.

Egyes vállalatok a SOCMINT egy-egy részterületére specializálódnak, mint például a fedőprofilok félautomatikus megalkotása és kezelése. Az ilyen szoftverek lehetővé teszik, hogy a nemzetbiztonsági szolgálatok és a rendvédelmi szervezetek által megalkotott legenda alapján a virtuális személy percek alatt megszülethessen az online térben. A módszerrel biztosítható, hogy nem fordulnak elő a manuális bevétel során szinte elkerülhetetlen apróbb hibák, következtlenések. A fedőprofilok lehetővé teszik a behatolást a zárt felhasználói csoportokba és a *dark webre* (az internet jelszóval védett, zárt részére). Az alaposan kidolgozott, szoftveresen kezelt és karbantartott fedőprofilokkal lehetőség adódik a közösségi médián zajló illegális vagy ellenérdekelt tevékenység felderítésére és megfigyelésére, a célszemélyek azonosítására és róluk információ kinyerésére.

Emberi erőforrású hírszerzés (HUMINT): Az információs társadalomban a HUMINT-tevékenységet megalapozó legenda megteremtése elképzelhetetlen jól megtervezett és karbantartott digitális jelenlét nélkül. A különböző internetes felületeken megjelenő információnak koherensnek kell lennie, és a közösségi médiában mutatott tevékenységnek valós személy képét kell tükröznie. A célszemélyekben gyanút kelt, ha az őket megközelítő személy nem rendelkezik kiterjedt online jelenléttel. Mindez manuális módszerekkel csak nehezen és időigényesen oldható meg, és nagy a hibázás lehetősége, ezért klasszikus HUMINT-tevékenység esetén is indokolt a virtuális HUMINT adta lehetőségek igénybevétele.

A SOCMINT-rendszerek arra is lehetőséget teremtenek a HUMINT számára, hogy új kapcsolatokat derítsen fel és közelítsen meg. Célszerű tehát együttműködést kialakítani a SOCMINT- és a HUMINT-szervezetek között, hiszen a HUMINT-szakemberek ott folytathatják a munkát, ahol a SOCMINT lehetőségei kimerülnek.

Rádióelektronikai felderítés (SIGINT): A SIGINT a többi hírszerzési ághoz viszonyítva több adattal dolgozik, ezért az MI-alapú SIGINT-rendszerek elsősorban a beszerzett nagy adatmennyiség (fél)automatikus feldolgozásában és elemzésében nyújtanak segítséget. Ez különösen fontos a nemzeti távközlési és internetszolgáltatók adatai esetében, elsősorban a metaadatok (hívás ideje és időtartama, a résztvevők földrajzi helye, készülékek és operációs rendszereik típusai stb.) és szelektorok (hívószámok, e-mail-címek, közösségi média, illetve csevegőprogram profilnevek és egyedi azonosítók stb.) miatt. Jellemzően a SIGINT-szoftvercsomagok is képesek hálózatelemzésre, a lehallgatott beszéd szöveggé alakítására és fordítására, valamint hangfelismerésre. Az elemzések alapja itt is az entitáskinyerés.

⁹⁹ Natural Language Generation – NLG.

Képi hírszerzés (IMINT): Az MI alkalmazása megteremtette a lehetőségét a műholdak, a felderítő-repülőgépek, a megfigyelőkamerák stb. felvételeinek tömeges és akár automatikus feldolgozására. Az ilyen rendszerek a betáplált adatbázisok alapján egyre nagyobb pontossággal képesek felfedezni a képeken a különböző objektumokat, ezért az ilyen feladatokban a képességeik már meghaladják az emberi IMINT-elemzőkét. A leghasznosabbak ugyanakkor az IMINT-elemzők asszisztenseiként lehetnek, mert a beszerzett képek és az adatbázisok könnyebb kezelhetőségével nagyban megkönnyítik az összetettebb elemzések elvégzését. Már több vállalat kínál olyan szolgáltatásokat, amelyek segítségével nagy felbontású műholdfelvételek érhetőek el a Föld bármely pontjáról, amelyeket akár évtizedekkel korábban készített felvételekkel is össze lehet hasonlítani. A műholdképek és a műholdas radarképek alapján 3D-s térképek állíthatók elő, amelyekkel a terep virtuálisan is bejárható. Az ilyen nagy pontosságú szoftverek a Föld egész területének lefedésére is alkalmasak lehetnek.

Térinformatikai/geoinformációs hírszerzés (GEOINT): A GEOINT az információk megjelenítésével, rendszerezésével és összevetésével teremt hozzáadott értéket, ezért az MI alkalmazási lehetőségei valószínűleg ezen a területen a legszélesebbek. A GEOINT-szoftverekkel és -szolgáltatásokkal a saját vagy vásárolt műholdfelvételek alapján nagy pontosságú és a valós helyzetet bemutató térképek készíthetők. A nagy pontosságú, múltbeli információkat is tartalmazó, tetszőleges adatbázisokkal összekapcsolt térképek az anomáliák felfedésében és az előrejelzések készítésében is kulcsszerepet játszanak.

A GEOINT-lehetőségek kiaknázása tekintetében valószínűleg az amerikai Nemzeti Felderítőiroda (NRO) a Google vállalattal közösen fejlesztett Sentient rendszere jelenti a csúcstechnológiát. A Sentient térinformatikai módszerek alkalmazásával a Föld egész területére vonatkoztatva képes valós időben integrálni a hírszerzés valamennyi ágából származó információkat.

Kibervédelem: A kibervédelmi rendszerek alapjai a kártékony szoftvereket, az ilyen eszközöket alkalmazó szervezeteket és eljárásokat tartalmazó, a fejlesztők által létrehozott és karbantartott adatbázisok. Valós időben monitorozzák a védett szervezet infromatikai rendszereit, valamint riasztanak a kibertámadások és a kibertéri hírszerzési kísérletek esetén. Ezzel egy időben képesek megkezdni a fenyegetések elhárítását és a károk mérséklését. Automatizált elemző- és vizsgálati eszközökkel alkalmasak az elkövető személy vagy szervezet azonosítására, ami alapján ellentevékenységet is végrehajthatnak. A rendszerek alkalmazásával kiberműveleti szimulációk, gyakorlatok és tréningek is végezhetők.

Mérés és jellemghatározó hírszerzés (MASINT): Az egyre korszerűbb és több adatot szolgáló szenzorok információinak hatékony feldolgozásához mára elengedhetetlen az MI-alapú adattárházrendszerek alkalmazása. A MASINT-információk felhasználásában hatalmas lehetőséget rejtenek magukban a GEOINT-rendszerek akár a szenzoradatok áttekinthetőségének növelése, akár a más hírszerzési ágak információival történő összevetése tekintetében. Hasonló eredmények lehetnek elérhetőek az elemző-értékelő fúziós rendszerek alkalmazásával is.

Elemzés-értékelés: A fúziós és adattárházrendszerek segítségével az elemző-értékelők a nagy adat korszakában is minden releváns információ felhasználásával készített, a döntéshozók számára jól hasznosítható jelentéseket készíthetnek. Hagyományos, manuális eszközökkel ez mára csak korlátozottan lehetséges. A rendszerek közös jellemzője, hogy segítségükkel az információ könnyen áttekinthető, korábban nem észlelt összefüggések is kimutathatók, illetve lehetőséget teremtenek az együttműködésre az elemző-értékelők számára mind a hírszerző szakterületek képviselői, mind az elemző-értékelők csoportjai között, akár a saját szervezetén kívül is. Az együttműködés információmegosztásra, hipotézisek és szinopszisok közös felállítására, vagy akár közös jelentésírásra is kiterjedhet. A rendszerek hasznos funkcionálisai közé tartoznak a félautomatikus és automatikus jelentésíró rendszerek, ahol lehetőség van a szolgálatok saját sablonjainak alkalmazására is. A megnövekedett képességek mellett fontos hozadék tehát a manuális részfeladatok végrehajtására fordított idő csökkenése is. *Az MI potenciálisan felhasználható az elemző-értékelő munka valamennyi tevékenységi körében.*¹⁰⁰

Az információk elemzése-értékelése: Az információ egyszerű és gyors rendelkezésre állása nagyban megkönnyíti az információk pontosítását, a helyes és az elfogadott kifejezések használatát, a helyesírás-ellenőrzést (a szakkifejezések tekintetében is), a távolságmérést, a települések, objektumok, a folyamatok térképes megjelenítését. A fejlett rendszerek támogatják az egyszerű elemző-értékelő eljárások (összehasonlítás, minták stb.) és a kötött eljárások (strukturált jelentések: életrajzok, hadgyakorlatokról és költségvetésekről készített összefoglalók, háttér-tájékoztató jelentések stb.) egységesítését és minőségbiztosítását. Lehetőség van arra is, hogy az elemzők az információt jelentéstervezetekbe (kockázatelemzési modellekbe, mátrixokba, regionális biztonsági komplexum modellekbe stb.) gyűjtsék és rendszerezék.

Tájékoztatók (jelentések) készítése: Az alaki és a tartalmi kellékeket automatikusan tartalmazó sablonok alkalmazása mellett az információk gyors rendelkezésre állása és exportálhatósága, valamint a feladatmenedzsment és a kollaborációs lehetőségek nagyban könnyítik és gyorsítják a jelentésírást. Fontos előnyt jelent, ha a rendelkezésre álló szűk időkeretet nem tölti ki a meglévő információk gyűjtése és rendszerezése, illetve az adatszerzők irányába szabott információigények (RFI-k) megfogalmazása. Nincs akadálya az egyszerű jelentések (pl. gyűjtések) automatizált elkészítésének sem. Az így felszabadult idő az elemzés-értékelés hozzáadott értékeinek (következtetések, értékelések és előrejelzések) megalkotására fordítható.

Fontos, de a hagyományos módszerekkel nehezen teljesíthető követelmény a tájékoztatókban szereplő információk vizualizációja, ebben szintén nagy segítséget nyújthatnak a fejlett rendszerek.

¹⁰⁰ Az elemző-értékelő munka hat tevékenységi körének elméletét Vida Csaba dolgozta ki. VIDA Csaba: A hírszerző elemző-értékelő munka alapjai. Felderítő Szemle, XII. évfolyam 3. szám, 2013. december. pp. 90–99. <https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2013-3.pdf>; letöltés: 2022.10.18. VIDA Csaba: Művelettámogatás a nemzetbiztonsági elemző-értékelő munkában. Felderítő Szemle, XIV. évfolyam 4. szám, 2015. november. pp. 36–49. <https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2015-4.pdf>; letöltés: 2022.10.18.

A kollaborációs rendszerek lehetővé teszik a tájékoztatók különböző részeinek párhuzamos, minden résztvevő számára átlátható készítését, valamint a jelentések gyors és hatékony ellenőrzését és jóváhagyását is. A hatékony kommunikációs lehetőségekkel a felső vezetés és az elemző-értékelő szervezet vezetése könnyen megoszthatja a készítőikkel saját értékelését, ami hasznos iránymutatást jelenthet a jelentések készítése során.¹⁰¹

Elemző-értékelő adattárak vezetése: A nagy adat kezelésére alkalmas megoldások többszintű, differenciált, optimalizált lekérdezési lehetőségekkel (pl. információs jellegű, és az adatszerzők munkájának értékelésére szolgáló statisztikai jellegű stratégiai jelentésekhez a célország vagy régió hosszú távú folyamatainak nyomon követéséhez szükséges információk stb.) rendelkeznek. Az OSINT-információk automatizáltan is gyűjthetők az elemző-értékelő szervezet külső és belső adataiba. Az OSINT és a részben nyílt információkat feldolgozó IMINT és GEOINT további különleges lehetőségeket rejtnek magukban, mert alkalmazásukkal a kollaboráció védett, de nem minősített rendszereken is megoldható, gyorsítva és egyszerűsítve a szolgálatokon belüli és kívüli együttműködést is, különös tekintettel a szolgálatok távoli helyszíneken tevékenykedő elemeire. Az OSINT-információk különösen alkalmasak a közös (alapvető) helyzetismeret kialakítására akár a szolgálatokon belül, akár a nemzetbiztonsági rendszer egésze számára, valamint a nemzetbiztonsági rendszer és a döntéshozók között is.

A felhőalapú adattárházak nagyban elősegítik a nemzetbiztonsági szolgálatok hazai és nemzetközi együttműködését is, hiszen lehetőség nyílik arra, hogy hozzáférést adjanak az adatbázis tetszőleges részeihez, vagy a kívánt információkat egyszerűen exportálják.

Tájékoztatórendszer működtetése: A feladatmenedzsment és a jelentéskészítő rendszerek lehetővé teszik a protokoll-listák importálását és könnyű karbantartását. Ezek alapján a jelentések elosztói könnyen összeállíthatók, azokra a gépi tanuláson alapuló MI javaslatot is tehet. Elsősorban a nyílt információk alapján készített egyszerű jelentések (gyűjtések) esetében nemcsak a készítés, de a küldés is automatizálható. A felhasználó tartalomfogyasztása MI-alapú monitorozásának a kereskedelmi szférában már kiterjedt tapasztalataiból a nemzetbiztonsági szektor is profitálhat, mert a felhasználók „fogyasztási profilja” egyfajta hírigényként is értelmezhető lehet.

A korszerű adatbáziskezelő rendszerek segítségével a tájékoztatás elmozdulhat a jelentések küldésétől. Az együttműködésre kötelezett szervezetek és a döntéshozók hozzáférést kaphatnak az adatbázis részeihez, így a szükséges információkat maguk is lekérdezhetik és importálhatják. Ez a megközelítés legkönnyebben a nyílt információk esetében megvalósítható, mert a minősített adatok biztonságos, felhőalapú kezelését lehetővé tevő rendszerek drágák és létrehozásuk nemzeti szttenderdek kialakítását igényli. Közbeeső megoldásként az adatgyűjtést koordináló és felderítési követelményeket menedzselők (CCIRM) számára is biztosítható a betekintés, így az egyszerűbb információigényeket az elemző-értékelők bevonása nélkül is megválaszolhatják.

¹⁰¹ A jelenlegi, piramisszerű monolit struktúrákban a jelentések készítői ritkán kerülnek közvetlen kapcsolatba a vezetéssel. A középvezetőkön keresztüli információáramlás túlságosan lassú és esetleges ahhoz, hogy a napi munkavégzéshez részletes iránymutatást nyújthasson.

Hírszerzési ciklus működtetése (az adatszerzők információszerző tevékenységének irányítása): A fúziós rendszerekkel gyorsítható a feladatok értelmezése és javítható annak színvonala. Az elemző-értékelők vagy a dedikált CCIRM-szervezet könnyen összegyűjtheti a már rendelkezésre álló információkat (az OSINT-szervezet segítségével a nyílt információkat is), valamint meghatározhatja a hiányzó információkat és azok jellegét.

A szolgálatok vezetése az információigényeket prioritizálhatja, azok megválaszolására szükség esetén egyedi, virtuális munkacsoportokat is létrehozhat, meghatározva azok vezetési rendjét és hatásköreit. Ebben segítséget nyújt, ha az érintett állomány folyamatban lévő feladatai könnyen lekérdezhetők, így áttekinthető a leterheltségük, meglévő feladataikat vezetői utasításra későbbre halaszthatják.

A hiányzó információk beszerzése érdekében megfogalmazott információigények áttekinthető módon tartalmazhatják a már rendelkezésre álló releváns információkat, ami nemcsak a duplikációk kiszűrését és ezzel a felesleges munkavégzést előzi meg, de elemző-értékelő művelettámogatást is biztosít az adatszerzők részére.

Művelettámogató tevékenység: Az adatbázisrendszerek alkalmazásával növelhető az adatszerző szervezeteknek nyújtott elemző-értékelő támogatás minősége és mértéke is. Ennek az információigények már meglévő információkkal történő ellátása mellett módja lehet a hozzáférési és a lekérdezési lehetőségek biztosítása az elemző-értékelő adatbázisok részéhez vagy egészéhez az adatszerzők számára. A hozzáférés az adatszerző műveletekhez is jól hasznosítható lehet. Katonai műveletek esetében a nemzetbiztonsági szervezeteknek a művelettervezőkkel, valamint a felderítő- és a hadművelési törzsekkel kell hasonló együttműködést kialakítania. Az adattárakhoz történő differenciált hozzáférés biztosításával a műveletek előkészítése (pl. képzések és a művelettervezéshez szükséges információk biztosítása formájában) is hatékonyabban támogatható, illetve a tapasztalatfeldolgozás hatékonysága is fokozható.

A művelettámogató tevékenységben is különleges lehetőséget rejtenek magukban az MI-alapú OSINT-, IMINT- és GEOINT-képességek, hiszen könnyen megszerezhető, kiválóan hasznosítható és akár valós idejű információt is biztosíthatnak.

IRODALOMJEGYZÉK

A BAe Applied Intelligence honlapja.
<https://www.baesystems.com/en/cybersecurity/home>; letöltés: 2021.07.21.

A BlackSky honlapja.
<https://www.blacksky.com>; letöltés: 2021.08.13.

A Cobwebs Technologies honlapja.
<https://cobwebs.com/>; letöltés: 2021.07.21.

A Cognyte honlapja.
<https://www.cognyte.com>; letöltés: 2021.07.21.

A Maxar Technologies honlapja.

<https://www.maxar.com/>; letöltés: 2021.12.22.

A Medusa Labs honlapja.

<https://www.medusa-labs.com/>; letöltés: 2021.07.21.

A Rayzone Group honlapja: ECHO – Global Virtual SIGINT System.

<https://rayzone.com/echo-global-virtual-sigint-system/>; letöltés: 2021.07.21.

Active Web Intelligence: A Cobwebs Technologies honlapja.

<https://cobwebs.com/products/active-web-intelligence/>; letöltés: 2021.07.21.

ALESSA, Lilian: Relying on Humans: How Artificial Intelligence Succeeds or Fails on Human Factors. Előadás. Intelligence Analytics Online Summit 2020 konferencia, 2020.10.29–30.

AUC3I: Measurement and Signature Intelligence (MASINT) provides real-time analysis and dissemination to facilitate your Collection Strategy.

<https://www.auc3i.com/index-114.php>; letöltés: 2021.12.23.

Az Airbus JOINT ISR honlapja.

<https://www.intelligence-airbusds.com/markets/defence/joint-isr/>; letöltés: 2021.12.20.

Az ATIS systems honlapja: Klarios Interception Management System.

<https://www.atis-systems.com/en/interception-management-system/>; letöltés: 2023.07.12.

Az IBM honlapja: IBM Security i2 Analyst's Notebook.

<https://www.ibm.com/hu-en/products/i2-analysts-notebook>; letöltés: 2021.07.23.

Az IntelligenceReveal OSI-platform brosúrája.

<https://assets.digitalmarketplace.service.gov.uk/g-cloud-12/documents/92253/645404904066643-service-definition-document-2020-07-17-1447.pdf>; letöltés: 2021.07.22.

BALOGH Péter: Rádióelektronikai felderítés (SIGINT).

In: RESPERGER István (szerk.): A nemzetbiztonság elmélete a közszolgálatban.

Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018. pp. 142–154.

https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/6908/web_PDF_EKM_Nemzetbiztonsag_elmelete_a_kozszolgalatban.pdf?sequence=2; letöltés: 2022.05.04.

BREWSTER, Thomas: Exclusive: Israeli Surveillance Companies Are Siphoning Masses Of Location Data From Smartphone Apps. Forbes, 2020.12.11.

<https://www.forbes.com/sites/thomasbrewster/2020/12/11/exclusive-israeli-surveillance-companies-are-siphoning-masses-of-location-data-from-smartphone-apps/>; letöltés: 2021.07.22.

DRÓT László: Az OODA hurok (I. rész).

Seregszemle, XVI. évfolyam 1. szám, 2018. január–március. pp. 143–159.

https://honvedelem.hu/files/files/115176/seregszemle_2018_1.pdf; letöltés: 2021.12.20.

ERDÉSZ Viktor: A SOCMINT helye, szerepe az összadatforrású hírszerzésben. Felderítő Szemle, VII. évfolyam 4. szám, 2018. pp. 27–40.

<https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2018-4.pdf>; letöltés: 2022.04.11.

ERDÉSZ Viktor: Az IDGA konferenciája a mesterséges intelligencia szerepéről a hírszerző elemzés-értékelésben. Felderítő Szemle, XX. évfolyam 1. szám, 2021. pp. 75–89.

<https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2021-1.pdf>; letöltés: 2022.04.14.

- ERDÉSZ Viktor: Organizational theory aspects of the intelligence enterprise. *National Security Review*, Issue 1/2022. pp. 17–30.
https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2022_1_NSR.pdf; letöltés: 2022.07.15.
- GANON, Tomer – RAVET, Hagar: The Rayzone Group’s secret cyber intelligence activities revealed. *CTech*, 2020.12.29.
<https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0,7340,L-3884553,00.html>; letöltés: 2021.07.22.
- HORVÁTH Csongor: Az adatgyűjtés-koordináló és felderítési követelmények menedzsmenete. *Honvédségi Szemle*, 146. évfolyam 4. szám, 2018. pp. 71–78.
http://real-j.mtak.hu/16399/4/Honvedsegi_Szemle_2018_4_teljes_szam.pdf;
letöltés: 2021.12.27.
- Introducing BlackSky Spectra. *BlackSky*, 2017.04.04.
<https://www.blacksky.com/2017/04/04/introducing-blacksky-spectra/>; letöltés: 2021.08.13.
- KALWEIT, Susan W.: Mission Intensity: Thriving in the Smart Machine Age. Előadás. *Intelligence Analytics Online Summit 2020 konferencia*, 2020.10.29–30.
- KAMARA, Hassan M.: Hunting the Adversary – Sensors in the 2035 Battlespace. *Military Review*, Vol. 101. No. 1, Januar-February 2021. pp. 34–41.
<https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/English/JF-21/JF21-Whole-Book-2.pdf>; letöltés: 2021.12.23.
- KIS-BENEDEK József: Az emberi erővel folytatott információszerezés (HUMINT). In: RESPERGER István (szerk.): *A nemzetbiztonság elmélete a közszolgálatban*. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018. pp. 154–162.
https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/6908/web_PDF_EKM_Nemzetbiztonsag_elmelete_a_kozszolgalatban.pdf?sequence=2; letöltés: 2022.05.04.
- Mi is az a “Big Data”? – Fogalmak, definíciók és egyéb tudnivalók. *nagadatblog*, 2014.03.03.
<https://nagyadat.blog.hu/2014/03/03/what-is-big-data>; letöltés: 2022.11.15.
- MILLER, Carl – BARTLETT, Jamie – OMAND, David: #INTELLIGENCE. Demos, London, 2012.
<https://demos.co.uk/wp-content/uploads/2012/04/intelligence-Report.pdf>; letöltés: 2018.11.05.
- Palantir Gotham – Service Definition Document. Palantir Technologies UK, Ltd., 2020.
<https://assets.digitalmarketplace.service.gov.uk/g-cloud-12/documents/92736/668463552506354-service-definition-document-2020-07-13-1355.pdf>; letöltés: 2021.12.22.
- REDING, D. F. – EATON, J.: Science & Technology Trends 2020-2040. Exploring the S&T Edge. NATO Science & Technology Organization, 2020.
https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf; letöltés: 2021.12.23.
- RESPERGER István (szerk.): *A nemzetbiztonság elmélete a közszolgálatban*. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018.
https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/6908/web_PDF_EKM_Nemzetbiztonsag_elmelete_a_kozszolgalatban.pdf?sequence=2; letöltés: 2022.05.04.
- RFID kisokos. IBCS Hungary, 2021.02.16.
https://ibcs.hu/tudastar/rfid-kisokos/?gclid=CjwKCAjwsNiIBhBdEiwAJK4khv9W8bvt3S5oNEAPVps99tKM5PYI2PgvPXD8yk3bCGM-KFzwmZfa2hoCHssQAvD_BwE; letöltés: 2021.08.13.

- Russian troops now number 90,000 near Ukraine border after drills, Kyiv says. Reuters, 2021.11.03.
<https://www.reuters.com/world/ukraine-says-russia-leaves-units-near-its-border-keeps-90000-troops-2021-11-03/>; letöltés: 2021.12.22.
- SAR (szintetikus apertúrájú rádiólokátor, Synthetic Aperture Radar).
<http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/SAR.htm>; letöltés: 2021.08.13.
- Satellite images show Russian military buildup along Ukraine border. Reuters, 2021.04.20.
<https://www.reuters.com/news/picture/satellite-images-show-russian-military-buildup-along-ukraine-border-2021-04-20/>; letöltés: 2021.12.22.
- SCOLES, Sarah: It's Sentient – Meet the classified artificial brain being developed by US intelligence programs. The Verge, 2019.07.31.
<https://www.theverge.com/2019/7/31/20746926/sentient-national-reconnaissance-office-spy-satellites-artificial-intelligence-ai>; letöltés: 2021.08.13.
- VIDA Csaba: A hírszerző elemző-értékelő munka alapjai. Felderítő Szemle, XII. évfolyam 3. szám, 2013. december. pp. 90–99.
<https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2013-3.pdf>; letöltés: 2022.10.18.
- VIDA Csaba: Művelettámogatás a nemzetbiztonsági elemző-értékelő munkában. Felderítő Szemle, XIV. évfolyam 4. szám, 2015. November. pp. 36–49.
<https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/fsz/2015-4.pdf>; letöltés: 2022.10.18.

BERECZKI DÁVID

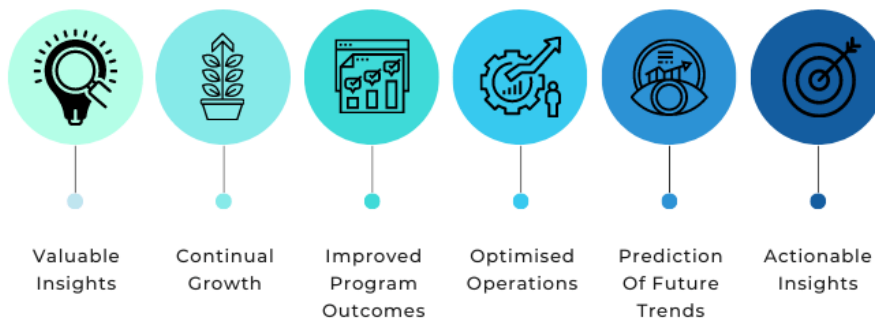
MILYEN VÁLTOZÁSOKAT GENERÁL AZ ÚJ TECHNOLÓGIÁK ELTERJEDÉSE AZ ELHÁRÍTÁS SZÁMÁRA?

BEVEZETÉS

A mesterséges intelligencia (MI) és az egyéb új felforgató technológiák (*disruptive technologies*) megjelenésével és elterjedésével egyre több olyan korábban nem ismert területet fedeztünk fel, amelyek óriási potenciált hordoznak magukban az élet valamennyi szegmensében, amely alól a klasszikus értelemben vett katonai, specifikusan a nemzetbiztonsági szakterület, ezen belül pedig az elhárítás sem jelent kivételt. Ugyanakkor fontos látni és megérteni, hogy az elhárítói munka az új technológiák tekintetében elsősorban defenzív, tehát védelmi jellegű.

Tanulmányomban először az úgynevezett *adatvezérelt döntéshozatali rendszer* alapelveit fogom megvizsgálni a nemzetbiztonsági munka perspektívájából, majd az új felforgató technológiákban rejlő lehetőségeket és biztonsági kihívásokat fogom áttekinteni az elhárítómunka szemszögéből, a hazai és a nemzetközi szakirodalom széles körű vizsgálatával.

AZ ADATVEZÉRELT DÖNTÉSHOZATALI RENDSZER ALAPELVEI



1. ábra. Az adatvezérelt döntéshozatali rendszer előnyei¹

¹ Magyarul: 1. értékes ismeret, 2. folyamatos növekedés, 3. hatékonyabb eredmények, 4. optimalizált folyamatok (műveletek), 5. a jövő trendjeinek előrejelzése, 6. megvalósítható tudás.
WILLIAMS, Jason: Data-Driven Decision Making. Altis, 2020.09.16.
<https://www.altisconsulting.com/au/insights/data-driven-decision-making/>; letöltés: 2022.03.08.

Az új felforgató technológiák az élet valamennyi területén, így a titkosszolgálatok esetében is csak akkor működhetnek gördülékenyen, illetve az elvárásoknak megfelelően, ha követik az úgynevezett *adatvezérelt döntéshozatali rendszer* alapelveit.²

A nemzetbiztonsági szolgálatokra, különösképpen pedig az elhárításra vonatkoztatva az „adatvezérelt döntéshozatali rendszer” négy alappillére a következő lehet:

1. MI-alapú adatmenedzsment;
2. intelligens adatgyűjtő rendszer;
3. intelligens elemző-értékelő rendszer;
4. intelligens tájékoztatórendszer.

Mindenképpen meg kell jegyezni ugyanakkor, hogy ezek a rendszerek sokszor egymással jelentős átfedésben is működhetnek. Mielőtt azonban ezeket a rendszereket jobban megismernénk, fontos leszögezni, hogy a mesterséges intelligencia milyen módokon nyújthat segítséget ezek optimálisra tételében:³

Automatizálás: az algoritmus maga nyeri ki a rendelkezésre álló adatokból, információkból az összefüggéseket, aminek eredményeként bizonyos folyamatokból mellőzhetővé válik az emberi beavatkozás, ezáltal jelentős idő és energia spórolható meg.

Optimalizáció: az algoritmus a meglévő módszerek fejlesztésére, hatékonyabb alkalmazására ajánl fel jobb megoldásokat, innovációkat.

Előrejelzés: gépi tanuló algoritmusok segítségével képes előrejelezni bizonyos folyamatokat, eredményeket, adatokat.

Ezek a felhasználási módok a négy alappillérben egyaránt megtalálhatók és alkalmazhatók, ezeket a későbbiekben részletekbe menően is megvizsgáljuk.

MI-alapú adatmenedzsment

Az adatmenedzsment fogalmát a *Tableau* adatelemző cég honlapja fogalmazza meg talán a legkomplexebben: egy adott szervezet adatainak gyűjtése, rendszerezése, tárolása, módosítása és védelme oly módon, hogy az a döntéshozók számára elkészítendő elemzés folyamán könnyebben feldolgozhatóvá és megérhetővé váljon.⁴

² Nagy mennyiségű adatok (*big data*) adatbányászati elemzésével támogatják a döntéshozókat, tehát az adatközpontú megközelítés adja az egész rendszer alapját. Indeed Editorial Team: 8 Decision Support System Examples To Guide Decision-Making. Indeed, 2023.03.11.

<https://www.indeed.com/career-advice/career-development/decision-support-system-examples>;
letöltés: 2022.03.04.

³ DENNIS, Amber Lee: Artificial Intelligence Augments Data Management. Dataversity, 2022.01.12. <https://www.dataversity.net/artificial-intelligence-augments-data-management/>; letöltés: 2022.03.09.

⁴ Data Management: What It Is, Importance, And Challenges. Tableau. <https://www.tableau.com/learn/articles/what-is-data-management>; letöltés: 2022.03.20.

Részei és tartalma a *Global Data Management Community* leírása szerint a következők lehetnek:⁵

Adatkezelés: alapjaiban határozza meg a szervezet adathoz való viszonyát, rögzíti az információk befogadásának, áramlásának, szabályozásának, tárolásának és védelmének szabályait, rendjét.

Adatarchitektúra: a szervezet adatvagyonának tárolása során kialakított általános struktúra.

Adatmodellezés: adatelemző rendszerek felépítése, fejlesztése, implementálása és karbantartása, valamint használata.

Adattárolás: az adatok tárolására vonatkozó fizikai követelmények meghatározása, fenntartása, kezelése.

Adatbiztonság: az egyik legfontosabb szempont, amely akár az üzleti életben, akár egy biztonsági szervezet esetében kiemelt jelentőséggel bír az adatok szenzitív jellege miatt; magában foglalja továbbá a hozzáférések biztosítását a különböző szakterületeken, illetve felhasználói szinteken is.

Adatintegráció és interoperabilitás: strukturálatlan és félstrukturált adatok strukturálttá alakításának, karbantartásának, kezelésének folyamata.

Adatvagyon (törzsadatok) kezelése: az összes adatforrásból származó adat feldolgozásának, szabványosításának és integrálásának segítségével biztosítja, hogy a szervezet mindig a legfrissebb, zajoktól mentes adataival tudjon dolgozni.

Adattárház: az egyik legfontosabb elem, amelyet napjainkban egyre többször adattóként (*data lake*) is említ a szakirodalom; az adatok sokfélesége, valamint a strukturált és strukturálatlan adatok időigényes kezelése miatt az összes forrásból származó nyers adatot adattárházban tároljuk.

Adatminőség: a beérkező és a már rendelkezésre álló adatok zajtalanítása, megtisztítása elemi érdekek (leginkább a duplikált, a hiányzó adatok, valamint a különböző forrásból származó adatok kezelését, standardizálását jelenti).

Dokumentumok, információk és folyamatok intelligens kezelése: további elengedhetetlen munkafolyamatok intelligens módon történő kezelése, például adatvagyon félautomatizált kezelése, prediktív karbantartása, félautomatikus adatfeldolgozás és -kinyerés, dokumentumkategorizálás, -címkézés és -annotálás, intelligens adattisztítás, intelligens iratkezelés, különböző szakterületeken feladatautomatizálás kialakítása, intelligens asszisztensek alkalmazása.

⁵ TechRepublic Staff: What is data management? Your guide to data management, TechRepublic, 2022.04.22.
<https://www.techrepublic.com/article/data-management-a-cheat-sheet/>; letöltés: 2022.03.20.

Intelligens adatgyűjtő rendszer

Az adatgyűjtő rendszerekhez alapvetően kétféle forrásból származhatnak adatok: nyilvános és korlátozott hozzáférésű adatforrásokból.⁶ A nemzetbiztonsági szolgálatok esetében ezek kiegészülnek a közhiteles nyilvántartásokkal, valamint a minősített adatok forrásaival.

Az elsőbe tartoznak a nyilvánosan elérhető adatbázisok, információforrások, amelyek általában könnyen letölthetők vagy hozzáférhetők (weboldalak, újságcikkek stb.) bárki számára. A másodikba tartoznak a regisztrációhoz vagy előfizetéshez kötött korlátozott hozzáférésű adatok. A harmadik csoportot a nemzetbiztonsági szolgálatok törvényi kötelezettségének ellátásához szükséges állami és közhiteles nyilvántartások, míg a negyediket a nemzetbiztonsági és a rendvédelmi munkához kapcsolódó, engedélyhez kötött titkos információgyűjtésből, továbbá az egyéb biztonsági szervek zárt adatkezelési rendszeréből származó információk, adatbázisok alkotják.

Az adatgyűjtés történhet manuálisan, félautomatizált vagy automatizált módon egyaránt, utóbbi kettő esetében természetesen ismét az MI támogatására van szükségünk. Az automatizált adatgyűjtés során emberi beavatkozás nélkül, gépi tanuló algoritmusok segítségével kerül sor a szükséges információk felismerésére, kinyerésére, módosítására és lementésére.

A félautomatizált rendszerben az egyes folyamatokat egy humán erőforrás ellenőrzi és hagyja jóvá, de a különböző lépések önmagukban automatikusak. Mindezek kevesebb emberi hibát, jobb adatminőséget, gyorsabb feladat-végrehajtást, tehát kevesebb idő-, energia- és költségfordítást, vagyis nagyobb hatékonyságot eredményeznek.

Az automatizált és a félautomatizált rendszer esetében jellemzően valamilyen ETL-szoftverre (*extract-transform-load*) van szükség, amelynek segítségével a nyers adatokat kigyűjthetjük, átalakíthatjuk, majd betölthetjük a megfelelő adatbázisba vagy adattárházba.⁷ Ez lehet egy automatizált adatgyűjtést végző *crawler*, egy üzleti forgalomban kapható (pl. intelligens hírválogató) szoftver vagy egy saját fejlesztésű (valamilyen programozási nyelven megírt) program is.

Természetesen ezekben a fázisokban is nagyban támaszkodhatunk az MI különböző részterületeire, például a természetes nyelvi feldolgozásra (idegen nyelvek esetén különösen hasznos), az entitáskiemelésre, a hangfelismerésre és -leiratozásra, a szemantikai kapcsolatok azonosítására, a tartalomalapú képkeresésre, a biometrikus azonosításra vagy a kézírás-felismerésre. Mindezek egyszerűbb kezeléséhez szükség lehet egy komplex és egységes lekérdezőrendszerre is.

⁶ The Complete Guide to Data Acquisition For Machine Learning. Explorium. <https://www.explorium.ai/resource/the-complete-guide-for-data-acquisition/>; letöltés: 2022.04.20.

⁷ Complete ETL Process Overview (design, challenges and automation). Keboola, 2022.09.30. <https://www.keboola.com/blog/etl-process-overview>; letöltés: 2022.10.20.

Intelligens elemző-értékelő rendszer

Az előző lépések elvégzése után kerülhet sor az adatok elemzésére és értékelésére – ismét a mesterséges intelligencia segítségével. Az egész rendszer alapja egy jól működő intelligens keresőrendszer, amely automatizáltan végzi a feladatok előzetes értékelését, prioritizálását. Amennyiben rendelkezik adatelemző-, illetve adatbányászmodullal, akkor az MI-re támaszkodva gépi tanuló algoritmusok segítségével lehet megkezdni a rejtett összefüggések, minták és logikai kapcsolatok feltárását, elemzését a legkülönbözőbb területeken.

Arcképelemzés

Az emberi arcok karakterisztikájának vizsgálata során digitális vektorokká vagy számokká alakítja át az arcvonásokat, majd összeveti a rendelkezésre álló képek vektorjaival vagy számsoraival, hogy van-e találat⁸ (pl. ismeretlen személyek azonosításánál, vagy már ismert emberek személyazonosságának visszaigazolásánál).⁹



Image 1 (taken in 2001)

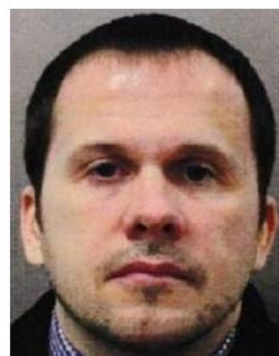


Image 2 (taken in 2016)

Method of Face Recognition	Percentage Probability of a Match
Cosine Similarity	90.1%
K-Nearest Neighbours	87.7%
Deep Learning (MeeKaaku algorithm)	91.3%

2. ábra. A szóban forgó útlevélfotók összehasonlításának eredménye¹⁰

⁸ Péntektől arcfelismeréssel is azonosíthat a rendőrség igazoltatásnál. Index, 2020.04.30. https://index.hu/belfold/2020/04/30/arcfelismeres_igazoltatas_magyarorszag/; letöltés: 2022.10.17.

⁹ Facial recognition: top 7 trends (tech, vendors, use cases). Thales, 2021.06.24. <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/government/biometrics/facial-recognition>; letöltés: 2022.07.10.

¹⁰ Full report: Skripal Poisoning Suspect Dr. Alexander Mishkin, Hero of Russia. Bellingcat, 2018.10.09. <https://www.bellingcat.com/news/uk-and-europe/2018/10/09/full-report-skripal-poisoning-suspect-dr-alexander-mishkin-hero-russia/>; letöltés: 2022.10.19.

Az ebben a technológiában rejlő lehetőségeket jól mutatja a Bellingcat oknyomozó portál egyik cikke, amelyben egy arcképelemző szoftver segítségével azonosították a Szergej Szkripal és lánya megmérgezésében részt vett személyt 90% feletti pontossággal: a férfi Alexander Petrov néven hamis útlevelemmel utazott az angliai Salysburybe a támadás végrehajtásakor. Az algoritmus egy, a portál által beszerzett 2001-es eredeti útlevelemfotóval összehasonlítva bebizonyította, hogy az illető nagy valószínűséggel Dr. Alexander Mishkin, az orosz katonai hírszerzés (GRU) tisztje lehet.¹¹

Élő magyar példa lehet az úgynwevezett „Szitakötő-rendszer”, amely *„azért kerül kialakításra, hogy a különböző rendszerekben található közterületi kamerák egy rendszerben központilag elérhetőek legyenek”*.¹² Ehhez a belügyi és a nemzetbiztonsági szervek férhetnek hozzá, és azon arcképelemzést is végezhetnek a nemzetbiztonsági szolgálatokról szóló törvény alapján, feladataik ellátása érdekében.¹³

Hangelemzés

A beszédhang elemzése beszédfelismerés vagy ismeretlen személy azonosítása céljából.

Az Europol már sikeresen alkalmazza a Speaker Identification Integrated Project (SIIP) keretében a hangelemzést, amelynek segítségével az internet, a közösségi média vagy telefonhívások hanganyagaiból tudnak bűnözőket és terroristákat azonosítani. A hangfelismerő algoritmusnak a nem, az életkor, a nyelv és az akcentus azonosítása sem okoz gondot.¹⁴

Geolokációs elemzés

Tartózkodási helyből, mozgásból származó adatok elemzése.

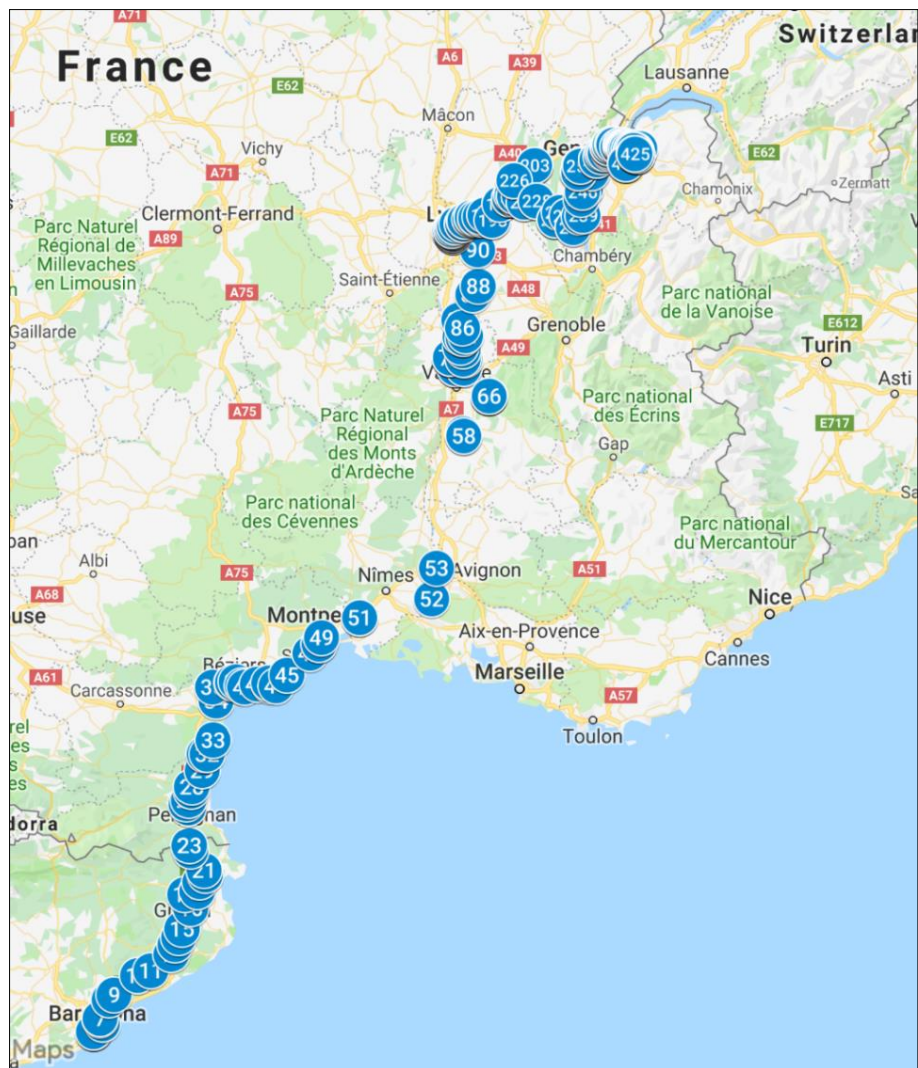
A Bellingcat portál a Szkripal ügygel kapcsolatos tényfeltáró elemzése során beszerezte a művelet fő koordinátorának, Denis Szergejevnek (aki angliai tartózkodása során egy Szergej Fedotov névre kiállított hamis útlevelemmel utazott) a telefonjához köthető metaadatokat, amelyek segítségével elemezni tudták az orosz katonai hírszerzéshez köthető személy országokon átívelő utazásait.

¹¹ Full report: Skripal Poisoning Suspect Dr. Alexander Mishkin, Hero of Russia. Bellingcat, 2018.10.09. <https://www.bellingcat.com/news/uk-and-europe/2018/10/09/full-report-skripal-poisoning-suspect-dr-alexander-mishkin-hero-russia/>; letöltés: 2022.10.19.

¹² Az Integrált Közlekedésszervezési és Szabályozási Rendszer közbiztonsági, közlekedésbiztonsági, rendvédelmi célú informatikai fejlesztése. IKSZR fejlesztés. https://www.police.hu/sites/default/files/IKSZR_muszaki_specifikacio.pdf; letöltés: 2022.10.23.

¹³ Nincs középút az arcfelismerő technológia alkalmazásában. BITPORT, 2021.04.07. <https://bitport.hu/nincs-kozeput-az-arcfelismero-technologia-alkalmazasaban/>; letöltés: 2022.10.23.

¹⁴ Speaker Identification Integrated Project (SIIP). Interpol. <https://www.interpol.int/Who-we-are/Legal-framework/Information-communications-and-technology-ICT-law-projects/Speaker-Identification-Integrated-Project-SIIP>; letöltés: 2022.10.19.



3. ábra. Szergej Fedotov orosz katonai hírszerző Spanyolországból Svájcba utazásának geolokációs elemzése telefonjának metaadatai alapján¹⁵

¹⁵ GRU Globetrotters 2: The Spies Who Loved Switzerland. Bellingcat, 2019.07.06.
<https://www.bellingcat.com/news/uk-and-europe/2019/07/06/gru-globetrotters-2-the-spies-who-loved-switzerland/>; letöltés: 2022.10.21.

Anomáliadetekció (eltéréselemzés)

A rendelkezésre álló adathalmazban az algoritmus azonosítja azokat a váratlan, kiugró értékeket, amelyek jelentősen eltérnek a szokásostól.

Az Amerikai Egyesült Államok egyik kiválósági központja 88%-os pontossággal eltéréselemzést alkalmazó rendszert épített ki a közelmúltban a különböző típusú túlterheléses támadások (DDOS) azonosítására.¹⁶ Ugyanezt az elemzési módszert alkalmazzák a hamis hírek (*fake news*) kiszűrése során is.¹⁷

Videóelemzés

Videók tartalmának elemzése az abban szereplő entitások (pl. személyek, fegyverek, események, járművek, objektumok) azonosítása céljából.

Több ausztrál repülőtéren már sikeresen alkalmazzák a terrorelhárítási szempontból hasznos *QOLiT* rendszert, amelynek segítségével megszürik a bejövő biztonsági kamerák teljes adatfolyamát. A rendszer azonnal riasztást küld abban az esetben, ha az algoritmus által valamilyen gyanúsnak vélt mozgást vagy viselkedést azonosít, így a repülőtér védelméért felelős szervezeti egység haladéktalanul meg tudja tenni a szükséges preventív lépéseket a biztonság szavatolása érdekében.¹⁸

Képelemzés

Egy kép tartalmának elemzése, annak valódiságára vonatkozó vizsgálata (pl. *deep-fake* multimédiatartalmak kiszűrése).

A Google Chrome egyik bővítménye 99,28%-os pontossággal képes azonosítani, hogy a vizsgált képen egy valódi személy vagy egy mesterséges intelligencia által kreált portré szerepel. Bár mindez elsőre ártalmatlannak tűnhet, egy ellenérdekelte titkosszolgálat dezinformációs műveleteinek (hamis hírek és hamis közösségi médiás profilok) kiszűrésében óriási segítséget jelenthet.¹⁹

¹⁶ GREENBACKER, Charlie – ACTON, Nic: How AI can be used to rapidly respond to information warfare in the Russia-Ukraine conflict. Snorkel, 2022.02.28.

<https://snorkel.ai/ai-response-to-information-warfare/>; letöltés: 2022.10.18.

¹⁷ SADEH, Doron: Fake News Classification via Anomaly Detection. Towards Data Science, 2019.04.30. <https://towardsdatascience.com/fake-news-classification-via-anomaly-detection-765c4c71d539>; letöltés: 2022.10.10.

¹⁸ Using Artificial Intelligence for Airport Security. Source Security. <https://www.sourcesecurity.com/news/co-2166-ga.132.html>; letöltés: 2022.10.19.

¹⁹ SCHNEIDER, Jaron: Chrome Extension Can Detect Fake Profile Pictures with 99.29% Accuracy. PetaPixel, 2022.03.18. <https://petapixel.com/2022/03/18/chrome-extension-can-detect-fake-profile-pictures-with-99-29-accuracy/>; letöltés: 2022.10.19.

Szövegelemzés²⁰

Jellemzően egy strukturálatlan szöveges tartalom elemzése valamilyen szempont alapján (hangulatelemzés, entitáskiemelés, információkinyerés, intelligens fordítás, természetes nyelvi feldolgozás stb.).

A nemzetbiztonsági szolgálatok egyik leghasznosabb elemzési technikája. Ezt támasztja alá, hogy az Edward Snowden által kiszivároztatott dokumentumok szerint az amerikai NSA (National Security Agency) és a brit GCHQ (Government Communications Headquarters) szervezetek már a 2000-es évek eleje óta szorosan együttműködtek a szövegelemzés fejlesztésében. Előnye, hogy óriási mennyiségű adat automatikus előzetes értékelése hajtható végre a segítségével, és kiszűrhetők vele a potenciális veszélyforrások (pl. terroristák online üzenetváltásai), amelyek ezt követően már könnyebben áttekinthetők humán erőforrás bevonásával. Az NSA 2012-ben a szövegelemzések optimalizálására 34 millió dollárt költött, ennek lett az eredménye a szintén Snowden által kiszivároztatott *Skynet* program, amelynek elsődleges célja a potenciális terroristák kiszűrése volt.²¹ További élő példa lehet, hogy a spanyol rendőrség már a hamis (leiratozott) vallomások kiszűrésére is az MI által vezérelt VeriPol nevű szoftvert használja.²²

Hálózatelemzés (kapcsolatelemzés)

A különböző entitások közötti kapcsolatok ábrázolása és elemzése.

Kapcsolati analízis tekintetében kiváló példa a Bellingcat portál kínai dezinformációs tevékenységet taglaló elemzése, amelyben egy Kínából származó üzletember lejáratását célzó 2500 azonosított Twitter profil kapcsolati hálóját térképezték fel a *Gephi* nevű adatvizualizációs szoftver segítségével.²³

²⁰ Different Types of Data in Data Mining. GeeksforGeeks.

<https://www.geeksforgeeks.org/different-types-of-data-in-data-mining/>; letöltés: 2022.07.10.

²¹ KNIEP, Ronja: Another layer of opacity: how spies use AI and why we should talk about it. About:Intel, 2019.12.20.

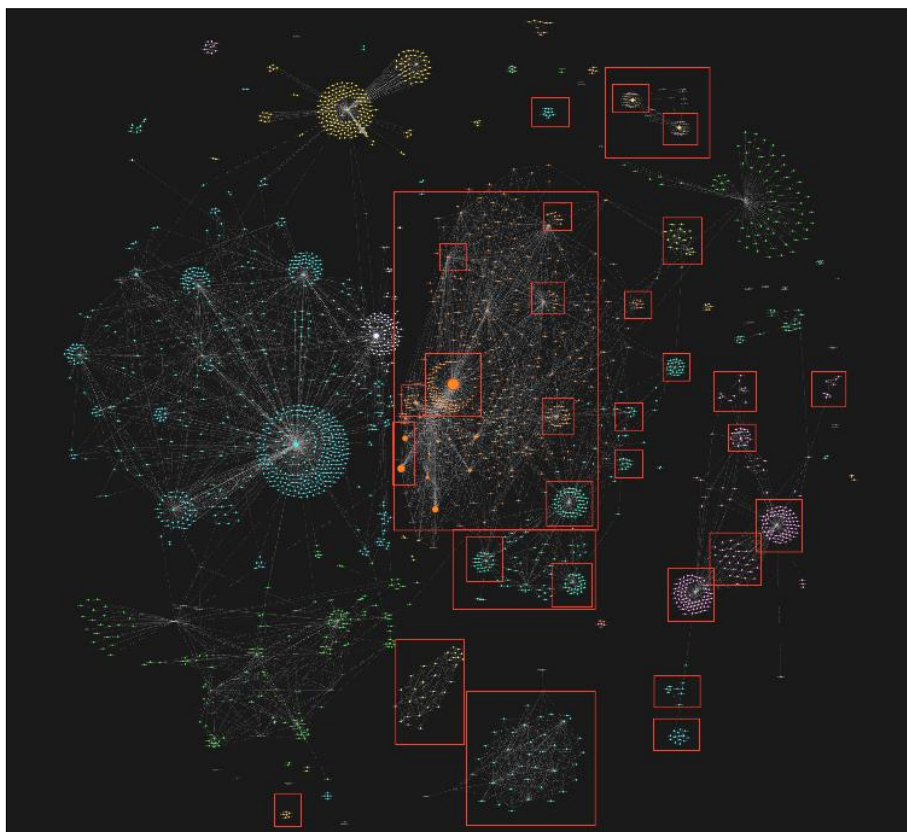
<https://aboutintel.eu/how-spies-use-ai/>; letöltés: 2022.10.19.

²² TÓTH Balázs: Írott hazugságokat is leleplez a mesterséges intelligencia. Index, 2018.10.29.

https://index.hu/techtud/2018/10/29/irott_hazugsagokat_is_leleplez_az_ai/; letöltés: 2022.10.19.

²³ STRICK, Benjamin: Uncovering A Pro-Chinese Government Information Operation On Twitter and Facebook: Analysis Of The #MilesGuo Bot Network. Bellingcat, 2020.05.05.

<https://www.bellingcat.com/news/2020/05/05/uncovering-a-pro-chinese-government-information-operation-on-twitter-and-facebook-analysis-of-the-milesguo-bot-network/>; letöltés: 2022.10.19.



4. ábra. A Bellingcat által összeállított Twitter kapcsolati háló²⁴

²⁴ STRICK, Benjamin: Uncovering A Pro-Chinese Government Information Operation On Twitter and Facebook: Analysis Of The #MilesGuo Bot Network. Bellingcat, 2020.05.05.

Prediktív analízis

A múltbéli adatokból kinyert megállapítások segítségével egy jövőbeli viselkedésre próbál meg minél pontosabb előrejelzést adni.²⁵

Erre jó példa az interneten is fellelhető legnagyobb, a terrorizmussal foglalkozó nyílt adatbázist, a *Global Terrorism Database*-t érintő prediktív modell. Ezzel kapcsolatban a tanulmány írója megvizsgálta, mekkora eséllyel jelezhető előre, hogy egy terrortámadás összefüggésben állhat-e egy közelmúltbeli vagy a közeljövőben végrehajtandó másik terrorcselekménnyel. A *Random Forest* döntési fa típusú osztályozó algoritmus az alkalmazott adathalmazon közel 90%-os pontosságot ért el.²⁶

Intelligens adatvizualizáció

A rendelkezésre álló adatok, eredmények megjelenítése különböző vizuális formákban (*dashboardon*, gráfokon, grafikonokon, diagramokon, kapcsolati ábrákon stb.) azok befogadásának és értelmezésének megkönnyítése érdekében.

Feladatok automatizálása, prioritásának meghatározása

A meglévő munkafolyamatokban automatizáció kialakítása a gyorsabb, hatékonyabb és eredményesebb feladat-végrehajtás érdekében (pl. újonnan betáplált adatok előzetes értékelése, bizonyos dokumentumok tekintetében automatikus entitáskiemelés és ennek grafikus megjelenítése).

Intelligens tájékoztatórendszer

Ahogy az a fentiekből is látszik, egy jól definiált és helyesen megalkotott, illetve karbantartott intelligens elemző-értékelő rendszer segítségével a lehetőségek széles tárháza áll a szakemberek rendelkezésre a politikai és a katonai döntéshozók támogatására, amely kör az intelligens tájékoztatórendszerrel teljesebbé válik.

Ahogy azt Árpád Zoltán ezredes az *Intelligens biztonság, hétköznapi problémák – intelligens megoldások* című cikkében kifejti, az intelligens elemző-értékelő rendszer segítségével az előzőekben megszerzett többlettudás esszenciáját az intelligens tájékoztatórendszerben:

1. a megfelelő automatizmusok alkalmazásával;
 2. előre meghatározott alaki formulát felhasználva;
 3. valós időben;
 4. a törvényi szabályozásnak megfelelően kiépített védett rendszeren keresztül;
- továbbítjuk a döntéshozók részére.

²⁵ Digitális adattudomány kezdőknek és haladóknak – néhány szó a prediktív analízisről. Adattudomány, 2014.06.02.

https://adattudomany.blog.hu/2014/06/02/nehany_szo_a_prediktiv_analizisrol; letöltés: 2022.07.13.

²⁶ BERECKZI Dávid: Adatelemzés felsőfokon II. rész – A prediktív modellezés útvesztőjében. Szakmai Szemle, XVIII. évfolyam 3. szám, 2020. szeptember. pp. 167–188.

https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2020_3_szam.pdf; letöltés: 2022.10.20.

Az egész modul alapját egy elektronikus iratkezelő rendszer adhatja,²⁷ amely először jelentős felhasználói ellenállásba ütközhet, hosszú távon azonban jelentős mennyiségű papír és munkaóra spórolható meg vele.

Zárásként elmondható, hogy az adatvezérelt megközelítés alternatívája lehet az adatrányított (*data-led*) rendszerszemlélet, amely során az algoritmus nem automatizáltan oldja meg a feladatokat a humán erőforrás helyett, hanem egyfajta ajánlást tesz annak részére, ezáltal még inkább gondolkodásra ösztönözve azt.²⁸

AZ ÚJ TECHNOLÓGIÁKBAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK ÉS BIZTONSÁGI KOCKÁZATOK

Az új felforgató technológiák megjelenésével új horizontok nyíltak meg a nemzetbiztonsági területen, amely alól az elhárítómunka sem jelent kivételt. A mindennapi élet többi területével ellentétben ugyanakkor fontos látni, hogy ezek a képességek kettős jelleget hordoznak magukban: nem pusztán a bűnüldöző szervezeteknek és a titkosszolgálatoknak jelenthetnek segítséget munkájuk során, hanem a bűnelkövetőknek, illetve a nemzetbiztonságot veszélyeztető személyeknek is, különösen, ha gyorsan kiaknázzák az új technológiákban rejlő lehetőségeket.

Éppen emiatt elengedhetetlen, hogy e szervezetek az innovációt követve mindig egy lépéssel előrébb járjanak, mint a potenciális fenyegetést jelentő személyek. Ennek érdekében a rendvédelmi és a nemzetbiztonsági szervezeteknek nyitniuk kell a magánszektor (kiemelten az informatikai vállalatok) felé, ehhez azonban elengedhetetlen ezen intézmények munkatársainak a megfelelő, célirányos képzése a szükséges szakterületeken.

A felforgató technológiák számos különböző szegmensét érinthetjük, ám az elhárítás szempontjából a leginkább meghatározó területek a már említett MI, a hihetetlen számítási kapacitással rendelkező kvantumszámítógépek, a mindennapi életünket egyre inkább igencsak meghatározó IoT-eszközök,²⁹ az 5G hálózat, valamint az ezekkel szervesen összefüggő egyéb kiberbiztonsági kihívások.

Ahogy azt már az előzőekben is kiemeltük, ezek elhárítási perspektívából komoly technológiai (információszerző) lehetőséget, más szempontból (rossz kezekbe kerülve) azonban komoly veszélyt is jelenthetnek a nemzetbiztonság számára.³⁰

²⁷ ÁRPÁD Zoltán: *Intelligens biztonság, hétköznapi problémák – intelligens megoldások*. Szakmai Szemle, XVI. évfolyam 1. szám, 2018. március. pp. 33–56.
https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2018_1_szam.pdf; letöltés: 2022.08.10.

²⁸ ODEM, Yuval: *Data-driven vs. data-led: The important difference*. VentureBeat, 2019.02.23.
<https://venturebeat.com/business/data-driven-vs-data-led-the-important-difference/>; letöltés: 2022.10.20.

²⁹ *Internet of Things – A dolgok internete: elektronikai eszközök halmazát jelenti, amelyek adatok rögzítésére, továbbítására és fogadására is alkalmas hardverrel rendelkeznek, és kommunikálnak egymással. Gyakorlatilag minden olyan eszköz beletartozik, amely csatlakozva van az internethez és a fent említett képességekkel rendelkezik.*

BENEDEK Gergő: *Mi is az az IOT? És mi az AIOT? Minden, amit a dolgok internetéről tudni kell*. LexUnit, 2020.02.12.
<https://lexunit.hu/blog/iot/>; letöltés: 2022.07.10.

³⁰ CSENDES László: *Az okoskörnyezet és a benne rejlő biztonsági kihívások*. Szakdolgozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Nemzetbiztonsági Intézet, Katonai Nemzetbiztonsági Tanszék, 2022.

Mesterséges intelligencia

Az MI alkalmazása során nagy számítási (az ember problémamegoldó kapacitásán és gyorsaságán milliárdszorosan túlmutató) kapacitással rendelkező számítógépek gépi tanuló algoritmusok segítségével tárnak fel rejtett összefüggéseket és mintákat, amelyek segítségével megalapozott következtetéseket, előrejelzéseket és/vagy javaslatokat tudnak készíteni a döntéshozók (felhasználók) számára.³¹

Természetesen sok múlik azon is, hogy ez a folyamat felügyelt vagy felügyelet nélküli tanulás révén megy végbe, és hogy valamilyen automatizáció bele van-e építve, viszont az emberi beavatkozás lehetőségének minden esetben fenn kell állnia. Előnye, hogy az élet valamennyi területén kiválóan alkalmazható és rendkívül dinamikus fejlődik. Mondani sem kell, hogy a mesterséges intelligencia használata ma már megkerülhetetlen, és segítségével olyan távlatok nyílnak meg az emberek számára, amilyenekre korábban gondolni sem mertünk.

Kvantumszámítógépek

A kvantumszámítógépek olyan eszközök, amelyek a szuperszámítógépekhez képest is rendkívül nagy számítási kapacitással rendelkeznek,³² segítségükkel várhatóan a jövőben az élet valamennyi területén jelentős áttörések érhetők majd el.

Az információbiztonság az egyik ilyen, nemzetbiztonsági szempontból is fontos terület, kiemelten a különböző titkosítási szabványok kérdése. Mindez azt jelentené, hogy az eddig használt titkosítási szabványok könnyen visszafejthetővé válnának, ami igen markáns „fenyegetést” jelentene valamennyi titkosítást használó szervezetnek vagy magánszemélynek – így természetesen a bűnelkövetőknek is.

IoT, vagyis a dolgok internete

Az IoT definiálása nem egyszerű feladat. Ahogy az egyik hazai szakmai lap fogalmaz: „...az IoT a fizikai tárgyak, eszközök, járművek, épületek és egyéb bedágyazott elektronikai elemek hálózati kapcsolatát és adatcseréjét jelenti. Az IoT segítségével az egyes tárgyak-eszközök nem csupán érzékelik a környezetüket, hanem megfelelő kontroll mellett szabályozhatják is, így az egyes eszközöket nagyobb hatékonysággal, illetve gazdaságossággal lehet használni.”³³ Szorosan összefügg tehát napjaink egyik közkezdvelt fogalmával, az okoskörnyezettel.

³¹ KÁVÁSI Mihály: Mit jelent a gépi tanulás (Machine Learning)? Ixenit Blog, 2017.05.15. [https://blog.ixenit.com/hu/old/mit-jelent-gepi-tanulas-machine-learning-;](https://blog.ixenit.com/hu/old/mit-jelent-gepi-tanulas-machine-learning-) letöltés: 2023.07.13.

³² Összehasonlításképpen: A *Borealis* kvantumszámítógép feladata 2022 júniusában egy meghatározott valószínűségi tartománnyal rendelkező számsorozat leadása volt, a gép ezt mindössze 36 milliomod másodperc alatt teljesítette. Ehhez a feladathoz a világ legerősebb, ma elérhető szuperszámítógépeinek több mint 9000 évre lenne szükségük.

KRÁLL Bernarda: A kvantumszámítógépek közelednek az íróasztalunkhoz. Index, 2022.06.06. [https://index.hu/techtud/2022/06/06/kvantum-szamitogep-fejlesztes/;](https://index.hu/techtud/2022/06/06/kvantum-szamitogep-fejlesztes/) letöltés: 2022.06.26.

³³ TAMÁS Ferenc: IOT = Internet Of Things. A dolgok (eszközök) Internete. <https://feri.hu/a-dolgok-internete;> letöltés: 2022.07.28.

Amikor ilyen eszközökről beszélünk, nem csupán a legújabb találmányokra (pl. intelligens asszisztensek, okosotthon eszközei) gondolunk, hanem mindenre, ami az elmúlt évtizedekben átalakította digitális életünket (pl. okostelefon, okosóra, okostelevízió). Természetesen minden okoseszköz adatot gyűjt felhasználóiról, ezek mennyisége azonban eszközönként (gyártóként/operációs rendszerként) is eltérő. Nem nehéz kitalálni, hogy ezek alapján egy-egy személy teljes napi menetrendje, digitális tevékenysége percre pontosan rekonstruálható akár évekre visszamenőleg is. Mindez elhárítási szempontból a saját állampolgárok vonatkozásában egyfelől komoly adatvédelmi kérdéseket is felvet, másfelől pedig természetesen az engedélyhez kötött titkos információgyűjtési módok ezen eszközökön is alkalmazhatók.

Gondoljunk bele, hogy az okoseszközökből származó adatok mekkora mérítési lehetőséget jelenthetnek egy titkosszolgálatnak (pl. kamerák képei, mikrofonok távoli bekapcsolásának lehetősége, pontos helyadatok, elektronikus kommunikáció tartalma, keresési előzmények stb.).³⁴ Továbbá, ahogy Árpád Zoltán ezredes egy másik cikkében fogalmaz: „...*az ezen eszközök közötti adat- és információcsere, azok folyamatos, szinte valós idejű feldolgozása, az eszközök MI-je által levont következtetések mint visszacsatolások pedig minden szempontból új szintre emelik az adatelemzést*”.³⁵ A fentiek miatt nemzetbiztonsági szempontból a megfelelő jogi szabályozás, továbbá a felhasználók biztonságtudatosságának erősítése is kiemelt feladatként jelentkezik.

Az elmúlt években okosórát forgalmazó több cég vonatkozásában is felmerült, hogy érzékeny információkra lehet következtetni az általuk összegyűjtött helyadatokból. Ezek közül a legkomolyabb botrányok a *Strava*, illetve a *Polar* cégeket érintették. Előbbi esetében katonai bázisok komplett felépítése és útvonalai váltak rövid idő alatt elérhetővé.³⁶ Mondani sem kell, hogy ez például Afganisztánban a békeművelti elhárítás szempontjából mekkora kihívást jelent, illetve milyen további veszélyeket hordozhat magában.

³⁴ CSENDES László: Az okoskörnyezet és a benne rejlő biztonsági kihívások. Szakdolgozat. Nemzeti Közszerződési Egyetem, Nemzetbiztonsági Intézet, Katonai Nemzetbiztonsági Tanszék, 2022.

³⁵ ÁRPÁD Zoltán: Adatközpontú Biztonság. Szakmai Szemle, XIX. évfolyam 1. szám, 2021. március. pp. 99–117.
https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2021_1_szam.pdf; letöltés: 2022.08.10.

³⁶ BOLCSÓ Dániel: Titkos katonai bázisokat leplezett le egy fitnesszapp. Index, 2018.01.29.
https://index.hu/tech/2018/01/29/titikos_katonai_bazisokat_leplezett_le_egy_fitnesszapp/;
letöltés: 2022.10.17.



5. ábra. Egy Strava-hő térképen kirajzolódó afganisztáni NATO katonai bázis³⁷

5G hálózat

Vagy más néven ötödik generációs vezeték nélküli kapcsolat. Előnyei, hogy a 4G kapcsolatnál akár 100-szor gyorsabb is lehet, valamint 1 km²-en akár egymillió eszközt is tud egyszerre kezelni.³⁸ Hogy miért van erre szükség? Az előrejelzések szerint 2025-re az egyszerre hálózatra csatlakozott IoT-eszközök száma el fogja érni világszinten a 42 milliárdot!³⁹ Mindennek ellenére az 5G nagy kihívást jelent majd az engedélyhez kötött titkos információgyűjtésre felhatalmazott szervezetek részére is, amelyre az Europol 2019-es éves jelentése⁴⁰ is rávilágít: e technológia esetében jóval komplikáltabb lehet a nyomozások során a hálózatra csatlakozott eszközök azonosítása, helyzetének meghatározása, továbbá nehézséget jelent, hogy ezzel a technológiával az eszközök akár a hálózat felhasználása nélkül is képesek egymással kommunikálni. A jelentés továbbá arra is rávilágít, hogy a végponti titkosítás (*end-to-end encryption* – E2E), a VPN (*virtual private network*, virtuális magánhálózat),

³⁷ BOLCSÓ Dániel: Titkos katonai bázisokat leplezett le egy fitnesszapp.

³⁸ 5G vs 4G: What's the difference? Thales, 2022.06.15.
<https://www.thalesgroup.com/en/worldwide-digital-identity-and-security/mobile/magazine/5g-vs-4g-whats-difference>; letöltés: 2022.07.26.

³⁹ HUBER, Nick: Industry turns to private 5G to speed digital change. Financial Times, 2022.02.07.
<https://www.ft.com/content/d77add3f-2b7d-4b3d-b34d-de29c0419e3d>; letöltés: 2022.07.26.

⁴⁰ Do Criminals Dream of Electric Sheep? How technology shapes the future of crime and law enforcement. Az Europol 2019. évi nyílt jelentése.
https://www.europol.europa.eu/sites/default/files/documents/report_do_criminals_dream_of_electric_sheap.pdf; letöltés: 2022.07.28.

valamint a proxyhálózat kombinálása az 5G technológiával újabb kihívások elé állíthatják a bűnüldöző szerveket és a titkosszolgálatokat. Éppen ezért valamennyi elhárítással foglalkozó szerv számára prioritás lesz az ilyen hálózat technikai paramétereinek minél részletesebb megismerése, továbbá a bűnüldözést támogató innovatív termékek, eszközök kifejlesztése – akár az üzleti élet szereplőinek segítségével is. Az ilyen fejlesztéseknek ugyanakkor adatvédelmi aggályok (pl. a GDPR) is sokszor akadályát képezik.

Egyéb kiberbiztonsági kihívások

Adataink – beleértve digitális lábnyomainkat is – a kibertérben naponta óriási veszélynek vannak kitéve. A teljesség igénye nélkül a legégetőbb problémát talán a *social engineering*, a különböző biztonsági rések, a felelőtlen felhasználói magatartás, valamint a rosszindulatú és az internetes anonimitást támogató szoftverek jelentik.

Social engineering (pszichológiai manipuláció)

Az ESET kiberbiztonsági cég megfogalmazása szerint „...*pszichológiai manipuláció alatt értjük, amikor egy jogosultsággal rendelkező személy egy jogosulatlan felhasználó számára adatokat ad át, vagy lehetőséget nyújt a rendszerbe való belépésre, a másik személy megtévesztő viselkedése miatt. A pszichológiai befolyásolás az a fajta támadás, amikor a kiberbűnöző nem a technológia sebezhetőségeit használja ki egy-egy támadás során, hanem az emberi befolyásolhatóság a fő fegyvere.*”⁴¹ Igen elterjedt támadási forma, amelynek két fő területe a levélszemét (*spam*), illetve az adathalászat (*phising*). Főleg bankszámlákkal, bankkártyákkal kapcsolatos visszaéléseknél hallani ezekről a támadási formáról.

A Telex egy 2022. áprilisi cikkében emlékeztetett arra, hogy 2014-ben hasonló módszerrel érte adathalász-támadás a Honvédelmi Minisztériumot. A megtévesztés alapját az adta, hogy az ott dolgozók érdeklődési körébe tartozó weboldalak linkjeit küldték el e-mailben, majd azokra kattintva a háttérben megnyílt a minisztériumi levelezőrendszerhez kísértetiesen hasonló felület, de a *domainek* végén nem a *hm.gov.hu*, hanem a *hm.gov.hu* betűsor szerepelt. A gyanútlan felhasználók ezen bejelentkezve egyúttal elküldték bejelentkezési adataikat a kiberbűnözőknek. Több külföldi kiberbiztonsági cég állásfoglalása alapján a támadás végrehajtói az orosz katonai hírszerzéshez köthető *APT28* és *FancyBear* hackercsoportok voltak.⁴² Ugyanezen csoportok 2020 augusztusában a norvég parlament levelezési rendszere ellen hajtottak végre sikeres támadást, hozzájutva így számos szenzitív információhoz.⁴³

⁴¹ Social Engineering – Hogyan veszélyezteti ez a támadási forma vállalkozását? Az ESET kiberbiztonsági cég honlapja.

<https://www.eset.com/hu/it-biztonsagi-temak-cegeknek/social-engineering/>; letöltés: 2022.08.22.

⁴² BOLCSÓ Dániel: Orosz állami hekkerek fegyvere volt, most kiderült: magyar kormányhivatalok is terjesztik. Index, 2022.04.28.

<https://telex.hu/tech/2022/04/28/kiberbiztonsag-orosz-hekkerek-apt-28-kormanyzati-oldalak-kormanyhivatalok-gov-hu-qov-hu-adathalaszat-typosquatting-misspelling-domain>; letöltés: 2022.10.20.

⁴³ Assessment of the Espionage Threat to Denmark. The threat from foreign state intelligence activities targeting Denmark. A dán hírszerző és elhárító szolgálat (PET) 2021. évi nyílt jelentése. https://pet.dk/en/-/media/mediefiler/pet/dokumenter/analyser-og-vurderinger/vurdering-af-spionagetruslen-mod-danmark/vsd_uk.pdf; letöltés: 2022.10.20.

Sérülékenység, biztonsági rések

Naponta találkozunk a médiában olyan hírekkel, hogy egyes vállalatok újabb és újabb sérülékenységet vagy biztonsági rést fedeztek fel saját termékeikben, szolgáltatásaikban. Ezek kiküszöbölésének a hiánya óriási veszélyt jelenthet a cégek és a felhasználók számára is. Ezek megléte esetén valamennyi eszköz könnyen feltörhetővé, irányíthatóvá válik (ez lehetőséget adhat akár az eszköz kameráinak, mikrofonjának távoli bekapcsolására, továbbá hozzáférhetővé teheti a merevlemezről illetéktelen személyek számára), a személyes adatok felhasználásával pedig jelentős anyagi, esetleg morális kárt tud okozni az érintetteknek. Emiatt is rendkívül fontos az eszközök folyamatos frissítése.

Példaként hozható a 2017-ben a Wikileaks oldalán megjelent *Vault 7* elnevezésű információszivárogtatás, amely az Amerikai Egyesült Államok Központi Hírszerző Ügynökségének (CIA) támadó kiberműveleteit ismertette. Eszerint a CIA rendszeresen használta az okoseszközök sérülékenységét információgyűjtésre különböző kártékony programok alkalmazásával.⁴⁴

Az egyik kanadai nemzetbiztonsági szolgálat 2021-es éves jelentése szerint Kína a *Microsoft Exchange* szervereken keresztül, míg Oroszország a *Solarwinds* amerikai (!) cég egyik szoftverfrissítésének sérülékenységével tett szert személyes adatokra,⁴⁵ valamint több tízezer információs rendszerhez szerzett hozzáférést a „hátsó ajtón keresztül” (*backdoor*).⁴⁶

Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy az okoseszközök a kiberbűnözés mellett a titkosszolgálatok információs műveleteinek célpontjai is lehetnek.

Helytelen konfigurálás, felelőtlen felhasználói magatartás

Sok esetben a kiberbiztonság területén az emberek, szervezetek saját maguk legnagyobb ellenségei. A legjellemzőbb hibák ezen a területen:

- hálózatok, eszközök védelme nem megfelelő erősségű jelszóval;
- ugyanazon jelszavak használata több eszközön;
- jelszavak rendszeres cseréjének mellőzése;
- újabb hálózati protokollok használatának mellőzése;
- szoftverfrissítések mellőzése;
- nyílt wifi-hálózatok használata megfelelő védelem (virtuális magánhálózat vagy proxyhálózat) nélkül;
- kétfaktoros autentikáció mellőzése az online bejelentkezések során.

⁴⁴ CULAFI, Alexander: CIA unaware of Vault 7 theft until WikiLeaks dump. TechTarget, 2020.06.16. <https://www.techtarget.com/searchsecurity/news/252484761/CIA-unaware-of-Vault-7-theft-until-WikiLeaks-dump>; letöltés: 2022.09.20.

⁴⁵ Threats to Canada's National Security. A kanadai hírszerző és elhárító szolgálat (CSIS) 2021. évi nyílt jelentése. <https://www.canada.ca/en/security-intelligence-service/corporate/publications/csis-2021-public-report.html>; letöltés: 2022.10.20.

⁴⁶ International Security and Estonia 2022. Az észt hírszerzés (VLA) 2021. évi jelentése. <https://www.valisluureamet.ee/doc/raport/2022-en.pdf>; letöltés: 2022.10.20.

E hibák kiküszöbölésének felhasználói szempontból prioritást kell élveznie. Erre a cseh titkosszolgálat 2021-es éves nyílt jelentése is felhívja a figyelmet. A hétköznapi emberek online fiókjaiban, közösségi profiljain, valamint mobiltelefonjain, számítógépén óriási mennyiségű személyes adat áll rendelkezésre, amely alapján megismerhetik személyiségét, gyenge pontjait, bizalmas kommunikációját, kompromittálásának lehetőségeit.⁴⁷

Malware-ek

Vagy más néven rosszindulatú szoftverek, amelyek jellemzően a már említett biztonsági réseken keresztül támadják meg az érintett eszközöket, és legtöbbször rejtve maradnak a felhasználók előtt, miközben folyamatosan más eszközöket fertőznek meg.

Ezek a fertőzések jellemzően valamilyen hasznot termelnek a hackereknek, legyen szó akár adatok ellopásáról, akár további „fertőzött” e-mailek továbbításáról, akár az erőforrások „eltulajdonításáról” (ekkor egy ún. *botnet* hálózat tagjaként több eszköz akár nagyobb kibertámadást is képes kivitelezni). Speciális típusa az úgynevezett *zsaroló vírusok (ransomware)*, amelyek titkosítják egy személy vagy egy cég merevlemezét, és a hackerek csak a „váltságdíj” kifizetése után oldják fel a titkosítást). Másik alfaja lehet az úgynevezett *keylogger*, amelynek segítségével a kiberbűnözők a felhasználó összes billentyűleütését rögzíteni tudják – a fő célpontok természetesen a bizalmas információk és a jelszavak.

A litván nemzetbiztonsági szolgálat 2021. évi nyílt jelentése szerint a NATO-országok számára a legnagyobb veszélyt kiberkémkedési szempontból különböző orosz hackercsoportok jelentik. Ezek fő célja a kiemelt katonai objektumok, valamint a kritikus infrastruktúrák információs rendszereihez való hozzáférés biztosítása, a minősített információk megszerzése, a rendszer felépítésének megismerése, továbbá különböző *ransomware*támadások végrehajtása.⁴⁸

A horvát polgári nemzetbiztonsági szolgálat utolsó nyílt éves jelentése szerint 2020-ban *malware*támadás érte a horvát INA olajtársaságot, komoly gazdasági károkat okozva a cégnek, és a támadók fontos üzleti titkot képező információkhoz is hozzáfértek (ügyfelek adatai, elemzések, érzékeny ipari információk).⁴⁹

Anonimitást támogató eszközök, szoftverek

Nem szabad elmennünk az internetes anonimitást elősegítő, támogató eszközök mellett, mint például a virtuális magánhálózat, a különböző proxyhálózatok vagy webböngészők. Mindezek jelentősen megnehezítik a felhasználók azonosítását, hiszen azok IP-címei rejtve maradnak (pl. egy közös, VPN-szolgáltató által biztosított

⁴⁷ Annual Report of the Security Information Service for 2020. A cseh elhárítás 2020. évi jelentése. <https://www.bis.cz/public/site/bis.cz/content/vyrocní-zpravy/ar2020en-2.pdf>; letöltés: 2022.10.20.

⁴⁸ National Threat Assessment 2022. A litván katonai hírszerzés és elhárítás 2021. évi nyílt jelentése. https://kam.lt/wp-content/uploads/2022/05/2022_gresmes_en.pdf; letöltés: 2022.10.20.

⁴⁹ Security-Intelligence Agency Public Report 2020/21. A horvát polgári titkosszolgálat 2020. évi nyílt jelentése. <https://www.soa.hr/files/file/Public-Report-2020-en.pdf>; letöltés: 2022.10.23.

IP-címhez ugyanabban az időpontban több tízezer másik felhasználó is csatlakozik, így rendkívül komplikálttá – esetleg lehetetlenné – teszi az eredeti IP-címek és a felhasználók azonosítását).

Ezek az eszközök minden esetben valamilyen magas szintű titkosítási módot használnak, így a rajta keresztülmenő adatforgalom is „láthatatlanná válik”. Ugyanebbe a csoportba tartoznak az úgynevezett *TOR-hálózatot* használó böngészők is, amelyek több rétegen keresztül titkosítva lehetőséget adnak a kiberbűnözőknek az internet „legsötétebb”, illegális weboldalainak (az ún. *dark web*nek) az elérésére is. Ezt támasztja alá az a hír, amely szerint 2022 szeptemberében Portugáliában támadás érte a fegyveres erők szerverközpontját, majd az így megszerzett minősített NATO-dokumentumok százait a kiberbűnözők a *dark web*ben értékesítették.⁵⁰

A korábban már említett cseh nemzetbiztonsági szolgálati jelentés szerint általánosságban elmondható, hogy a kiberbűnözők nem saját, hanem rövid időre bérelt „infrastruktúrát” (pl. virtuális magánszervereket) használnak a támadások elkövetése során, kombinálva más, szintén bérelt, anonimitást biztosító eszközökkel.⁵¹

Elvüket tekintve az anonimitást támogató csoportba tartoznak az úgynevezett *kriptovaluták* is: ezek olyan speciális fizetőeszközök, amelyek esetében szintén az anonimitás és a követhetatlenség a felhasználók egyik fő szempontja – amellet, hogy már egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek az átlag internetfelhasználók (hétköznapi emberek) körében is.

ÖSSZEZÉS

Ahogy az a fentiekből is egyértelműen kirajzolódik, az új felforgató technikák rengeteg változást eredményeztek a mindennapi életben, és ez alól az elhárítás sem jelent kivételt.

Bebizonyítottuk, hogy a rendelkezésre álló adatok és információk hatékony felhasználása miatt követni kell az „adatvezérelt döntéshozatali rendszer” alapelveit. Az MI-alapú adatmenedzsmenttel definiáltuk az adatok gyűjtésének, rendszerezésének, tárolásának és védelmének alapjait. Az intelligens adatgyűjtő rendszer különböző algoritmusok és intelligens megoldások segítségével – automatizált és félautomatizált módszerekkel – teszi hatékonyabbá a munkavégzést a különböző adatforrások felhasználásával. Az intelligens elemző-értékelő rendszer az új adatelemzési módszerekkel a lehetőségek és az innováció széles tárházát biztosítja a gyorsabb, hatékonyabb nemzetbiztonsági munkához. Az intelligens tájékoztatórendszer segítségével pedig automatizáltan, valós időben, védett kommunikációs csatornán keresztül hajtható végre a döntéshozók tájékoztatása. Egyértelműen megerősítésre került, hogy az intelligens módszerek használata nélkül az elhárítás jelentős hátrányba kerülhetne a folyamatosan változó és rohamléptekben fejlődő világunkban.

⁵⁰ VIRÁG Sára: Több száz titkosított NATO-dokumentumot árultak a dark weben. Index, 2022.09.10. <https://index.hu/kulfold/2022/09/10/titikositott-nato-dokumentum-portugalia-dark-web-nyomozas/>; letöltés: 2022.10.20.

⁵¹ Annual Report of the Security Information Service for 2020. A cseh elhárítás 2020. évi jelentése. <https://www.bis.cz/public/site/bis.cz/content/vyrocní-zpravy/ar2020en-2.pdf>; letöltés: 2022.10.20.

A tanulmány második részében a sajtóban megtalálható példákon keresztül részletesen bemutattuk, hogy az új felforgató technológiák megjelenése a megfelelően képzett nemzetbiztonsági szakembereknek mekkora segítséget jelenthet munkájuk végzése során. Ugyanakkor arra is akadt példa, hogy e technológiák rossz kezébe kerülve óriási veszélyt is jelenthetnek a nemzet biztonságára.

Ugyanakkor az is megerősítésre került, hogy a mindennapi életben használt informatikai rendszerek, illetve IoT-eszközök is kettős kihívás elé állítják az elhárítást: egyrészt az állampolgárok védelme, másrészt az engedélyhez kötött titkos információgyűjtés miatt. Ezért a katonai elhárítás feladata – előtérben tartva a munka defenzív jellegét – a jövőben is kettős marad: egyrészt biztonságtudatos szemléletet és tudást közvetíteni a felhasználók felé, másrészt az engedélyhez kötött titkos információgyűjtő tevékenység során technikailag kihasználni a feltárt hiányosságokat.

IRODALOMJEGYZÉK

- 5G vs 4G: What's the difference? Thales, 2022.06.15.
<https://www.thalesgroup.com/en/worldwide-digital-identity-and-security/mobile/magazine/5g-vs-4g-whats-difference>; letöltés: 2022.07.26.
- Annual Report of the Security Information Service for 2020.
A cseh elhárítás 2020. évi jelentése.
<https://www.bis.cz/public/site/bis.cz/content/vyrocní-zpravy/ar2020en-2.pdf>;
letöltés: 2022.10.20.
- ÁRPÁD Zoltán: Adatközpontú Biztonság.
Szakmai Szemle, XIX. évfolyam 1. szám, 2021. március. pp. 99–117.
https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2021_1_szam.pdf; letöltés: 2022.08.10.
- ÁRPÁD Zoltán: Intelligens biztonság, hétköznapi problémák – intelligens megoldások.
Szakmai Szemle, XVI. évfolyam 1. szám, 2018. március. pp. 33–56.
https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2018_1_szam.pdf; letöltés: 2022.08.10.
- Assessment of the Espionage Threat to Denmark.
The threat from foreign state intelligence activities targeting Denmark.
A dán hírszerző és elhárító szolgálat (PET) 2021. évi nyílt jelentése.
https://pet.dk/en/-/media/mediefiler/pet/dokumenter/analyser-og-vurderinger/vurdering-af-spionagetruslen-mod-danmark/vsd_uk.pdf; letöltés: 2022.10.20.
- Az Integrált Közlekedésszervezési és Szabályozási Rendszer közbiztonsági, közlekedésbiztonsági, rendvédelmi célú informatikai fejlesztése. IKSZR fejlesztés.
https://www.police.hu/sites/default/files/IKSZR_műszaki_specifikáció.pdf; letöltés: 2022.10.23.
- BENEDEK Gergő: Mi is az az IOT? És mi az AIOT? Minden, amit a dolgok internetéről tudni kell. LexUnit, 2020.02.12.
<https://lexunit.hu/blog/iot/>; letöltés: 2022.07.10.
- BERECZKI Dávid: Adatelemzés felsőfokon II. rész – A prediktív modellezés útvesztőjében.
Szakmai Szemle, XVIII. évfolyam 3. szám, 2020. szeptember. pp. 167–188.
https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2020_3_szam.pdf; letöltés: 2022.10.20.

BOLCSÓ Dániel: Orosz állami hekkerek fegyvere volt, most kiderült: magyar kormányhivatalok is terjesztik. Index, 2022.04.28.
<https://telex.hu/tech/2022/04/28/kiberbiztonsag-orosz-hekkerek-apt-28-kormanyzati-oldalak-kormanyhivatalok-gov-hu-qov-hu-adathalaszat-typosquatting-misspelling-domain/>;
letöltés: 2022.10.20.

BOLCSÓ Dániel: Titkos katonai bázisokat leplezett le egy fitnesszapp. Index, 2018.01.29.
https://index.hu/tech/2018/01/29/titkos_katonai_bazisokat_leplezett_le_egy_fitnesszapp/;
letöltés: 2022.10.17.

Complete ETL Process Overview (design, challenges and automation). Keboola, 2022.09.30.
<https://www.keboola.com/blog/etl-process-overview/>; letöltés: 2022.10.20.

CULAFI, Alexander: CIA unaware of Vault 7 theft until WikiLeaks dump. TechTarget, 2020.06.16.
<https://www.techtarget.com/searchsecurity/news/252484761/CIA-unaware-of-Vault-7-theft-until-WikiLeaks-dump/>; letöltés: 2022.09.20.

CSENDES László: Az okoskörnyezet és a benne rejlő biztonsági kihívások. Szakdolgozat. Nemzeti Közszerződési Egyetem, Nemzetbiztonsági Intézet, Katonai Nemzetbiztonsági Tanszék, 2022.

Data Management: What It Is, Importance, And Challenges. Tableau.
<https://www.tableau.com/learn/articles/what-is-data-management/>; letöltés: 2022.03.20.

DENNIS, Amber Lee: Artificial Intelligence Augments Data Management. Dataversity, 2022.01.12.
<https://www.dataversity.net/artificial-intelligence-augments-data-management/>;
letöltés: 2022.03.09.

Different Types of Data in Data Mining. GeeksforGeeks.
<https://www.geeksforgeeks.org/different-types-of-data-in-data-mining/>; letöltés: 2022.07.10.

Digitális adattudomány kezdőknek és haladóknak – néhány szó a prediktív analízisről. Adattudomány, 2014.06.02.
https://adattudomany.blog.hu/2014/06/02/nehany_szo_a_prediktiv_analizisrol/;
letöltés: 2022.07.13.

Do Criminals Dream of Electric Sheep? How technology shapes the future of crime and law enforcement. Az EUROPOL 2019. évi nyílt jelentése.
https://www.europol.europa.eu/sites/default/files/documents/report_do_criminals_dream_of_electric_sheep.pdf; letöltés: 2022.07.28.

Facial recognition: top 7 trends (tech, vendors, use cases). Thales, 2021.06.24.
<https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/government/biometrics/facial-recognition/>; letöltés: 2022.07.10.

Full report: Skripal Poisoning Suspect Dr. Alexander Mishkin, Hero of Russia. Bellingcat, 2018.10.09.
<https://www.bellingcat.com/news/uk-and-europe/2018/10/09/full-report-skripal-poisoning-suspect-dr-alexander-mishkin-hero-russia/>; letöltés: 2022.10.19.

GREENBACKER, Charlie – ACTON, Nic: How AI can be used to rapidly respond to information warfare in the Russia-Ukraine conflict. Snorkel, 2022.02.28.
<https://snorkel.ai/ai-response-to-information-warfare/>; letöltés: 2022.10.18.

- GRU Globetrotters 2: The Spies Who Loved Switzerland. Bellingcat, 2019.07.06.
<https://www.bellingcat.com/news/uk-and-europe/2019/07/06/gru-globetrotters-2-the-spies-who-loved-switzerland/>; letöltés: 2022.10.21.
- HUBER, Nick: Industry turns to private 5G to speed digital change. Financial Times, 2022.02.07.
<https://www.ft.com/content/d77add3f-2b7d-4b3d-b34d-de29c0419e3d>; letöltés: 2022.07.26.
- Indeed Editorial Team: 8 Decision Support System Examples To Guide Decision-Making. Indeed, 2023.03.11.
<https://www.indeed.com/career-advice/career-development/decision-support-system-examples>; letöltés: 2022.03.04.
- International Security and Estonia 2022. Az észt hírszerzés (VLA) 2021. évi jelentése.
<https://www.valisluureamet.ee/doc/raport/2022-en.pdf>; letöltés: 2022.10.20.
- KÁVÁSI Mihály: Mit jelent a gépi tanulás (Machine Learning)? Ixenit Blog, 2017.05.15.
<https://blog.ixenit.com/hu/old/mit-jelent-gepi-tanulas-machine-learning->; letöltés: 2023.07.13.
- KNIEP, Ronja: Another layer of opacity: how spies use AI and why we should talk about it. About: Intel, 2019.12.20.
<https://aboutintel.eu/how-spies-use-ai/>; letöltés: 2022.10.19.
- KRÁLL Bernarda: A kvantumszámítógépek közelednek az íróasztalunkhoz. Index, 2022.06.06.
<https://index.hu/techtud/2022/06/06/kvantum-szamitogep-fejlesztes/>; letöltés: 2022.06.26.
- National Threat Assessment 2022. A litván katonai hírszerzés és elhárítás 2021. évi nyílt jelentése.
https://kam.lt/wp-content/uploads/2022/05/2022_gresmes_en.pdf; letöltés: 2022.10.20.
- Nincs középút az arcfelismerő technológia alkalmazásában. BITPORT, 2021.04.07.
<https://bitport.hu/nincs-kozept-az-arcfelismero-technologia-alkalmazasaban/>; letöltés: 2022.10.23.
- ODEM, Yuval: Data-driven vs. data-led: The important difference. VentureBeat, 2019.02.23.
<https://venturebeat.com/business/data-driven-vs-data-led-the-important-difference/>; letöltés: 2022.10.20.
- Péntektől arcfelismeréssel is azonosíthat a rendőrség igazoltatásnál. Index, 2020.04.30.
https://index.hu/belfold/2020/04/30/arcfelismeres_igazoltatas_magyarorszag/; letöltés: 2022.10.17.
- SADEH, Doron: Fake News Classification via Anomaly Detection. Towards Data Science, 2019.04.30.
<https://towardsdatascience.com/fake-news-classification-via-anomaly-detection-765c4c71d539>; letöltés: 2022.10.10.
- SCHNEIDER, Jaron: Chrome Extension Can Detect Fake Profile Pictures with 99.29% Accuracy. PetaPixel, 2022.03.18.
<https://petapixel.com/2022/03/18/chrome-extension-can-detect-fake-profile-pictures-with-99-29-accuracy/>; letöltés: 2022.10.19.

Security-Intelligence Agency Public Report 2020/21.

A horvát polgári titkosszolgálat 2020. évi nyílt jelentése.

<https://www.soa.hr/files/file/Public-Report-2020-en.pdf>; letöltés: 2022.10.23.

Social Engineering – Hogyan veszélyezteti ez a támadási forma vállalkozását?

Az ESET kiberbiztonsági cég honlapja.

<https://www.eset.com/hu/it-biztonsagi-temak-cegeknek/social-engineering/>;

letöltés: 2022.08.22.

Speaker Identification Integrated Project (SIIP). Interpol.

<https://www.interpol.int/Who-we-are/Legal-framework/Information-communications-and-technology-ICT-law-projects/Speaker-Identification-Integrated-Project-SIIP>;

letöltés: 2022.10.19.

STRICK, Benjamin: Uncovering A Pro-Chinese Government Information Operation On Twitter and Facebook: Analysis Of The #MilesGuo Bot Network. Bellingcat, 2020.05.05.

<https://www.bellingcat.com/news/2020/05/05/uncovering-a-pro-chinese-government-information-operation-on-twitter-and-facebook-analysis-of-the-milesguo-bot-network/>;

letöltés: 2022.10.19.

TAMÁS Ferenc: IOT = Internet Of Things. A dolgok (eszközök) Internete.

<https://tferi.hu/a-dolgok-internete>; letöltés: 2022.07.28.

TechRepublic Staff: What is data management? Your guide to data management, TechRepublic, 2022.04.22.

<https://www.techrepublic.com/article/data-management-a-cheat-sheet/>; letöltés: 2022.03.20.

The Complete Guide to Data Acquisition For Machine Learning. Explorium.

<https://www.explorium.ai/resource/the-complete-guide-for-data-acquisition/>;

letöltés: 2022.04.20.

Threats to Canada's National Security.

A kanadai hírszerző és elhárító szolgálat (CSIS) 2021. évi nyílt jelentése.

<https://www.canada.ca/en/security-intelligence-service/corporate/publications/csis-2021-public-report.html>; letöltés: 2022.10.20.

TÓTH Balázs: Írott hazugságokat is leleplez a mesterséges intelligencia. Index, 2018.10.29.

https://index.hu/techtud/2018/10/29/irott_hazugsagokat_is_leleplez_az_ai/;

letöltés: 2022.10.19.

Using Artificial Intelligence for Airport Security. Source Security.

<https://www.sourcesecurity.com/news/co-2166-ga.132.html>; letöltés: 2022.10.19.

VIRÁG Sára: Több száz titkosított NATO-dokumentumot árultak a dark weben.

Index, 2022.09.10.

<https://index.hu/kulfold/2022/09/10/titikositott-nato-dokumentum-portugalia-dark-web-nyomozas/>; letöltés: 2022.10.20.

WILLIAMS, Jason: Data-Driven Decision Making. Altis, 2020.09.16.

<https://www.altisconsulting.com/au/insights/data-driven-decision-making/>;

letöltés: 2022.03.08.

A KIADVÁNY SZERZŐI

Dr. Bagó Péter	Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi adjunktus
Baksa Máté	Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi tanársegéd
Balogh Attila	Budapesti Corvinus Egyetem, MSc közgazdász
Dr. Balogh Zsolt György	Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi docens
Baranyi Dániel Martin	Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, PhD-hallgató
Berezki Dávid	Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat
Dr. Bokor Tamás	Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi docens
Dr. Csáki Csaba	Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi docens
Dr. Csiki Varga Tamás	Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Stratégiai és Védelmi Kutatóintézet, tudományos főmunkatárs
Dr. Erdész Viktor	Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat
Fehér András Tibor	Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi tanársegéd
Gurály Roland	Budapesti Corvinus Egyetem, PhD-hallgató
Dr. Gyaraki Réka	Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi adjunktus
Gyulai Tamás	Széchenyi István Egyetem, PhD-hallgató
Dr. Kovács Zoltán	Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat
Kovács Eszter	Budapesti Corvinus Egyetem, PhD-jelölt
Dr. Kökény László	Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi tanársegéd
Dr. Márton András	Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi adjunktus
Dr. Marciniak Róbert	Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi docens
Dr. Miskolczi Márk	Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi adjunktus
Dr. Trautmann László	Neumann János Egyetem, Gazdaságföldrajzi és Településmarketing Központ, egyetemi docens
Üveges István	Szegedi Tudományegyetem, PhD-hallgató
dr. Zorkóczy Miklós	Zorkóczy Ügyvédi Iroda