

**NEW CHALLENGES OF IR4 AND IR5:
SOFT SKILLS AND CYBERSECURITY
AWARENESS IN THE AGE OF DIGITAL
TRANSFORMATION
SYSTEMATIC REVIEW**

**AZ IR4 ÉS IR5 ÚJ KIHÍVÁSAI:
PUHA KÉSZSÉGEK ÉS KIBERBIZTONSÁGI
TUDATOSSÁG A DIGITÁLIS ÁTALAKULÁS
KORÁBAN
SZISZTEMATIKUS SZAKIRODALOMELEMZÉS**

MÓDNÉ TAKÁCS Judit¹ – POGÁTSNIK Monika²

Abstract

This systematic review aims to examine the reassessment of the crucial role of human participation within cyberspace, given the increasing importance of industries 4.0 and 5.0. Literature is lacking on the role of cyberspace, cyberawareness and soft skills, their interdependencies and the implications and consequences of developing them. This review outlines empirical research on soft skills and cybersecurity awareness in relation to industry transformations. The screening criteria were used to select 32 articles out of 5921. The study highlights the growing importance of combining technical and soft skills, including digital literacy, emotional intelligence, empathy and adaptability, for engineers and IT specialists working in this industry. Enhancing soft skills and cybersecurity awareness is essential for successful adaptation and maintaining competitiveness.

Keywords

industry 4.0, industry 5.0, cybersecurity awareness, soft skills, human centricity

Absztrakt

Kutatásunkban a szisztematikus szakirodalomelemzés módszerét alkalmazva megvizsgáltuk az ember szerepének újraértékelését a kibertérben az ipar 4.0 és 5.0 korában. A kibertér, a kibertudatosság és a puha készségek szerepéről, egymásra gyakorolt hatásokról, valamint ezek fejlesztésének eredményeiről kevés a szakirodalom. Az áttekintés célja, hogy ismertesse a puha készségekkel és a kiberbiztonsági tudatossággal kapcsolatos empirikus kutatásokat az ipari változások mentén. A szűrési kritériumok alapján 32 tanulmány került kiválasztásra 5921 cikkből. Elemzésünk a digitális írástudás, az érzelmi intelligencia, az empátia, az alkalmazkodóképesség, valamint a technikai és a puha készségek kombinációjának növekvő jelentőségét emeli ki a mérnökök és az informatikai szakemberek munkájában. A sikeres alkalmazkodás és versenyképesség fenntartásához elengedhetetlen a puha készségek és a kiberbiztonsági tudatosság fejlesztése.

Kulcsszavak

ipar 4.0, ipar 5.0, kiberbiztonsági tudatosság, puha készségek, emberközpontúság

¹ modne.t.judit@amk.uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0001-8463-4032 | assistant lecturer, Obuda University Alba Regia Technical Faculty | PhD student, Obuda University Doctoral School for Safety and Security Sciences | tanársegéd, Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar | PhD hallgató, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola

² pogatsnik.monika@amk.uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0002-2698-7291 | associate professor, Obuda University Alba Regia Technical Faculty | egyetemi docens, Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar

BEVEZETÉS

Az ipar 4.0 és 5.0 jelentősen megváltoztatta az ipari környezetben zajló munkavégzést és az ehhez kapcsolódó szükségleteket. Az automatizálási folyamatok, a felhőtechnológiák széleskörű használata és a digitalizáció a munkafolyamatok szerves részévé váltak. Az ipar fejlődésével párhuzamos a kibertérben zajló munkavégzés került előtérbe került, hiszen a munkavégzés helye a digitális térbe helyeződött át. Ezen folyamatok együttesen változtatták meg a munkavállalóktól elvárt készségek és attitűdök körét [1]-[3]. Az emberi jelenlét sok szempontból vizsgálható a felsorolt változások vonatkozásában. A humán jelenlét kritikus szerepet játszik a kiberkörnyezetben folyó biztonságos tevékenységek kontextusában. A digitalizáció növekedése és az automatizáció terjedése mellett a közelmúlt változásai és környezeti hatásai miatt egyre inkább szükség van a humán jelenlét, az elvárt kompetenciák és készségek újraértékelésére, fejlesztésére és elemzésére. [4], [5]

Ennek a tanulmánynak célja, hogy feltárja az emberi és gépi részvétel konvergenciájának hatását az ipar 4.0 és 5.0 területén a munkaerőpiacra és a munkaerő-képzésre. Kiemelt figyelmet szentelve a megváltozott munkakörnyezetben és munkakapcsolatokban tapasztalható hatékony, emberközpontú feladatellátásnak, tanulmányozzuk a puha készségek jelentőségét és a kiberbiztonsági tudatosság fontosságát a biztonságcentrikus munkavégzéshez. [6].

Kutatási kérdések

A tanulmány célja, hogy a növekvő jelentőségű ipar 4.0 és 5.0 kontextusában újraértékelje az emberi részvétel kritikus szerepét a kibertérben zajló munkafolyamatokban. A vizsgálat középpontjában a változások, kihívások és munkaerőpiaci lehetőségek állnak, megvizsgálva a kibertér, a kibertudatos viselkedés és a puha készségek közötti összefüggéseket.

Ezen szisztematikus áttekintés a következő kérdésekre összpontosít:

- *K1: Melyek jelenleg a leginkább preferált puha készségek a mérnökök körében, és hogyan változnak ezek az Ipar 4.0 és az Ipar 5.0 kontextusában?*
- *K2: Tekintettel a kibertér kihívásaira, milyen szintű kiberbiztonsági tudatossággal kell rendelkezniük az ipar 4.0 és az ipar 5.0 világában dolgozó mérnököknek?*
- *K3: Milyen puha készségekkel kapcsolatos hiányosságok lettek azonosítva a kibertérhez köthető munkakörökben?*

A tanulmány eredményeitől függően olyan változtatások és fejlesztések határozhatók meg, amelyek segítik az ipart és az oktatási rendszert abban, hogy megfeleljen az ipar 4.0 és 5.0 kihívásainak a fenntartható gazdasági fejlődés és versenyképesség érdekében.

A SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE

A kiberbiztonsági tudatosság jelentősége a kibertéri munkafolyamatokban

Mivel az IIoT-hálózatokban rengeteg intelligens eszköz kapcsolódik különféle gépekhez, robotokhoz, okoseszközökhöz, számítógépekhez és emberekhez, így a kiberbiztonság alapvető kérdésnek számít a 21. századi szervezetek és egyének szemszögéből [6]. Ebben az összetett és összekapcsolt ipari környezetben a kiberbiztonsági tudatosság elengedhetetlen feltétele a kiberbiztonsági incidensek és az érzékeny adatok megsértésének meg-

előzéséhez vagy minimalizálásához, valamint ahhoz, hogy a vállalatok ellenállóbbak legyenek a kibertámadásokkal szemben. A COVID-19 világijárvány okozta változások és a távmunka egyre gyakoribbá válása kiemelten fontossá tette a megfelelő szintű kiberbiztonsági készségek és attitűdök fejlesztését. A szükséges ismereteket a felnövekvő generációnak megfelelő módon kell átadni, és a biztonságtudatosság kialakítását már az általános iskola korai szakaszában el kell kezdeni, valamint a középfokú- és felsőoktatási intézményekben folyamatosan fejleszteni és növelni kell. A kiberbiztonsági készségek fejlesztése az Európai Bizottság átfogó digitális készségfejlesztési programjának is részét képezik. A Horizon 2020, a Horizon Európa és a Digitális Európa program keretében már most is különféle programok valósulnak meg az oktatás és az emberi tényező tudatosítása céljából. Az Európai Bizottság számos területen támogatja ezeket a digitális írástudással kapcsolatos erőfeszítéseket, többek között a kiberbiztonsági készségek képzésének koherens keretrendszerére irányuló felhívásokkal, különböző kísérleti projektekkel és folyamatban lévő kezdeményezésekkel.[7]

A puha készségek jelenléte a kibertérbeli feladatok ellátáshoz

Ahhoz, hogy a jövő szakemberei a tudásukat együttműködő és értékteremtő módon tudják használni, számos 4IR vagy Ipar 4.0 kulcskompetenciával, széleskörű készségekkel kell rendelkezniük [8]. Ide tartoznak többek között az olyan puha készségek, mint a kommunikáció, a kreativitás és a problémamegoldás. A 21. századi készségek a "puha" készségek kiegészülnek a "kemény" készségekkel.[9]

A kibertudatos viselkedés és a puha készségek komplex, együttes szerepével, párhuzamos fejlődésük hatásával és következményeivel, valamint szintjükkel egzakt, pontos mérésével a szakirodalom nem foglalkozik összefüggéseiben. Az sem tisztázott teljeskörűen, hogy a 21. századi munkavállalóknak milyen készségeket kell fejleszteniük ahhoz, hogy biztonságosan éljenek az információs szupersztrádán és alkalmazkodjanak a gyorsan változó körülményekhez, és hogy a különböző intelligens eszközökkel, a rendelkezésre álló technológiával és gépekkel való szoros kapcsolat hogyan befolyásolja majd ezt a folyamatot. Figyelembe kell venni, hogy milyen eszközök mérik a kívánt puha készségek és a kiberbiztonsági tudatosság fejlesztésének hatékonyságát, és hogy a különböző típusú képzéseknek van-e mérhető, tényleges fejlesztő hatásuk ebben a tanulási folyamatban. Ezen szisztematikus szakirodalomelemzés ezen hiányosság pótlására törekszik a posztindusztriális puha készségekkel és a kiberbiztonsági tudatossággal kapcsolatos empirikus kutatások adatait rendszerezve.

A KUTATÁS MÓDSZERTANA

A kutatás során alkalmazott szisztematikus szakirodalomelemzés módszertana a PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) elveit követi. A kutatási kérdések megválaszolásához az 1. táblázatban feltüntetett PICO (Population Intervention Comparison Outcome) keret került kialakításra:

| Kutatási kérdés | P | I | C | O |
|-----------------|---------------------------------------|---|--|---|
| K1 | mérnökök az ipar 4.0 és 5.0 területén | szükséges puha készségek | az ipar 4.0 és 5.0 különbségeinek összehasonlítása | a mérnökök körében leggyakrabban előforduló "puha készségek" azonosítása, az Ipar 4.0 és az Ipar 5.0 közötti különbségek meghatározásával. |
| K2 | mérnökök az ipar 4.0 és 5.0 területén | a kiberbiztonsági tudatosság jelenlegi elvárt szintje | az ipar 4.0 és 5.0 különbségeinek összehasonlítása | az ipar 4.0 és 5.0 mérnökei körében a kiberbiztonsági tudatosság jelenlegi elvárt szintjének meghatározása a kibertérrel kapcsolatos feladatok tekintetében |
| K3 | a kibertérben dolgozó mérnökök | puha készségek hiánya | az ipar 4.0 és 5.0 különbségeinek összehasonlítása | a kibertérhez kapcsolódó munkakörökben, az ipar 4.0 és az 5.0 mérnökeinek puha készségeinek hiánya terén mutatózó különbségek azonosítása |

1. Táblázat: A kutatási kérdés meghatározásához használt PICO-keretrendszer

A keresési stratégia és a kiválasztási folyamat

A szakirodalom szisztematikus áttekintése érdekében átfogó keresést végeztünk a puha készségek, kiberbiztonság, oktatás, emberi aspektus és ipar 4.0/5.0 kulcsszavak különböző kombinációinak, szinonimáinak felhasználásával. A kereséshez Boolean-operátorokat használtunk, mint az ÉS és a VAGY műveletek, amelyekkel több adatbázisban, többek között a Scopus, a Web of Science és az IEEE Xplore adatbázisaiban kombináltuk a keresési kifejezéseket.

A következő angol szavakat tartalmazó keresőkombináció került felhasználásra, az angol nyelvű szakirodalmak szűréséhez: „cybersecurity” OR „information security” OR „cybersecurity awareness” OR „data security” OR „cyberspace” OR „cyber security awareness” OR „security awareness” OR „soft skill” OR „digital skill” AND „human factor” OR „engineer” OR „human” OR „engineering” OR „workforce” AND „industry 4.0” OR „industry 5.0”. A kezdeti keresési halmaz összesen 5921 cikket tartalmazott. Az első szakaszban a szelekció a 2017 és 2022 közötti elmúlt hat évben megjelent, angol nyelven írt konferencia- és folyóiratcikkekre, valamint a lektorált tudományos cikkekre korlátozódott.

A befogadási és kizárási kritériumok

Az áttekintés céljához illeszkedően határoztuk meg a befogadási és kizárási kritériumokat. A szűrés pontos céljai, hogy azonosítani és összegezni tudjuk az ipar 4.0 és 5.0 hatásait az emberi tényezőre, hogy felmérjük a kibertér fontosságát és ezen belül a veszélyekre való hatékony reagálás képességének fontosságát, illetve hogy azonosítsuk a szükséges puha készségeket.

A kizárási kritériumok a következők voltak. A nyelvi eltérések kockázatának csökkentése érdekében a keresést az angol nyelven megjelent, lektorált tanulmányokra korlátoztuk. Azon cikkek, melyek nem önálló kutatásról számolnak be, mint például a szerkesztői levelek, szerkesztői cikkek, kommentárok és áttekintések, szintén kizárásra kerültek. Azon tanulmányok, amelyek nem a műszaki pályákra, szakterületekre vagy a humán oldalra összpontosítottak, kizárásra kerültek. Végezetül céljaink között szerepelt, hogy áttekintésünk során magas módszertani normákat alkalmazzunk, így bizonyos típusú cikkek, például könyvek, könyvkivonatok és nem eredeti kutatást reprezentáló tanulmányok szintén kizárásra kerültek.

Egy tanulmány befogadási kritériumai a következők:

- angol nyelven megjelent, és lektorált
- eredeti kutatásról számol be a műszaki pályához köthetően, de kizárva a szisztematikus szakirodalomelemzéseket és metaanalíziseket
- kvantitatív vagy kvalitatív adatokat szolgáltatnak a 21. századi puha készségek mérésével, szintjével vagy a kiberbiztonsági tudatosság mérésével, fejlesztésével kapcsolatosan
- az emberi tényező szerepére fókuszál
- információt nyújtanak a digitalizálás, felhőalapú szolgáltatások, kibertérben zajló munkavégzéshez köthető elvárásokkal, puha készségekkel kapcsolatban

A módszertani követelményeknek és minőségi előírásoknak megfelelő, releváns tanulmányok áttekintésünkbe való bevonásának biztosítása érdekében dolgoztuk ki ezeket a kritériumokat, melyek biztosítják, hogy áttekintésünk releváns értekezéseket tartalmazzon.

A szűrési és adatkiválasztási folyamat

A szisztematikus felülvizsgálat a PRISMA irányelveket követte. A releváns elektronikus adatbázisokban (IEEE Xplore, Scopus, Web of Science) átfogó keresést végeztünk a korábban megadott kulcsszavak kombinációjának felhasználásával.

Az azonosított cikkek összegyűjtése után a duplikációkat és a bekerülési kritériumoknak nem megfelelő tanulmányok eltávolításra kerültek. A fennmaradó értekezések címét és kivonatát két bíráló egymástól függetlenül ellenőrizte, majd a teljes szövegű cikkek alkalmasságát értékelték. Ezt követte az adatkivonatolás és a minőségértékelés egy meghatározott kritériumok szerinti adatbázis felépítésének segítségével. Az adatok elemzéséhez narratív szintetizáló megközelítést alkalmaztunk.

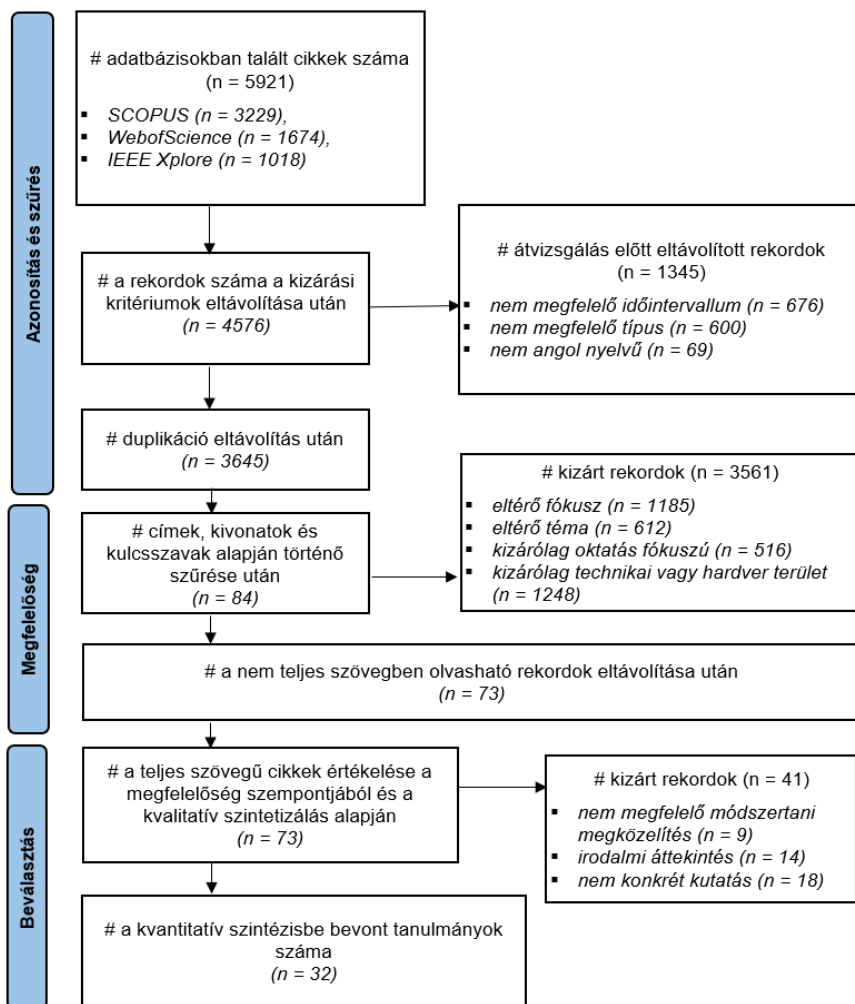
A szűrési folyamat a következő volt:

- azon cikkek eltávolítása, melyek az év, nyelv, típus szerint nem felelnek meg a kritériumoknak
- a duplikált tanulmányok eltávolítása
- a befogadási/kizárási kritériumoknak nem megfelelő cikkek eltávolítása cím és absztrakt alapján
- a nem teljes szöveggel elérhető értekezések eltávolítása
- a teljes terjedelmű cikkek átvizsgálása, befogadási kritériumoknak való megfelelés vizsgálata
- az adatok kinyerése a véglegesen kiszűrt elemzésekből a kutatási kérdések által meghatározott kategóriákba

A keresés eredetileg 5921 cikket eredményezett. 676 tanulmány nem felelt meg a megadott időintervallumnak, 600 kizárásra került a típusa miatt, és 69 nem angol nyelven íródott, így ezek kizására kerültek. A Zotero és a Rayyan alkalmazás segítségével összesen 931 duplikátumot távolítottunk el. Ennek eredményeként 3645 rekordot kaptunk.

A címek és összefoglalók áttekintése 84 cikkre csökkentette a kritériumoknak megfelelő elemzések számát. Annak megállapítása érdekében, hogy a kiválasztott tanulmányok valóban illeszkednek a kutatás célkitűzéseihöz, mindkét szerző elvégezte a cikkek elemzését.

A végső teljes áttekintésből kizárásra kerültek azok a cikkek, amelyek nem rendelkeztek teljes hozzáféréssel, amelyekből hiányoztak az elsődleges kutatási adatok, amelyek csak szakirodalmi adatokra támaszkodtak, vagy amelyek nem voltak relevánsak a célcsoport szempontjából. Végeredményben 32 cikk került be a végső áttekintésbe. A szűrési folyamat, a kiválasztás, illetve a kizárások okai az 1. ábrán láthatók részletezve.



1. Ábra: A tanulmányok kiválasztásának folyamatábrája a PRISMA-irányelvek szerint
(Forrás: saját szerkesztés)

Adatelemzési és szintetizálási módszerek

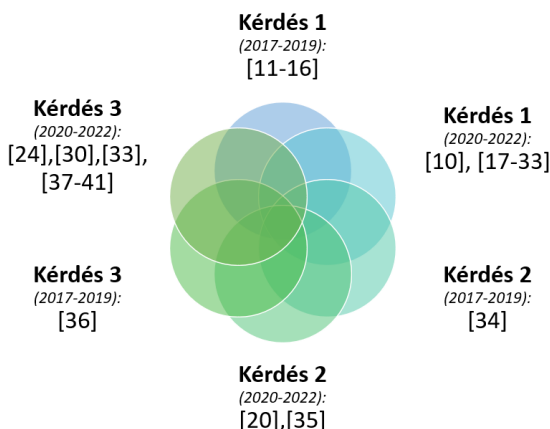
A cikk kategóriákba sorolásához minőségi tartalomelemzési módszereket alkalmaztunk, amelyek segítségével osztályoztuk a cikkekben található kutatási kérdés szempontjából releváns információkat, valamint kinyertük az adatokat a PICO-keretben meghatározott kritériumok alapján. Az adatok elemzéséhez narratív szintézis alapú megközelítésre került sor. Az adatok feldolgozásához a következő csoportosítási kritériumokat alkalmaztuk: A 2017-2019 közötti, a COVID előtti időszak, majd az ezt követő három év, 2022-ig bezáróan. Az adatgyűjtés során olyan általános információk kerültek felhasználásra, mint: a kutatási módszer, a populáció mérete, vizsgált szakterület, földrajzi elhelyezkedés és a használt mérőeszköz típusa. A kutatás célkitűzéseinek megfelelően kiterjesztettük az adatelemzési csoportokat további kategóriákkal, amelyek közé tartoznak a szükséges puha készségek, a kutatási eredmények relevanciája az ipari 4.0 vagy 5.0 szempontjából, a kiberbiztonsági tudatosság szintjének mérése, valamint a puha készséghiányok azonosítása.

EREDMÉNYEK

Az alábbi szekcióban bemutatjuk a kutatási kérdések alapján összegyűjtött releváns adatokat, melyeket a kutatási kérdések mentén csoportosítjuk és prezentáljuk.

Az elemzésbe bevont tanulmányok áttekintése

A vizsgálat során összesen 32 tanulmány részletes elemzésére került sor, ebből N=23 cikk eredményei az 1. kutatási kérdésre összpontosítanak. Kutatási módszerek szerint összegezve az értekezéseket, 15 kvantitatív, 11 kvalitatív és 6 vegyes módszert alkalmazott a vizsgálat során. A cikkek 25%-a 2017-2019-es időszakból kerültek kiválogatásra, ami a világjárvány előtti időszakot jelenti. A fennmaradó 24 publikáció, a vizsgált tanulmányok 75%-a pandémiát követő időszakból került be az elemzésbe. A bemutatott válogatási folyamat eredményeként az ipar 5.0 vonatkozásában csak egy publikáció került kiválasztásra, így az ipar 4.0 és 5.0 valós méréseken alapuló összehasonlítására tett erőfeszítések nem jártak sikerrel. Ennek következtében az eredmények főként az ipar 4.0 kontextusában kerülnek prezentálásra. A 2. ábra a kutatási kérdések alapján csoportosított tanulmányok hivatkozási listáját szemlélteti.



2. Ábra: Az elemzésbe bevont tanulmányok kutatási kérdések szerint csoportosítva (Forrás: saját szerkesztés)

Az elemzésekben megfigyelt populációk túlnyomórészt európai eredetűek, közülük Kelet- és Nyugat-Európa képviselteti leginkább magát. Törökország és Oroszország hidat képez Európa és Ázsia között, ugyanakkor Ázsia reprezentációja alacsonyabb. Észak-Amerika az USA-t és Mexikót, Dél-Amerika pedig Brazília képviseli. A tanulmányokban megjelennek az iparág képviselői és az oktatás szereplői egyaránt. Vizsgált alanyai között diákok, oktatók, szakemberek, vezetők, mérnökök, HR szakemberek, biztonsági szakemberek, IT szakemberek, menedzserek, oktatók és mentorok szerepelnek.

Az ipar 4.0 változást eredményezett a puha készségek terén

A felhasznált irodalmi források mindegyike hangsúlyozza a puha készségek fontosságát az ipar 4.0 és az ipar 5.0 környezetben való sikeres helytálláshoz. A hiányolt puha készségek közül kiemelkednek a kommunikáció, a csapatmunka, az érzelmi intelligencia és az alkalmazkodóképesség. A munka természetének átalakulása folyamatban van, így a munkavállalóknak technikai és pszichoszociális készségeinek fejlesztése egyaránt szükséges. Az oktatás alapvető fontosságú a technológiai változásokra való felkészüléshez, és az alacsonyan képzett munkavállalók átképzése indokolt a munkavállalók marginalizálódásának elkerülése érdekében. A mesterséges intelligencia és a dolgok internete, amelyek egyszerre jelentenek kihívásokat és lehetőségeket, emberközpontú megközelítést igényelnek. A vizsgált tanulmányok különböző készségekre és kompetenciákra összpontosítanak, konkrét kereteket és modelleket javasolnak az oktatás és képzés javítására, és empirikus bizonyítékokkal szolgálnak a készséghiányról, és az ágazatra gyakorolt hatásáról.

Az elvárt alapkompenciák közé tartoznak többek között az önmenedzsment, csapatmunka, kreativitás, kommunikáció, digitális készségek, probléma-megoldás, alkalmazkodóképesség, kritikus gondolkodás, érzelmi intelligencia és innováció. Kiemelt kategóriába sorolhatók a tanulási, és interperszonális készségek, motivációs készségek, élethosszig tartó tanulás, stresszkezelés és kezdeményezőképeség. Ezek a puha és személyes készségek elengedhetetlenek a sikerhez, mindennapi élethez és számos különböző területen és iparágban.

Tehát az 1. kutatási kérdésre válaszolva a kommunikáció, a csapatmunka, a problémamegoldás, a kreativitás, az alkalmazkodóképesség, az innováció, a vezetői képességek és a digitális írástudás a mai mérnökök körében a leggyakrabban elvárt "puha készségek". A munkaerőpiac olyan mérnökök iránt érdeklődik, akik rendelkeznek megfelelő szociális, technikai és műszaki készségekkel, beleértve a digitális kompetenciát, a funkcionális üzleti készségeket és a stratégiai készségeket. Az alkalmazottaknak ezekre a kulcsfontosságú területekre kell összpontosítaniuk a versenyképes és korszerű munkakörnyezetben való sikeres részvétel érdekében. A technológia gyors ütemű és folyamatosan változó természetéhez való alkalmazkodás érdekében elengedhetetlen készségek az önállóság, proaktivitás és rugalmasság.

Az ipar 5.0, amelyet az ember és a gép integrációja jellemez a termelési folyamatban, megköveteli a mérnököktől, hogy ötvözzék a műszaki és a szociális készségeket. Alapos technológiai ismeretekre van szükségük, ugyanakkor a gépekkel való interakcióra és interdiszciplináris csapatokban való együttműködésre is képesnek kell lenniük. Emellett egyre fontosabbá válnak az olyan puha készségek, mint az érzelmi intelligencia, a kreativitás, az empátia és az alkalmazkodóképesség.

A 2. táblázat a vizsgált tanulmányokban meghatározott szociális készségeket összegzi, a tanulmányok hivatkozási számának jelölésével, az elvárt puha készségek szerint kategorizálva.

| Publikációk hivatkozással | Elvárt puha készségek | |
|--|---|---|
| | Kategória | Készségek |
| [10-15], [18-20],[22], [23],[25], [29-32] | Kommunikációs és interperszonális készségek | asszertivitás, empátia, interperszonális és kommunikációs készségek, csapatmunka, érzelmi intelligencia, hierarchia tiszteletben tartása, együttműködés, szociális készségek és tudatosság. |
| [10-13],[15], [18],[19],[22] [24],[25],[27] [29-32] | Személyes készségek | önbizalom, függetlenség, önmenedzselés, alkalmazkodóképesség, reziliencia, proaktivitás, motiváció, élethosszig tartó tanulás, kiegésző megelőzése, agilitás, önrányítás, felelősségátvitel, munkavédelem, stresszkezelés |
| [12],[16],[17] [21],[23],[30] [33] | Digitális és informatikai készségek | digitális írástudás, információs készségek, műszaki és IKT készségek, digitális kommunikáció, folyamatok megértése és optimalizálása, berendezések üzemeltetése, biztonsági készségek |
| [11-15],[20], [22],[23],[25] [26],[28],[29] [31],[32] | Szervezési és irányítási készségek | projektmenedzsment, vezetői készségek, szervezeti kultúra, időgazdálkodás |

2. Táblázat: A puha készségek kategorizált listája a szakirodalmi jelöléssel együtt

A kiberbiztonsági szemléletmód az ipar 4.0 és 5.0 világában

A [20] tanulmány elemzi a technológiai trendek hatását a munkahelyekre és a készségek változására. Olyan modellt javasol a munkavállalók készségeinek fejlesztésére és a készséghiányok leküzdésére mely a meglévő képzési programokon keresztül segíthet a munkaerőpiaci kihívásokra reagálni és a munkaerő készség szintjét javítani. A középpontban a technológia munkára gyakorolt hatásának elemzése és a munkaerő alkalmazkodóképessége áll.

A [34] értekezés a formális szabályozások és szankciók hatásainak elemzését mutatja be. Az értékelés és az ellenőrzés olyan szabályozási mechanizmusok, amelyek kiemelkedő szerepet játszanak a biztonsági eljárások betartásának előmozdításában. Az eredmények alapján felismerhető, hogy ezek a mechanizmusok nélkülözhetetlenek a hatékony és megbízható biztonsági rendszerek kialakításához és fenntartásához.

Az informatika oktatásának szerepével, a megfelelő módszerek kiválasztásával a [35] cikk foglalkozik. Egy olyan megközelítést javasol, amellyel leküzdhetők a szoftverfejlesztés tanításának nehézségei. Mindegyik tanulmány empirikus jellegű, és különböző módszertanokat és modelleket javasol a konkrét kérdések megválaszolására.

A [20] és [34] tanulmányok az externális tényezők hatását vizsgálják a munkavállalói magatartásra, bár eltérő szempontok szerint: az első tanulmány a technológiai trendekre és készségfejlesztésre, míg a második tanulmány az információbiztonsággal kapcsolatos formális ellenőrzésekre és szankciókra összpontosít. Azonban a [35] tanulmány a tanulási módszerek fejlesztésére fókuszál, ami szintén fontos tényező a munkavállalói magatartás alakulásában.

Az eredmények azonban csak érintik, de nem nyújtanak közvetlen választ az ipar 4.0 és az ipar 5.0 mérnökei esetében felmerülő tudatos kiberbiztonsági magatartásra vonatkozó kérdésre. Az értekezésben említett három publikáció nem szolgáltat kellő mennyiségű és minőségű információt a kiberbiztonsági tudatosság jelenleg várható szintjéről. Bár a formális ellenőrzések és szankciók hozzájárulhatnak az információbiztonsági gyakorlatok betartásához, nem szolgáltatnak konkrét információt a kiberbiztonsági tudatosság általánosan elvárt mértékéről.

Készséghiány a kibertérrel összefüggő ipar 4.0-s szakmákban

A [24],[30],[33],[37],[38] tanulmányokban kiemelik a megfelelő digitális írástudás hiányát és a folyamatos készségfejlesztés jelentőségét. A kritikus/analitikus gondolkodás [24],[30],[41], a tervezési és szervezési készségek [24],[41], az új helyzetekhez való alkalmazkodóképesség, a reziliencia [24],[37] és a kiberbiztonsági és az információbiztonsági készségek fontossága [30],[33],[37],[39-41] szintén hiányolt és az elvárt készségek csoportjába tartoznak. Az ipar 4.0 megvalósítása során a munkavállalók féltelme és a technológiával szembeni ellenállás jelentős kihívást jelent [37]. Ennek következtében elengedhetetlen a megfelelő képzés biztosítása, amely kompenzálja a hiányzó készségeket. A [24], [30] és [41] cikkek a puha készségek hiányát vizsgálják, ideértve a szervezési és csapatmunkával kapcsolatos készségeket, valamint a szociális és kommunikációs készségek fontosságát az informatikai szakemberek körében, különös tekintettel a friss diplomások munkaerőpiacra való belépésekor jelentkező kritikus kérdésekre. Az tapasztalatok azt mutatják, hogy ezek a szakemberek gyakran nem tudják alkalmazni elméleti tudásukat valós élethelyzetekben. Az önbizalom fejlesztése és a mentori támogatás, a folyamatos munkahelyi tanulás, az önálló tanulás képessége, a kritikus kérdésfeltevés és a negatív/pozitív visszajelzések elfogadásának képessége alapvető készségként jelenik meg. Végezetül a vizsgált tanulmányok hangsúlyozzák a minőségi információforrások kiválasztásának fontosságát, beleértve az információgyűjtés és -értékelés minőségi szempontjainak ismeretét, az információk elemzésének és szintézisének képességét, a jelentéskészítés és hivatkozáskészítés képességét, valamint az adatbiztonsági tudatosság meglétét e feladatokkal kapcsolatban. [24],[30],[36],[41]

Mivel nem állnak rendelkezésre olyan publikációk, amelyek közvetlenül összehasonlíthatnák az ipar 4.0 és az ipar 5.0 kontextusában a mérnökök puha készségei közötti különbséget, a 3. kutatási kérdésre nem adható megalapozott és teljes körű válasz. Azonban a publikációk kiemelik az IT- és mérnöki szakemberek digitális és kiberkészségek terén tapasztalható hiányosságait, ideértve a digitális írástudást, a kritikus gondolkodást és az al-

kalmazkodási készségeket. Ezeket a készséghiányokat folyamatos készségfejlesztés, munkahelyi tanulás és mentori támogatás révén kell kezelni. Azonban ahhoz, hogy a puha készségek hiányosságait az ipar 4.0 és 5.0 vonatkozásában össze tudjuk hasonlítani, pontosabb és naprakészebb adatokra van szükségünk.

ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KONKLÚZIÓ

A kutatás a kibertérre összpontosítva vizsgálja az Ipar 4.0 és az Ipar 5.0 ember-gép együttműködésének munkaerőpiacra és -képzésre gyakorolt hatásait. Az N=5921 értekezésből N=32 tanulmányt részletesen áttekintettük a szakirodalom szisztematikus átvizsgálása céljából. Az elemzésbe bevont cikkek többsége az első kutatási célkitűzésre összpontosít, nevezetesen milyen puha készségekre van ma a legnagyobb szükség a mérnökök esetében, és ezek hogyan változnak az ipar 4.0 és az ipar 5.0 kontextusában. A hiányosságok megszüntetéséhez elengedhetetlen a folyamatos készségfejlesztés, a munkahelyi tanulás és a mentorálás. Az ipar 4.0 és 5.0 szempontjából létfontosságú az emberi részvétel és a kibertér közötti kapcsolat mélyebb megértése.

A jövőbeli kutatási irány általánosságban a kibertér és az emberi részvétel közötti összetett kapcsolat mélyebb megértésére összpontosít, különös tekintettel a munkaerő-képzésre. A kutatás célja lehet a kibertérben tevékenykedő szakemberek és az általuk végzett munka közötti dinamikák és kölcsönhatások feltárása, valamint az ehhez kapcsolódó kihívások és lehetőségek azonosítása. A kiberbiztonsági tudatossággal és a puha készségekkel kapcsolatos további kutatások segíthetnek az ipar 4.0 és 5.0 által előidézett változások és kihívások kezelésében, és elősegíthetik a kibertérben foglalkoztatottak fenntartható és eredményes fejlődését.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dimitris, M., Angelopoulos, J., and Panopoulos, N., “A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0” *Energies* 15, 2022, no. 17: 6276. <https://doi.org/10.3390/en15176276>
- [2] Hozdić, E., and Butala, P., “Concept of Socio-Cyber-Physical Work Systems for Industry 4.0”, *Tehnički vjesnik*, 27(2), 2020, pp. 399-410. <https://doi.org/10.17559/TV-20170803142215>
- [3] B. Beszédes, K. Széll, and G. Györök, “A Highly Reliable, Modular, Redundant and Self-Monitoring PSU Architecture.,” *Acta Polytechnica Hungarica*, vol. 17, 2019, pp. 233–249
- [4] Clim, A., “Cyber security beyond the Industry 4.0 era. A short review on a few technological promises.” *Informatica Economica* 23.2: 34-44., 2019, [online] available: <http://revistaie.ase.ro/content/90/04%20-%20clim.pdf>
- [5] Corallo, A., Lazoi, M., & Lezzi, M., “Cybersecurity in the context of industry 4.0: A structured classification of critical assets and business impacts.” *Computers in industry*, 114, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103165>
- [6] Corallo, A. et al., “Cybersecurity awareness in the context of the Industrial Internet of Things: A systematic literature review.” *Computers in Industry*, 137, 103614., 2022, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103614>

- [7] European Commission, “Cybersecurity Policies” Shaping Europe’s Digital Future, 2023, [online] available: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/cybersecurity-policies#ecl-inpage-kmq7xll8> (*utolsó megtekintés: 2023. március 19.*)
- [8] Hernandez-de-Menendez, M. et al., “Competencies for industry 4.0.” International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 14, 2020, pp 1511-1524. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00716-2>
- [9] Chaka, C., “Skills, competencies and literacies attributed to 4IR/Industry 4.0: Scoping review.” IFLA journal, 46(4), 2020, pp 369-399. <https://doi.org/10.1177/0340035219896376>
- [10] S. T. S. Chin, “Influence of emotional intelligence on the workforce for industry 5.0”, *Ibima Bus. Rev.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.5171/2021.882278.
- [11] G. Cotet et al., “Assessment procedure for the soft skills requested by Industry 4.0”, presented at the 8th International Conference on Manufacturing Science and Education (MSE 2017) – Trends in new industrial revolution, vol. 121. 2017, doi: 10.1051/ma-teconf/201712107005.
- [12] J.-F. Martínez-Cerdá et al., “Opening the black-box in lifelong E-learning for employability: A framework for a Socio-Technical E-learning Employability System of Measurement (STELM)”, *Sustainability*, vol. 10, no. 4, 2018, doi: 10.3390/su10041014.
- [13] V. Siddoo, J. Sawattawee, W. Janchai, and O. Thinnukool, “An exploratory study of digital workforce competency in Thailand”, *Heliyon*, vol. 5, no. 5, 2019, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01723.
- [14] U. Snis et al., “Contextualizing competence and learning for Industry 4.0”, presented at the 13TH International Technology, Education and Development Conference (IN-TED2019), 2019, pp. 6923–6931. doi: 10.21125/inted.2019.1679.
- [15] B. Lenarcic, “Rethinking competencies of the European information-communication sector's workforce in the context of industry 4.0: The case of Slovenia”, *Sociologija*, vol. 61, no. 4, 2019, pp. 585–598, doi: 10.2298/SOC1904585L.
- [16] A. Ismail and R. Hassan, “Technical Competencies in Digital Technology towards Industrial Revolution 4.0”, *Journal of Technical Education and Training*, vol. 11, no. 3, 2019, pp. 56–62, doi: 10.30880/jtet.2019.11.03.008.
- [17] N. Ada, D. Ilic, and M. Sagnak, “A Framework for New Workforce Skills in the Era of Industry 4.0”, *International journal of mathematical engineering and management sciences*, vol. 6, no. 3, 2021, pp. 771–786, doi: 10.33889/IJMEMS.2021.6.3.046.
- [18] B. Kowal, D. Włodarz, E. Brzywczy, and A. Klepka, “Analysis of Employees’ Competencies in the Context of Industry 4.0”, *Energies*, vol. 15, no. 19, 2022, doi: 10.3390/en15197142.
- [19] G. Cotet, N. Carutasu, and F. Chiscop, “Industry 4.0 Diagnosis from an iMillennial Educational Perspective”, *Education Sciences*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.3390/educsci10010021.
- [20] J. Pontes et al., “Relationship between Trends, Job Profiles, Skills and Training Programs in the Factory of the Future”, presented at the 22nd IEEE International Conference on Industrial Technology, ICIT 2021, 2021, pp. 1240–1245. doi: 10.1109/ICIT46573.2021.9453584.

- [21] N. Obermayer et al., “Overcoming the Challenges of Digitalisation in Hungarian Manufacturing Companies”, presented at the 23rd European Conference on Knowledge Management, ECKM 2022, vol. 23, 2022, pp. 845–851. doi: 10.34190/eckm.23.2.454.
- [22] M. McPhillips and M. Licznarska, “Open innovation competence for a future-proof workforce: a comparative study from four European universities”, *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, vol. 16, no. 6, 2021, pp. 2442–2457, doi: 10.3390/jtaer16060134.
- [23] G. Rodriguez-Abitia et al., “Competencies of Information Technology Professionals in Society 5.0”, *Rev. Iberoam. Technol. Aprendizaje*, vol. 17, no. 4, 2022, pp. 343–350, doi: 10.1109/RITA.2022.3217136.
- [24] P. Leitão et al., “Analysis of the Workforce Skills for the Factories of the Future”, presented at the 2020 IEEE Conference on Industrial Cyberphysical Systems (ICPS), vol. 1, 2020, pp. 353–358. doi: 10.1109/ICPS48405.2020.9274757.
- [25] V. Goulart, L. Liboni, and L. Cezarino, “Balancing skills in the digital transformation era: The future of jobs and the role of higher education”, *Industry and Higher Education*, vol. 36, no. 2, 2022, pp. 118–127, doi: 10.1177/09504222211029796.
- [26] Z. Mingaleva and N. Vukovic, “Development of Engineering Students Competencies Based on Cognitive Technologies in Conditions of Industry 4.0”, *International Journal of Cognitive Research in Science Engineering and Education*, vol. 8, 2020, pp. 93–102, doi: 10.23947/2334-8496-2020-8-SI-93-101.
- [27] S. Veljkovic et al., “Emotional Intelligence of Engineering Students as Basis for More Successful Learning Process for Industry 4.0”, *Mathematics*, vol. 8, no. 8, 2020, doi: 10.3390/math8081321.
- [28] M. Pena-Jimenez, A. Battistelli, C. Odoardi, and M. Antino, “Exploring skill requirements for the Industry 4.0: A worker-oriented approach”, *Anales de psicologia*, vol. 37, no. 3, 2021, pp. 577–588, doi: 10.6018/analesps.444311.
- [29] N. Malik et al., “Impact of artificial intelligence on employees working in industry 4.0 led organizations”, *International Journal of Manpower*, vol. 43, no. 2, 2022, pp. 334–354, doi: 10.1108/IJM-03-2021-0173.
- [30] W. Puriwat and S. Tripopsakul, “Preparing for Industry 4.0 - Will youths have enough essential skills?: An Evidence from Thailand”, *International Journal of Instruction*, vol. 13, no. 3, 2020, pp. 89–104, doi: 10.29333/iji.2020.1337a.
- [31] M. Hirudayaraj et al., “Soft skills for entry-level engineers: What employers want”, *Educ. Sci.*, vol. 11, no. 10, 2021, doi: 10.3390/educsci11100641.
- [32] S. Hartanto et al., “Work skills factor for mechanical engineering students in vocational high school”, presented at the TVET towards industrial revolution 4.0, 2020, pp. 70–79.
- [33] N. Soukupová, M. Adamová, and R. Krninská, “Industry 4.0: an Employee Perception (Case of the Czech Republic)”, *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, vol. 68, no. 3, 2020, pp. 637–644, doi: 10.11118/ac-taun202068030637.
- [34] P. Ifinedo, et al., “Factors influencing employees’ participation in non-malicious, information systems security deviant behavior: Focus on formal control mechanisms and sanctions”, presented at the Americans Conference on Information Systems: A Tradition of Innovation, AMCIS 2017, vol. 2017., 2017.

- [35] G. Sharkov et al., “Multidisciplinary Approach to Industry Standards in the IT Higher Education Programs”, presented at the 2022 Information Systems and Grid Technologies, ISGT 2022, vol. 3191, 2022, pp. 51–62. [Online]. available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85137175083&partnerID=40&md5=d62f8ec2fd505f9436ba205777a951b3>
- [36] L. Moldovan, L. Moldovan, and A. Gligor, “State-of-the-art Analysis on the Knowledge and Skills Gaps on the Topic of Industry 4.0 and the Requirements for Work-based Learning”, presented at the 12th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, vol. 32, 2019, pp. 294–301. doi: 10.1016/j.promfg.2019.02.217.
- [37] N. Obermayer, T. Csizmadia, and D. Hargitai, “Influence of Industry 4.0 technologies on corporate operation and performance management from human aspects”, *Meditari accountancy research*, vol. 30, no. 4, 2022, pp. 1027–1049, doi: 10.1108/MEDAR-02-2021-1214.
- [38] N. Obermayer, T. Csizmadia, and Z. Banasz, “Companies on Thin Ice Due to Digital Transformation: The Role of Digital Skills and Human Characteristics”, *International and Multidisciplinary Journal of Social Sciences*, vol. 11, no. 3, 2022, pp. 88–118, doi: 10.17583/rimcis.10641.
- [39] S. Von Solms and L. A. Fatcher, “Adaption of a Secure Software Development Methodology for Secure Engineering Design”, *IEEE Access*, vol. 8, 2020, pp. 125630–125637, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3007355.
- [40] J. Sanchez et al., “An Integral Pedagogical Strategy for Teaching and Learning IoT Cybersecurity”, *Sensors*, vol. 20, no. 14, 2020, doi: 10.3390/s20143970.