

Porkoláb Imre dandártábornok – Porkoláb-Minarik Annamária:

## A MESTERSÉGES INTELLIGENCIÁVAL TÁMOGATOTT XR-TECHNOLÓGIÁK HATÁSA A VALÓSÁGÉRZÉKELEŚRE: PSZICHOLÓGIAI PERSPEKTÍVÁK ÉS KIHÍVÁSOK

DOI: 10.35926/HSZ.2025.2.7

*ÖSSZEFOGLALÓ: A virtuálisvalóság- (VR<sup>1</sup>), a kiterjesztettvalóság- (XR<sup>2</sup>) és a mesterségesintelligencia-technológiák (MI) az elmúlt évtized során a technológiai megújulás élvonalába kerültek, és egyre gyorsabban, egymásra szinergikus hatással fejlődnek. A mesterséges intelligencia robbanásszerű evolúciója – különösen a nagy nyelvi modellek (LLM-ek<sup>3</sup>) és a generatív algoritmusok terén – szorosan kapcsolódik a VR- és az XR-rendszerek fejlődéséhez, lehetővé téve az egyre realisztikusabb élmények kialakítását mind a civil szektorban, mind pedig a katonai alkalmazások terén. A mindennapi életben ezek a technológiák átítatják a munkahelyi, szociális és kulturális interakciókat, illetve a mesterséges intelligencia által vezérelt algoritmusok és rendszerek segítik a valós idejű problémamegoldást, valamint érezhető hatással vannak az információfeldolgozás hatékonyságára. Ugyanakkor a VR-, az XR- és az MI-technológiák integrációja és továbbfejlesztése nemcsak lehetőségeket, hanem jelentős kihívásokat és veszélyeket is hordoz, miközben etikai, társadalmi és pszichológiai kérdéseket vet fel, ezért kiemelten fontos e technológiák pszichológiai vonatkozásainak, különösen a valóságérzékelésre gyakorolt hatásainak megértése is.*

*KULCSSZAVAK: virtuális valóság, kiterjesztett valóság, mesterséges intelligencia, technológiák, katonai alkalmazás, kihívások és veszélyek*

### A SZERZŐKRŐL:

- Dr. Porkoláb Imre dandártábornok (PhD), nemzetbiztonsági irodavezető, a NATO DIANA innovációs hálózat igazgatótanácsának elnökhelyettese (ORCID: 0000-0003-1407-0678; MTMT: 10047876)
- Porkoláb-Minarik Annamária klinikai szakpszichológus, nemzetközi szervezetfejlesztési tanácsadó (ORCID: 0009-0005-5133-1682)

## BEVEZETŐ – A MESTERSÉGES INTELLIGENCIÁVAL TÁMOGATOTT XR-TECHNOLÓGIA SZEREPE A MODERN HADVISELÉSBN

Az autonóm drónoktól kezdve a prediktív analitikán és a valós idejű információfeldolgozáson át a mesterséges intelligencia (MI) az elmúlt évtizedben jelentősen növelte a hatékonyságot és a pontosságot a harctéren, valamint számos olyan lehetőséget teremtett mind

<sup>1</sup> Virtual Reality.

<sup>2</sup> Extended Reality.

<sup>3</sup> Large Language Model.

a döntéshozatalban, mind pedig a konkrét harctevékenységek támogatása során, amelyek eddig elképzelhetetlenek lettek volna. Az MI forradalmasította a védelmi stratégiákat, és számtalan újszerű megoldást eredményez nap mint nap a harcászati módszerek újragondolásában.

Az ukrajnai konfliktus is rávilágított a mesterséges intelligencia hatékonyságára. MI-alapú eszközöket vetettek be az ellenséges kommunikáció lehallgatására és elemzésére (spektrumanalízis), valós idejű betekintést nyújtva a harctéri helyzetre, ami felbecsülhetetlen értékűnek bizonyult a taktikai döntéshozatalban. Ezek a képességek nagymértékben hozzájárultak mind a védelmi, mind a támadó módszerek átgondolásához, valamint innovatív, újszerű, gyors és hatékony végrehajtásához. Az MI-alapú rendszerek lehetővé tették a fegyveres erők számára, hogy dinamikusan alkalmazkodjanak a gyorsan változó harctéri körülményekhez, jelentős stratégiai előnyt biztosítva számukra a tradicionális módszerekre támaszkodó ellenfelekkel szemben.

A spektrális csatatér<sup>4</sup> az egyre összetettebb elektromágneses spektrum kezelése szinte lehetetlen az MI által vezérelt jelhírszerzési és menedzsmentplatformok nélkül. A mesterséges intelligencia új szintre emeli a spektrumfigyelést és -irányítást azáltal, hogy lehetővé teszi az új jelformákra, anomáliákra és fenyegetésekre történő gyors reagálást. Ezek az előrelépések különösen kritikusak olyan műveleti körülmények között, ahol a baráti rendszerek és az elektronikus ellenintézkedések zökkenőmentes működése létfontosságú. Kiváló példa erre a Sensorz SWORD platform,<sup>5</sup> amely csúcstechnológiájú MI-t használ a hatalmas mennyiségű spektrumadat valós idejű elemzésére.

Az MI alkalmazása a gépi tanulási algoritmusokkal felszerelt autonóm drónok területén fejlődik a legdinamikusabban. Az innovatív terület fejlesztői a katonákkal összefogva bizonyították, hogy képesek összetett küldetéseket végrehajtani minimális emberi beavatkozással. A drónok önállóan elemezhetik a terepet, azonosíthatják a célpontokat, valamint valós időben optimalizálhatják a repülési útvonalakat. A magas kockázatú műveletek során ez az autonómia csökkenti az emberi beavatkozás szükségességét, a küldetések sikerességi arányát pedig növeli. Hasonlóképpen az MI által vezérelt megfigyelőrendszerek hatalmas mennyiségű video- és szenzoradatot képesek feldolgozni a minták és a potenciális fenyegetések sokkal gyorsabb azonosításával, mint amit a hagyományos emberi elemzés valaha is elérhetne.

Az MI hatása a logisztikára és az ellátási lánc menedzsmentjére a katonai műveletekben szintén figyelemre méltó. A fejlett algoritmusok optimalizálhatják az erőforrások elosztását, biztosítva ezzel, hogy a terepen lévő csapatok pontosan akkor és ott kapjanak utánpótlást és erősítést, amikor és ahol szükség van rájuk. Ez a hatékonyság nemcsak a műveletek végrehajtását teszi gördülékenyebbé, hanem költséghatékonyságot is eredményez, valamint minimalizálja a logisztikai sebezhetőséget is. Például a hosszabb bevetések során MI által vezérelt rendszereket használtak az ellátási láncok nyomon követésére és kezelésére, valós idejű áttekintést biztosítva így a parancsnokok számára a készletszintekről és az elosztási hálózatokról.

Az MI további forradalmi felhasználási területe a prediktív analitika, amely lehetővé teszi a katonai tervezők számára, hogy rendkívüli pontossággal előre jelezzék az ellenséges

<sup>4</sup> A spektrális csatatér magában foglalja a rádió- és radarfrekvenciákat, a vezeték nélküli kiberalkalmazásokat, a jelhírszerzést és sok más. A modern spektrális csatatér hangsúlyozza az elektromágneses spektrum ellenőrzésének kritikus fontosságát – egy olyan területet, amely gyakran vitatott mind a védekezés, mind a támadás szempontjából.

<sup>5</sup> Ez a platform automatikusan osztályozza a vezeték nélküli átviteleket, ami különösen fontos a harctéren, ahol minden másodperc számít. Ling 2024.

cselekvéseket. A történelmi adatok, a valós idejű hírszerzés és terepi adatok elemzésével az MI-modellek képesek előre jelezni a lehetséges forgatókönyveket, valamint optimális stratégiákat ajánlani és mindezt megjeleníteni. Ezek a prediktív eszközök Ukrajnában az elleneséges mozgások értékelésére szolgáltak, lehetővé téve, hogy megfelelő módon koncentrálva a felderítőképességeket megelőzzék vagy elhárítsák a támadásokat, megerősítsék a kritikus infrastruktúrát. Ez a fajta előrelátás újradefiniálja a stratégiai tervezés természetét, amely a reaktívról a proaktívra váltott. Ezeknek az információknak a vizuális megjelenítésében kiemelten fontos szerepet játszanak az XR-eszközök.

A mesterséges intelligenciával támogatott XR-alkalmazások folyamatos fejlesztése nemcsak a döntéshozatal és a felderítés területén nyit meg új dimenziókat, hanem az autonóm rendszerek, drónok és fejlett prediktív modellek alkalmazásában is. A modern hadviselésben a mesterséges intelligenciával támogatott vizualizáció már nem csupán egy játék, hanem egy elengedhetetlen harceszköz, amely jelentős előnyöket kínál a csatatéren, ugyanakkor átalakítja a hadviselés jövőjét is. A technológia fejlődésével a mesterséges intelligencia katonai keretekbe történő integrációja egyre inkább bővülni fog, magában foglalva a kiberbiztonságot, a pszichológiai hadviselést és az együttműködő robotikát. Végso soron a modern katonai hadviselésben a hadviselés természetének teljes újradefiniálása zajlik a szemünk láttára, de ennek legfontosabb összetevője továbbra is maga az ember.

Éppen ezért ebben a cikkben először röviden megvizsgáljuk, hogy milyen hatékony stratégiai megoldások jellemzőek mostanság a mesterséges intelligenciával támogatott technológiai megoldásokra, milyen buktatói vannak a védelem területén, ezt követően pedig az XR- és MI-eszközök valóságérzékelésre gyakorolt hatásait elemezzük alaposabban.

## A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI ÉS VESZÉLYEI A VÉDELEM TERÜLETÉN

A mesterséges intelligencia szerepe a védelmi szektorban folyamatosan növekszik, a technológiai fejlődés pedig új lehetőségeket nyit meg. A stratégiai gondolkodásnak nemcsak a meglévő képességek optimalizálására kell összpontosítania, hanem az új alkalmazási területek felfedezésére is.

Az autonóm rendszerek fejlesztése során egyre nagyobb figyelem irányul az ember-gép együttműködés optimalizálására. Az emberi döntéshozatalt kiegészítő rendszerek nemcsak gyorsabb reakcióidőt tesznek lehetővé, hanem javítják a döntések pontosságát is. Az MI alkalmazása továbbá elősegíti a mesterséges szimulációkat, amelyek a katonák képzésében és a harcászati forgatókönyvek tesztelésében nyújtanak kiemelkedő támogatást.

A mesterséges intelligenciával támogatott technológiai fejlesztések és a műveleti igények összehangolására külön hangsúlyt kell fektetni. A nemzetbiztonsággal és a védelemmel foglalkozó szervezetek számára ez azt jelenti, hogy olyan rendszereket kell tervezni, amelyek közvetlenül bizonyos konkrét kihívásokra reagálnak, legyen szó valós idejű harctéri döntéshozatalról vagy az ellátási lánc optimalizálásáról.

Az egyre kiszámíthatatlanabbá váló geopolitikai környezetben az „ahogy szoktuk” megoldások nem vagy csak nagyon alacsony hatásofokkal működnek, éppen ezért válik egyre fontosabbá a konfliktusok előrejelzése és a „személyre szabott” válaszok megfogalmazása, amihez azonban a gépi tanulásra, az adatok annotálására és az MLOps-képességekre elengedhetetlenül szükség van. Ezek hiányában az MI-rendszerek integrálása az operatív környezetbe nehézkes, vagy éppen lehetetlen.

A mesterséges intelligenciával támogatott megoldások kidolgozása során kiemelten fontos az adatbiztonság és az etikus alkalmazások biztosítása. Az érzékeny információk kezeléséhez szükség van szigorú adatvédelmi szabályokra, miközben az algoritmusok torzításmentes működését is garantálni kell. Az átláthatóság, a felelősségre vonhatóság és az emberi irányítás kulcsfontosságú szempontok a technológia bevezetése során, különösen a védelmi szektorban, ahol az emberi életek forognak kockán minden egyes döntés meghozatalakor.

Azt is figyelembe kell venni, hogy a nyitott architektúrájú rendszerek segítik az innovációt, csökkentik az egyetlen beszállítótól való függőséget, valamint fokozzák az alkalmazkodóképességet a gyorsan változó konfliktus-forgatókönyvekhez. Éppen ezért a dolgokat technológiai oldalról vizsgálva elengedhetetlen a kettős hasznosítású termékek fejlesztése, hiszen a civil alkalmazások biztosítják az agilis fejlesztési ciklusokhoz szükséges gyorsaságot és transzparenciát, a modern hadviselési követelményekhez pedig a fejlesztés későbbi fázisaiban a végfelhasználók (operátorok) és a fejlesztők összekapcsolásával lehet eljutni. A nyitott architektúrájú rendszerek lehetőséget adnak a többoldalú együttműködésre a szövetséges országok között (különösen a NATO keretében), és ezek használatával a tagállamok közösen dolgozhatnak ki MI-megoldásokat, amelyek növelik a közös műveletek hatékonyságát, valamint lehetővé válik a szabványok gyors elfogadása és az új innovációk széles körű elterjedése.

Ahogy az az előző példából is láthattuk, a mesterséges intelligencia jelentős lehetőségeket rejt, ugyanakkor helytelen alkalmazása drámai következményekkel járhat. Az adatok minősége például kritikus fontosságú az MI-rendszerek tanítása során. A hibás vagy torzított adathalmazok katasztrofális eredményekhez vezethetnek, éppen ezért a megbízható adatkezelési protollok biztosítása elengedhetetlen az MI-modellek pontosságának garantálásához.

A katonai alkalmazások során egy másik nagy kihívás a kibervédelmi sebezhetőségek kezelése. Itt nem feltétlenül csak a tradicionális kibertámadásokra kell gondolnunk, amelyek során érzékeny vagy minősített adat szivároghat ki és kerülhet az ellenség kezébe. Az MI-rendszerek különösen érzékenyek az olyan kevésbé szembetűnő fenyegetésekre, mint az adatomérgezés és a modellmanipuláció, ahol a potenciális ellenfelek szándékosan kompromittálhatják a tanulási adatokat.

Az MI képességeinek túlbecsülése a harmadik kritikus buktató. A védelmi szektor túlbecsülheti az MI autonóm képességét, ami ahhoz vezethet, hogy bizonyos rendszerek emberi felügyelet nélkül oldanak meg egyre összetettebb kihívásokat. Nem szabad elfelejtenünk, hogy napjainkban az MI csupán egy eszköz az emberi döntéshozatal támogatására, és nem pedig annak helyettesítésére hoztuk létre. Vagyis a döntéshozatalban mindig az ember a kulcsfontosságú szereplő a felelősség és az operatív integritás fenntartása érdekében.

Ezeknek az alapvető problémáknak a felismerése és kezelése révén a mesterséges intelligenciával támogatott különböző XR-alkalmazások rövidesen elvezethetnek odáig, hogy a védelmi célú fejlesztések hatékonyan használhatják az MI-t, miközben minimalizálják az annak alkalmazásával járó kockázatokat.

## A MESTERSÉGES INTELLIGENCIÁVAL TÁMOGATOTT XR-TECHNOLÓGIAI ESZKÖZÖK ÉS A VALÓSÁGÉRZÉKELÉS

Az XR (Extended Reality) olyan technológiai eszközök összessége, melyeknek célja a valóság átalakítása, akár manipulálása, bővítése vagy teljes helyettesítése digitális elemekkel annak érdekében, hogy a felhasználók számára újfajta élményeket biztosítson. Maga az XR fogalom valójában egy spektrumot takar, amely magában foglalja a VR- (Virtual Reality:

virtuális valóság), AR- (Augmented Reality: kiterjesztett valóság) és MR- (Mixed Reality: kevert valóság) technológiákat. A VR teljes mértékben helyettesíti a valós világot egy szimulált, számítógép által generált környezettel. Az AR a valós környezetet digitális elemekkel egészíti ki, amelyeket valós időben láthatunk és használhatunk. Az MR a VR és AR közötti átmenet, ahol a valóság és a digitális világ egyesül, és a két környezet kölcsönhatásban áll egymással.

A mesterséges intelligencia, illetve az XR-technológiák kombinációja még ennél is összetettebb, új lehetőségeket teremt, a technológiai fejlődés üteme alapján pedig várható, hogy ez a folyamat tovább erősödik. Az MI által vezérelt generatív XR, a nagy nyelvi modellek (LLM-ek) alkalmazása az XR-ben, valamint az adaptív és kontextusfüggő XR-élmények fejlesztése az utóbbi években robbanásszerű. Ugyanakkor nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy ezek a technológiák olyan mértékben képesek manipulálni az érzékszerveink által közvetített információkat, hogy a valóság és a virtuális élmények közötti határvonal egyre elmosódottabbá válik.

A valóságérzékelés pszichológiai szempontból az a folyamat, amely során az egyén az érzékszervein keresztül érkező ingereket feldolgozza és értelmezi, kialakítva ezzel a környezetéről alkotott szubjektív képét.<sup>6</sup> Magában foglalja az érzékszervi észlelést, a kognitív feldolgozást és az érzelmi reakciókat, amelyek összességében lehetővé teszik, hogy az emberek megértsék és adaptív módon viszonyuljanak a valós világhoz. Továbbá a valóságérzékelés az önazonosság, az érzelmi stabilitás és a társas kapcsolatok alapját is képezi, biztosítva az egyén számára, hogy képes legyen megkülönböztetni a belső mentális állapotait (például gondolatok, érzelmek) a külső világ tényeitől. A valóságészlelés torzulása tehát szorosan összefügg az egyén mentális egészségével, és nemcsak a mindennapi életvezetés és érzelmi jóllét károsodásával járhat, hanem számos súlyos mentális betegség, például pszichotikus zavarok meghatározó tüneti jellemzője is lehet.<sup>7</sup> Ezek a torzulások gyakran hallucinációk, téveszmék és a valóság iránti bizonytalan viszonyulás formájában jelentkeznek, amelyek jelentős distresszt és funkciócsökkenést okoznak az érintett egyének életében.

Mivel a valóságérzékelés az érzékszerveink által közvetített információkra és az agyunk által végzett interpretációkra épül, a folyamat több szinten is manipulálható. Egyrészt az érzékszervi torzítás révén, mivel az érzékszerveink által felfogott ingerek (pl. látvány vagy hangok) módosítása vagy mesterséges előállítása megváltoztatja a valóság észlelését. Másrészt a kognitív értelmezés alapján, mivel az agyban létrejövő interpretációk szintén befolyásolhatók mesterségesen generált környezeti ingerekkel.

Az XR- és az MI-technológiák közvetlenül hatnak mindkét folyamatra, így képesek torzítani vagy helyettesíteni az emberi valóságérzékelést.

A VR-technológia szinte teljes mértékben elválasztja a felhasználót a fizikai környezettől egy teljesen digitálisan létrehozott világba helyezve őt. A bevonódás – vagy immerzió – azt jelenti, hogy a VR-eszközök a vizuális, auditív és tapintási ingereket manipulálják, így a felhasználó úgy érzi, mintha valóban a virtuális világban lenne. Mivel a VR-ben tapasztalt események érzelmi válaszokat válthatnak ki, amelyek valós élményekként raktározódhatnak el, létrejön a kognitív disszonancia. A VR hosszabb használata után a valós világ érzékelése (mint például az időérzékelés és a térbeli orientáció) átmenetileg megváltozhat.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> Gibson 1979.

<sup>7</sup> Diagnostic and Statistical... 2022.

<sup>8</sup> Gall et al. 2021.

Az XR-technológia ötvözi a valós és a virtuális világ elemeit, lehetővé téve, hogy a felhasználó egyszerre tapasztaljon meg valós és digitális tartalmakat. Ennek hatására a valós és a virtuális határvonal könnyen elmosódhat, mivel az XR-eszközök valós időben integrálják a digitális elemeket a fizikai térbe, így a két dimenzió közötti határvonal kevésbé lesz egyértelmű. Ezen felül az XR-technológiák torzíthatják a társas interakciókat is, mivel az XR-alkalmazásokban a virtuális avatarok és a valós személyek közötti interakciók gyakran egyenértékűként jelennek meg.<sup>9</sup>

Az MI-technológia az XR- és a VR-rendszerek „intelligens” komponenseként működik, biztosítva az életszerű interakciókat és a valós idejű adaptációt. Az adatalapú tartalomgenerálás kapcsán az MI képes valóságghű elemzéseket készíteni, műveleti környezeteket és karaktereket szimulálni, amelyek érzelmileg és kognitívan is hitelesnek tűnnek. Az MI által generált narratívák ugyanakkor nemcsak támogatják, hanem manipulálhatják is a felhasználó percepcióját és döntéshozatalát, és mindez befolyásolja a valóságérzékelést.<sup>10</sup>

## A VALÓSÁGÉRZÉKELES HATÁRVONALÁNAK ELMOSÓDÁSA ÉS VESZÉLYEI

A valóságérzékelés határvonalának elmosódása komoly pszichológiai következményekkel jár. Az XR folyamatos használata vezethet hasonló érzékelési zavarokhoz. Az XR-élmények – azaz nem valós események – valóságos érzelmi hatásokat válthatnak ki, például félelmet, szorongást vagy örömet. Az XR folyamatos használata hatással lehet az agy tanulási és adaptációs folyamataira, a neuroplaszticitásra, és megváltoztathatja az érzékszervi észlelést is.<sup>11</sup>

Tudományos kutatások hangsúlyozzák, hogy a modern technológiák – különösen a VR- és az XR-eszközök – új kihívásokat jelentenek a valóságérzékelés fenntartásában, mivel ezek az eszközök mesterségesen létrehozott élményekkel helyettesíthetik vagy torzíthatják a valódi tapasztalatokat. Ez felveti a valóságérzékelés újradefiniálásának szükségességét, különösen a technológia dinamikus fejlődésének korszakában.

A valóságérzékelés torzulása olyan pszichológiai jelenség, amely során az egyén észlelése, értelmezése és reagálása a valóság elemeire eltér az objektív tényektől. Ez a torzulás különböző mértékben fordulhat elő a mindennapi kognitív torzításoktól kezdve egészen a súlyos pszichopatológiai állapotokig.

A védelmi célú fejlesztések tekintetében kiemeltük, hogy a döntéshozatal támogatása az XR-technológiával az egyik legfontosabb fejlesztési irány. Éppen ezért figyelembe kell vennünk, hogy a valóságérzékelés kognitív torzításokat eredményezhet, amelyek az információfeldolgozás során fellépő szisztematikus hibák, az emberi gondolkodás egyszerűsítésére és az energiahatékonyság növelésére irányulnak, ugyanakkor gyakran téves következtetésekhez vezetnek.<sup>12</sup>

A VR/XR-technológiák intenzív, multimodális élményt nyújtanak, amelyek jelentősen megnövelik a felhasználók kognitív terhelését. A figyelem szempontjából a virtuális környezetek kiemelten stimulálják az orientációs reflexet, elősegítve a szelektív figyelem irá-

<sup>9</sup> Van Loon et al. 2018.

<sup>10</sup> Floridi–Chiriatti 2020.

<sup>11</sup> Riva et al. 2020.

<sup>12</sup> Tversky–Kahneman 1974.

nyítását.<sup>13</sup> A hosszabb távú használat azonban figyelmi zavarokat, például a figyelmi fókusz csökkenését vagy a több tevékenység egyidejű végzése (*multitasking*) képességének gyengülését is eredményezheti.<sup>14</sup>

A technológia a döntéshozatalt egyéb direkter beavatkozásokkal is torzíthatja. Az ilyen torzulások következményei különösen jelentősek lehetnek a gazdasági, a politikai és az egészségügyi döntések során, ahol az információ megbízhatósága kulcsszerepet játszik, de a katonai döntéshozatalban szintén előfordulhat, hogy a digitális világban történő fokozott jelenlét a torzult valóságérzékelés kockázatát növeli.

A digitális technológiák valóságérzékelést torzító hatása jelentős mentális egészségügyi problémákhoz is vezethet. Az egyén elveszítheti a valóság és a virtuális világ közötti különbségtétel képességét, ami függőségek kialakulásához, az önértékelés csökkenéséhez és érzelmi kiüresedéshez vezethet.<sup>15</sup> A deperszonalizáció – amelyben az egyén elszakadtnak érzi magát saját testétől vagy környezetétől –, gyakran kapcsolódik az intenzív virtuális élményekhez.<sup>16</sup>

A valós és a virtuális élmények közötti határvonal elmosódása szorongást és dezorientációt válthat ki, különösen hosszabb távú használat esetén.<sup>17</sup> Továbbá a valóságérzékelés tartós torzulása gátolhatja a társas kapcsolatok kialakítását és fenntartását, ami izolációhoz és érzelmi kiüresedéshez vezethet.<sup>18</sup> A súlyos valóságérzékelési zavarok – például a disszociatív zavarok és a derealizáció – jelentősen csökkentik az egyén képességét a normális társas működésre, életvezetésre. Ezek az állapotok komoly szorongást, identitásvesztést, valamint az életminőség romlását okozhatják.<sup>19</sup> Extrém esetekben, például paranoid vagy téveszmés állapotokban, az egyén nem képes megkülönböztetni a valóságot az elképzelttől. Ez a helyzet jelentős kockázatot jelenthet az egyén számára, beleértve a társadalmi kirekesztettséget, munkahelyi vagy családi problémákat, valamint az ön- vagy mások felé irányuló agressziót.<sup>20</sup>

A VR/XR-környezetben a felhasználók agya a mesterséges ingereket valóságnak értelmezheti. Ez különösen igaz, ha az illúzió több érzékszervet érint, például látást és tapintást egyszerre.<sup>21</sup> Ez az illúzió azonban azzal a veszéllyel jár, hogy a felhasználók egyre nehezebben különböztetik meg a mesterségesen generált tartalmat a valós élményektől. Az XR-alkalmazások során használt avatarok vagy digitális testek hatással lehetnek az egyén önazonosságára. Kutatások kimutatták, hogy az XR-ben eltöltött idő alatt a testkép és az énkép változása mélyebb pszichológiai konfliktusokat eredményezhet a való világban.<sup>22</sup>

Az XR-technológiák a társas interakciók színterét is áthelyezik a digitális térbe, ami az offline társas kapcsolatok csökkenéséhez és a kapcsolati intimitás elvesztéséhez vezethet. A virtuális környezetbe történő belemerülés egyfajta menekülési lehetőség is lehet a való világhoz kapcsolódó, érzelmileg megterhelő helyzetek elől, ami könnyen függőséghez vezethet. Az addiktív hatást az is erősíti, hogy ezek a technológiák magas szintű jutalmazást

<sup>13</sup> Parsons–Rizzo 2008.

<sup>14</sup> Bowman et al. 2018.

<sup>15</sup> Griffiths–Pontes 2014.

<sup>16</sup> Rizzo et al. 2019.

<sup>17</sup> Segovia–Bailenson 2009.

<sup>18</sup> Sas–O’Hare 2003.

<sup>19</sup> Van der Kolk 2015.

<sup>20</sup> Beck–Haigh 2014.

<sup>21</sup> Blascovich–Bailenson 2011.

<sup>22</sup> Turkle 2017.

biztosítanak. Ezek a mechanizmusok serkentik az agy dopaminrendszerét, amely hosszú távon addikcióhoz vezethet, különösen a fiatalabb generációk körében.<sup>23</sup>

## PROAKTÍV STRATÉGIÁK A VALÓSÁGÉRZÉKELÉS ÉS -MEGTARTÁS TÁMOGATÁSÁRA ÉS JÖVŐBELI KUTATÁSI LEHETŐSÉGEK

A kognitív pszichológia és a szociális neurotudomány felhívja a figyelmet az emberi agy korlátozott kapacitására az információfeldolgozás területén, különösen nagy mennyiségű és komplex ingerek esetén.<sup>24</sup> Mivel az XR- és a VR-technológiák fokozottan manipulálják a perceptuális és kognitív rendszereket, észlelési torzulásokat és kognitív disszonanciát létrehozva, ezek óhatatlanul kihatnak az egyén identitáskonstrukciójára, érzelmi szabályozására, valamint szociális kapcsolataira,<sup>25</sup> valamint szoros összefüggésben állnak a digitális túltelítődéssel és az információfüggőséggel.

A technológia fejlesztése során tehát nem szabad szem elől téveszteni azt a tényt, hogy az nem csupán eszköz, hanem élő ökoszisztéma, amely kölcsönhatásba lép az emberi pszichével. Az MI- és az XR-technológiákra ez különösen jellemző, és e technológiák előnyeinek kihasználása érdekében fontos, hogy a felhasználók megértsék, hogyan hatnak ezek a rendszerek az érzékelésükre és a viselkedésükre.

A tudatos technológiahasználat kialakítása hosszú távon csökkentheti a torzulások és a pszichológiai stressz hatásait, miközben támogatja a kognitív rugalmasságot és az adaptív gondolkodásmódot.<sup>26</sup> A tudatos megelőző stratégiák alkalmazása és a technológiahasználat hatásainak megértése éppen ezért kulcsfontosságú kutatási terület. A felhasználók edukációjának olyan területekre kell kiterjednie, mint az algoritmusok működése, az álhírek felismerése és a tartalmak kritikus értékelése.<sup>27</sup> Kiemelten fontos a kritikus gondolkodás fejlesztése olyan oktatási programok és gyakorlatok alkalmazásával, amelyek a logikus és analitikus gondolkodást erősítik, minimalizálva a kognitív torzító mechanizmusokat.<sup>28</sup> Ezen felül az olyan pszichológiai technikák, mint a tudatos jelenlét (*mindfulness*) és az érzelmi szabályozás eszközei, csökkentik az érzelmi torzulásokat és stresszhatásokat,<sup>29</sup> növelve ezzel a mentális ellenálló képességet.

A VR/XR/MI-technológiák hosszú távú hatásainak vizsgálata a valóságérzékelésre tehát az egyik legígéretesebb kutatási terület napjainkban, mivel hosszú távú hatásai még nem teljesen ismertek, de a meglévő kutatások alapján számos kritikus kérdés vetődik fel.

Mivel a technológia nem csupán eszköz, hanem az emberi tapasztalatok formálójá,<sup>30</sup> ezért a valóságérzékelés és a technológia közötti kapcsolat mélyebb megértése hozzájárulhat ahhoz, hogy feltárjuk, miként lehet minimalizálni a torzulások negatív hatásait, miközben maximalizáljuk a technológia előnyeit.

Az interdiszciplináris megközelítések fontossága ezen a területen nem hangsúlyozható eléggé. A pszichológia, a kognitív tudomány, a neurológia és a számítástechnika integrált

<sup>23</sup> Laier–Brand 2014.

<sup>24</sup> Kahneman 2011.

<sup>25</sup> Loomis et al. 2002.

<sup>26</sup> Floridi–Chiriatti 2020: i. m.

<sup>27</sup> Pariser 2011.

<sup>28</sup> Tversky–Kahneman 1974: i. m.

<sup>29</sup> Baer 2003.

<sup>30</sup> Slater–Sanchez-Vives 2016.

kutatása segíthet megvilágítani azokat a mechanizmusokat, amelyek révén a technológia befolyásolja a valóságérzékelést. Egy ilyen integrált modell lehetőséget nyújt arra, hogy azonosítsuk a valóságérzékelés torzulásának előjeleit és azok kezelési módjait. A kutatások felhívják a figyelmet arra, hogy a VR pszichoterápiás alkalmazása révén hogyan lehet újrahangolni a valóságérzékelési folyamatokat, ami további lehetőségeket kínál a realitástorzítás kezelésére.<sup>31</sup> A jövőbeni kutatások során különös figyelmet kell fordítani azokra a hosszú távú pszichológiai és szociális hatásokra, amelyek az XR-, a VR- és az MI-technológiák széles körű alkalmazásával járnak. Továbbá az egyéni és társadalmi szinten jelentkező hatások megértése elengedhetetlen ahhoz, hogy kidolgozzuk azokat az etikai irányelveket és szabályozásokat, amelyek biztosítják a technológiák felelősségteljes használatát.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Mivel a technológiai fejlesztések felgyorsítják a mesterséges intelligencia (MI) védelmi alkalmazását, annak hatása a hadviselésre és a geopolitikára exponenciálisan növekedni fog a következő három–öt évben. Az intelligens, decentralizált rendszerek egyre inkább átveszik az emberek szerepét, támogatják a döntéshozatalt, míg a polgári és a katonai szektorban egyaránt alkalmazható kettős felhasználású technológiák előmozdítják az innovációt az iparágak között. Ezek az előrelépések azonban szabályozási és etikai kihívásokat is hoznak magukkal, különösen akkor, amikor az MI képességei túlnőnek a meglévő kereteken. Ebben a cikkben azonban a technológia fejlesztésének egy másik kritikus aspektusára hívtuk fel a figyelmet, történetesen az emberi dimenzióra, vagyis a mesterséges intelligenciával támogatott XR-rendszerek valóságérzékelésre gyakorolt kognitív és érzelmi hatásaira.

Az MI jövője a védelmi szektorban az alkalmazkodóképességen és az együttműködésen múlik. Versenylényhöz jutnak azok a szervezetek, amelyek befektetnek a jövőbiztos rendszerekbe, amelyek képesek fejlődni a technológiai előrelépésekkel, valamint a műveleti igényeket megfogalmazva a gyakorlatba is átültetni a felhasználó szintjén a technológiát. Ennek a folyamatnak azonban az egyik legfontosabb lépése a végfelhasználó (az ember) adaptációs képességeinek pontos feltérképezése, kalibrálása és a fejlesztések összehangolása ezekkel a korlátokkal.

Az MI védelmi integrációjával kapcsolatos kihívások kezelése nem csak technológiai átörést igényel, az emberi dimenzió kulcsfontosságú tényezőként van jelen. Stratégiai vízióra, erős védelmi mechanizmusokra és folyamatos együttműködésre van szükség a kormányzati szervezetek, iparági vezetők, innovátorok és a katonai végfelhasználók között. Az innovációs folyamatok segítségével kihasználhatjuk a mesterséges intelligencia lehetőségeit a védelmi képességek megerősítésére és a globális biztonság fenntartására, de csak akkor leszünk sikeresek, ha a technológiai és az emberi oldalt egyszerre, szinergikusan fejlesztjük. Amennyiben ezt képesek leszünk megvalósítani, akkor a következő néhány évben – ahogy az MI- és XR-technológia továbbfejlődik –, a védelmi szerepe bővülni fog, olyan átalakító lehetőségeket kínálva, amelyek újradefiniálják a modern hadviselés és a globális stabilitás természetét.

A VR-, az XR- és az MI-technológiák rohamos fejlődése és széles körű alkalmazása új kihívásokat és kockázatokat hoz a valóságérzékelés területén. Ezek a technológiák képesek elmosni a valóság és a virtuális élmények közötti határvonalat, ami komoly pszichológiai, társadalmi és etikai kérdéseket vet fel. A valóságérzékelés torzulásai nemcsak az egyéni

<sup>31</sup> Riva–Mantovani 2014.

mentális egészségre gyakorolnak negatív hatást, például szorongás, deperszonalizáció és érzelmi diszreguláció formájában, hanem szélesebb társadalmi problémákhoz is vezethetnek, mint a társas izoláció, az információ hitelességének megkérdőjelezése és a döntéshozatali folyamatok torzulása.

A klinikai szakpszichológia kulcsszerepet játszik e technológiák hatásainak monitorozásában és kezelésében. A valóságérzékelési folyamatok mélyebb megértése és a technológia által okozott torzulások korai felismerése hozzájárulhat a megfelelő prevenció és intervenció stratégiák kidolgozásához. Jelentősen csökkenthetik a technológiák által okozott pszichológiai terheket a pszichológusok és más szakemberek közreműködésével kidolgozott oktatási programok, amelyek a kritikus gondolkodás, az érzelmi szabályozás és a tudatos technológiahasználat fejlesztésére fókuszálnak.

A jövőbeli kutatásoknak interdiszciplináris megközelítéssel kell vizsgálniuk a VR-, az XR- és az MI-technológiák hosszú távú pszichológiai és szociális hatásait. Kiemelt fontosságú, hogy etikai irányelveket dolgozzunk ki a technológiák felelősségteljes használatához, valamint olyan szabályozási kereteket hozzunk létre, amelyek minimalizálják a valóságérzékelés torzulásának kockázatait, miközben maximalizálják ezek előnyeit a társadalom és a védelmi szektor számára. A tudományos és a gyakorlati együttműködés révén biztosítható, hogy a technológiai fejlődés az állampolgárok biztonságát és pszichológiai stabilitását egyaránt szolgálja.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Baer, Ruth A.: *Mindfulness training as a clinical intervention: A conceptual and empirical review*. Clinical Psychology: Science and Practice, 10(2), 2003, 125–143. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bpg015> (Letöltés időpontja: 2024. 11. 15.)
- Blascovich, Jim – Bailenson, Jeremy N.: *Infinite Reality: Avatars, Eternal Life, New Worlds, and the Dawn of the Virtual Revolution*. Harper Collins, New York, 2011.
- Bowman, Doug A. et al.: *Questioning naturalism in 3D user interfaces*. Communications of the ACM, 55(9), 2012, 78–88. <https://doi.org/10.1145/2330667.2330687> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 10.)
- *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. APA, Washington, DC, 2022. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 10.)
- Floridi, Luciano – Chiriatti, Massimo: *GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences*. Minds and Machines, 30, 2020, 681–694. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 10.)
- Gall, Dominik et al.: *Embodiment in virtual reality intensifies emotional responses to virtual stimuli*. Frontiers in Psychology, 12, Article 674179, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.674179> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 10.)
- Gibson, J. Jerome: *The Ecological Approach to Visual Perception*. Mifflin and Company, Houghton, 1979.
- Griffiths, Mark – Pontes, Halley: *Internet addiction disorder and internet gaming disorder are not the same*. Addiction Research & Theory, 5(4), e124, 2014. <https://doi.org/10.4172/2155-6105.1000e124> (Letöltés időpontja: 2024. 11. 15.)
- Kahneman, Daniel: *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux, New York, 2011.
- Laier, Christian – Brand, Matthias: *Neurobiological Correlates of Internet Gaming Disorder: A Review*. Addictive Behaviors, 39(12), 2014, 214–222.

- Ling, Justin: *The invisible Russia-Ukraine Battlefield*. Wired Magazine, 2024. 12. 23. <https://www.wired.com/story/electronic-warfare-russia-ukraine/> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)
- Loomis, Jack M. : *Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology*. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 31(4), 2002, 557–564. <https://doi.org/10.3758/BF03200735> (Letöltés időpontja: 2024. 12. 10.)
- Pariser, Eli: *The Filter Bubble: What the Internet is Hiding from You*. Penguin Books, London, 2011.
- Parsons, Thomas D. – Rizzo, Albert A.: *Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis*. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 39(3), 2008, 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2007.07.007> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)
- Riva, Giuseppe et al.: *Extending the self through the tools and the others: A general framework for presence and social presence in mediated interactions*. In: Interacting with Presence: HCI and the Sense of Presence in Computer-Mediated Environments. De Gruyter, 2014, 9–31. <https://doi.org/10.2478/9783110409697.1> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)
- Riva Giuseppe et al.: *Virtual reality in neurorehabilitation: a review of its effects on multiple cognitive domains*. Expert Rev Med Devices, 17(10), 2020, 1035–1061. DOI: 10.1080/17434440.2020.1825939
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32962433/> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)
- Rizzo, A. et al.: *Clinical results using virtual reality*. Journal of Technology in Human Services, 37(1), 2019. <https://doi.org/10.1080/15228835.2019.1604292> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)
- Sas, Corina – O'Hare, Gregory M. P.: *Presence Equation: An Investigation into Cognitive Factors Underlying Presence*. Presence, vol. 12, no. 5, 2003, 523–537. <https://doi.org/10.1162/105474603322761315> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)
- Segovia, Kathryn – Bailenson, Jeremy: *Virtually true: Children's acquisition of false memories in virtual reality*. Media Psychology, 12(4), 2009, 107–113. <https://doi.org/10.1080/15213260903287267> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)
- Slater, Mel – Sanchez-Vives, Maria V.: *Enhancing our lives with immersive virtual reality*. Frontiers in Robotics and AI, Vol. 3, 2016. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)
- Turkle, Sherry: *Reclaiming Conversation: The Power of Talk in a Digital Age*. Penguin Books, London, 2017.
- Tversky, Amos – Kahneman, Daniel: *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Science, Vol. 185, Issue 4157, 1974, 1124–1131. <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)
- Van der Kolk, Bessel: *The body keeps the score: Brain, mind, and body in the healing of trauma*. Penguin Books, London, 2015.
- Van Loon, Austin et al.: *Virtual reality perspective-taking increases cognitive empathy for specific others*. PLOS ONE, 13(8), e0202442, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202442> (Letöltés időpontja: 2025. 01. 11.)