

Kovács Gergely¹

**A KITERJESZTETT VALÓSÁGALAPÚ TECHNOLÓGIA
ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI ÉS KORLÁTAI A VÉDELEM
ÉS A POLGÁRI LOGISZTIKA TERÜLETEIN**

DOI: 10.30583/2020/1-2/054

Absztrakt

Napjainkban a védelmi feladatok végrehajtásának hatékonysága alapvetően függ a korszerű informatikai és technológiai eszközök alkalmazásától, de egyre elterjedtebbek és fontos szerepet töltenek be a személyi viselhető informatikai eszközök is ebben a folyamatban. Különösen igaz ez a kiterjesztett valóság alapú technológiára, amelynek gyakorlatban történő alkalmazási lehetősége legjobban a védelmi szférában és a polgári logisztika területén figyelhető meg. A cikk szerzője ismerteti e technológia alkalmazásának lehetőségeit és korlátait, bemutatja, hogy a rendkívül szerteágazó informatikai eszközök hogyan alkalmazhatók a vizsgált területeken, valamint az alkalmazott személyi viselhető eszközöknek milyen hatása van a végrehajtó állományra. Elemzi a kiterjesztett valóság alapú eszközök alkalmazásának humán kérdéseit, fizikai, pszichikai hatásait.

Kulcsszavak: *logisztika, személyi viselhető eszközök, kiterjesztett valóság, virtuális valóság, pszichikai és fizikai terhelés, ergonómia*

Abstract

Nowadays, the efficiency of the implementation of security tasks depends fundamentally on the use of modern IT and technological tools, but personal wearable IT tools are also becoming more widespread and important in this process. This is especially true for augmented reality-based technology, which has the best application in practice in the field of defense and civil logistics. The author of the article describes the possibilities and limitations of the application of this technology, shows how the extremely diverse IT tools can be applied in the studied areas, and the impact of the personal wearables used by the

1 Kovács Gergely a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola hallgatója, e-mail: kovacs.gergely@uni-nke.hu, ORCID: 0000-0002-1995-394X

executive staff. He analyzes the human issues, physical and psychological effects of the use of augmented reality-based tools.

Keywords: *defense logistics, personal wearables, augmented reality, virtual reality, mental and physical exertion, ergonomics*

Bevezető

Az elmúlt évtizedben a digitalizáció olyan mértékben formálta és alakította át a világot, valamint az eddig megszokott rendszereket, hogy napjainkban a digitális eszközök alkalmazásának hiánya nemcsak hátrányosan érintheti az adott terület működését, de megkérdőjelezheti annak fenntarthatóságát is. A világban megjelenő új kihívások, mint például természeti katasztrófák, migráció, éghajlatváltozás, terrorizmus stb. olyan problémákat fogalmaznak meg, amelyek megoldása nem lehetséges korszerű eszközök nélkül. Különösen igaz ez a védelem, a logisztika és az orvostudomány területén azokra a részterületekre, ahol az informatikai, a digitális és a képalkotó eszközök alkalmazása nélkülözhetetlen, és azokat széles körben alkalmazzák.

A védelmi, ezen belül a katonai és a katasztrófavédelmi feladatokat nem lehet eredményesen és hatékonyan végrehajtani a gyors döntéshozzáshoz szükséges informatikai háttér, a gyorsan változó események dokumentálásához szükséges képalkotó és rögzítő eszközök, berendezések, valamint a veszélyes beavatkozások során alkalmazott robottechnika nélkül. Az utóbbi évtizedben hasonló helyzet alakult ki a polgári logisztika területén, ahol a logisztikai hálózatok nagyméretű raktárbázisainak automatizált kiszolgálása és működtetése elképzelhetetlen korszerű informatikai rendszerek nélkül.

Az elmúlt években egyre sikeresebben alkalmazzák a polgári életben, különösen a logisztika, az orvostudomány és az oktatás területén a kiterjesztett valóság (Augmented Reality, a továbbiakban: AR) és a virtuális valóság (Virtual Reality, továbbiakban: VR) személyi viselhető eszközöket. A védelem területén is komoly kísérletek folynak arra vonatkozóan, hogy ezt a technológiát milyen céllal, milyen feladatra lehet alkalmazni, és ehhez milyen feltételrendszereket kell kialakítani. Ennek alapvető feltétele az új eszközöknek a hagyományos eszközrendszerbe történő integrálása, amely komoly feladat elé állítja a szakembereket, nemcsak a bevezetés, rendszerbeállítás és az ehhez kapcsolódó kiképzés kihívásai miatt, hanem azért is, mert jelenleg még nem

állnak rendelkezésünkre a védelmi szféra aspektusából ebben a témában minden részletre kiterjedő kutatási anyagok és eredmények. A témában a technológiához és a műszaki fejlesztésekhez köthető kutatás nagyon előrehaladott, de az eszköz humán, azaz felhasználói működtetés szempontjából történő vizsgálata még hiányosnak tekinthető.

Felmerül a kérdés, hogy az AR és a VR eszközök alkalmazásához milyen sajátos képességek, készségek szükségesek, és ezeket hogyan lehet kialakítani. Nincs megfelelő ismeretünk a használat során felmerülő problémákról és azok megoldási lehetőségeiről. Nem ismert továbbá a használat elsajátítása során kialakuló hozzászokás folyamata sem, pedig ezek feltérképezése elengedhetetlen az ilyen személyi viselhető eszközök hosszú távú alkalmazásához.² Ahhoz, hogy megválaszoljuk ezeket a kérdéseket, vizsgálom az AR és a VR eszközök alkalmazásának lehetőségeit és korlátait a védelem és a polgári logisztika területén, valamint az eszközökhöz üzem közben való fizikai alkalmazkodás kérdéseit, továbbá a virtuális tér használatához kötődő pszichológiai hatásokat.

A kiterjesztett valóság alapú technológiák működési elve, alkalmazásuk lehetőségei a védelem területén

A védelmi szférában a modernizációra való törekvés és a hatékonyság növelése mindig is kiemelt szempont volt. Ettől csak abban az esetben tért el a védelmi fejlesztési stratégia, ha a rendelkezésre álló erőforrások nem adtak lehetőséget a legújabb technológia beszerzésére, vagy az eszköz akkori fejlesztési állapota nem felelt meg a követelményeknek, esetleg a rendszerbeállítás feltételei, körülményei nem álltak rendelkezésre. A felgyorsult és az állandó digitális változás miatt azonban nem mindig lehet naprakészen követni a fejlődést, ezért a jelenkor tudósainak felelőssége, hogy olyan témában is legyenek kutatások, amelyek támogatják a védelmi szférában felhasznált digitális eszközök rendszerbeállítását, valamint az alkalmazás során felmerülő kérdések és dilemmák megválaszolását. A cikk témája éppen egy ilyen új terület bemutatása, amely a védelmi szféra számára is komoly lehetőséget kínál.

2 Hornyacsek Júlia: A katasztrófák elleni védekezés műszaki szakfeladatainak rendszere, a végrehajtás követelményei, módszerei, és eszközei. Műszaki Katonai Közlöny, XXVIII. évfolyam: 2018. 112. oldal.

Az AR-technológia lényege, működési elve

Az AR-technológia egy számítógép által generált környezet, amelyben az információs tartalom a fizikailag létező valós tér egyes objektumai felett jelenik meg. Az AR-technológiára épülő alkalmazások esetében a virtuális tartalom hely-specifikus adatok (GPS) vagy a kamera által érzékelt kép alapján jelenik meg. Ez utóbbi esetében két-féle megoldás létezik:

- egy adott AR marker (jel) felismerése szükséges a tartalom megjelenítéséhez;
- vagy a napjainkban már elérhető fejlettebb tartalom esetén elegendő egy kamera által jól felismerhető kép is az objektumról.

Amint az érzékelő felismeri az adott jelet, és összegyűjti a virtuális tartalom megjelenítéséhez szükséges adatokat, kiterjeszti az érzékelhető valóságot audiovizuális elemmel.³

Kialakulása még 1968-ra vezethető vissza, amikor Ivan Sutherland megalkotta az első, fejre szerelhető 3 dimenziós kijelzőt, amely segítségével egy egyszerű grafikával rendelkező szoba képe jelent meg a felhasználó előtt. 1992-ben a Boeing-cég a szerelői számára kidolgozott egy módszert, amely segítségével virtuálisan láthatták a beszerezendő alkatrészeket és azok helyét a repülőgépre vetítve.

Az első AR-technológiára épülő alkalmazások között találjuk a vadászrepülőgép-vezetők számára kifejlesztett interaktív kijelzőt, amelyen az alapvető repülési adatok látszottak, nem takarva a sisakból történő kilátást.⁴ A mindennapokban elsőként az élő televíziós sportközvetítések eredményjelzéseinél találkozhatunk kiterjesztett valósággal. Az AR-technológia interaktívan ötvözi a valóságot a virtualitással valós időben, így a szemléltetés egy új formájává válik fizikai modellek

3 Kuttner Ádám, Romhányi Ágnes, Wilfred Etadaferua: Mobil AR Education – a kiterjesztett valóság lehetőségei az oktatásban - ELTE IK Interaktív média óra
Forrás: <http://matchsz.inf.elte.hu/VVprojekt/MobilAReducation.pdf> (Letöltve: 2020.03.11.)

4 Thomas. P. Caudell, Daniel W. Mizell: Augmented Reality. An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes, Proceedings of 1992, IEEE Hawaii International Conference on Systems Sciences, 659-669. oldal
Forrás: https://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=378&filter=issuelid%20EQ%20%224718%22&pageNumber=3&rowsPerPage=75&pageNumber=1&resultAction=REFINE&resultAction=ROWS_PER_PAGE (Letöltve: 2020.03.28.)

szüksége nélkül, amely akár otthon is könnyen elérhető. Az oktatásban már számos helyen fellelhető ez a technológia, felhasználó tananyagok és oktatási csomagok formájában. Az ilyen interaktív szimulációk elősegítik a komplex folyamatok megértését.⁵ Elterjedésükben közrejátszik, hogy az AR-tartalom megjelenítéséhez szükséges eszközök ára az elmúlt években csökkent, így elérhetővé válik az infrastrukturális háttér kiépítése is.

A VR-technológia lényege, működési elve

A digitális fejlődés egyik fontos állomása a VR-technológia, amely nagyban hozzájárulhat az oktatási hatékonyság és információátadás növeléséhez, valamint a hagyományos oktatási eszközökkel szemben számos előnnyel rendelkezik. Az elmúlt években óriási figyelmet kapott mind a nagyvállalatok, mind a tudományos világ részéről is. Különböző tanulmányok bizonyítják, hogy a hallgatóság figyelmének és érdeklődésének felkeltésében nagy szerepe van az információt interaktív eszköz segítségével bemutató eszközöknek. A VR-technológia alkalmazása esetén nagyobb valószínűséggel sikerül fenntartani a folyamatos érdeklődést, mert a hagyományos vizuális megjelenítő eszközökkel szemben a „VR” segítségével könnyebb lekötni a használók teljes figyelmét, ezáltal a platformon átadott információ nagyobb arányban marad meg a használó memóriájában. Ez azért különösen fontos, mert napjainkban az embereket a korábbiaknál sokkal több inger éri, így rövidebb ideig tudnak koncentrálni egy adott témára. A VR-technológia segítségével bármilyen helyzetet szimulálni lehet, így a résztvevők úgy érzik, hogy első kézből tapasztalják meg az adott helyzetet, lehetőségük nyílik megélni az adott feladatot ahelyett, hogy kizárólag a képzeletükre hagyatkoznának.

Az elmúlt években számos vállalat használta fel a technológia eredményeit annak érdekében, hogy a munkások betanulásának folyamatát hatékonyabbá és rövidebbé tegyék. Például az UPS csomagküldő vállalat a sofőrjei számára olyan képzést indított el, amely a VR-technológia segítségével valóságként szimulálja a közutakon előforduló vészhelyzeteket, így azok észlelésére és azonosítására tanítja a képzésben résztvevőket. A VR-technológia befogadhatóbbá teszi a képzési anyagot azáltal, hogy szimulálja a forgalomban való vezetés élményét. Az UPS óriási technológiai lehetőségként tekint a „VR”-re a

5 Raphael Grasset, Mark Billingham, Andreas Dünser, Hartmut Seichter: The Mixed Reality Book: A New Multimedia Reading Experience, Forrás: https://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/2380/12604891_2007-CHI-TheMixedRealityBook.pdf (Letöltve: 2019.05.02.)

biztonsági képzés terén is, amely azon törekvését tükrözi, hogy a legújabb és legjobb műszaki megoldásokat felhasználva védje meg a forgalomban közlekedő kollégáit és a többi utast.

Összességében, a fenti példák, valamint a kutatási eredményeim alapján megállapítható, hogy az „AR”- és a „VR”-technológiák a gyakorlatban bizonyos területeken jól alkalmazhatók, és a feladatok végrehajtását hatékonyan segítik. A cikk korlátozott terjedelme, valamint a téma nagysága nem teszi lehetővé, hogy minden lehetséges alkalmazási területet bemutassak, ezért csak a védelmi szféra - ezen belül is a katonai erő és a katasztrófavédelem -, valamint a polgári logisztika területén történő alkalmazási lehetőségek vizsgálatára térek ki.

A kiterjesztett valóság alapú technológiák alkalmazásának lehetőségei a védelem területén

A védelmi területen kiemelten fontos, hogy az állomány képes legyen a jelenlegi technikai berendezéseit, valamint az új, kifejlesztett és rendszeresített eszközöket szakszerűen és hatékonyan alkalmazni. Ezért az „AR”- és a „VR”-technológiák elsődleges alkalmazási területe a kiképzés lehet. Napjainkban számos ország hadserege használ különböző VR-technológiát a kiképzés elősegítésére hatékonyságának növelése érdekében.

Jelen pillanatban az USA hadereje áll az élen a VR-kiképzések terén hiszen, már 2016 óta alkalmazott módszer a VR-szemüveg és a hozzá kapcsolódó szimulációs kiképzés. Itt a katonák egy virtuális térben hajtják végre a teljesen valóságnak tűnő kiképzést (1. kép).

A virtuális tér objektumai és jelenségei minden szempontból valósághűek, beleértve az emberi viselkedést és reakciókat is. A szimulált harcászati helyzetnek megfelelően, tetszőleges szervezeti felépítés, jármű- és fegyvertulajdonosság, települési pozíciók kerülhetnek kialakításra. A földrajzi tér valósághű modellezése digitális, vektoros formátumú terepadatbázis alapján történik csak úgy, mint a Magyar Honvédségben rendszeresített KRONOS esetében.

Ezek a szimulációs eljárások azonban nem használják ki a civil szférában már elérhető hat szabadságfokú VR-eszközöket, így – mint a fenti példa esetében is – csak három szabadságfokú szimulációról beszélhetünk, amely ebben az esetben azt jelenti, hogy a résztvevő katona nem mozdul a helyéről a kiképzés folyamán, és a kezében található

vezérlővel tudja megoldani a helyzetváltoztatást a virtuális térben.⁶ Ezen VR-szimulátor megoldásra egy nagyon kézenfekvő példa a Bohemian VBS3 interaktív VR-szimulátor, amely nem csak a jelenleg használatos katonai megoldásokat tudná kiszolgálni, hanem a védelmi szféra egyéb területein is környezetterhelést csökkentő megoldás lehet.



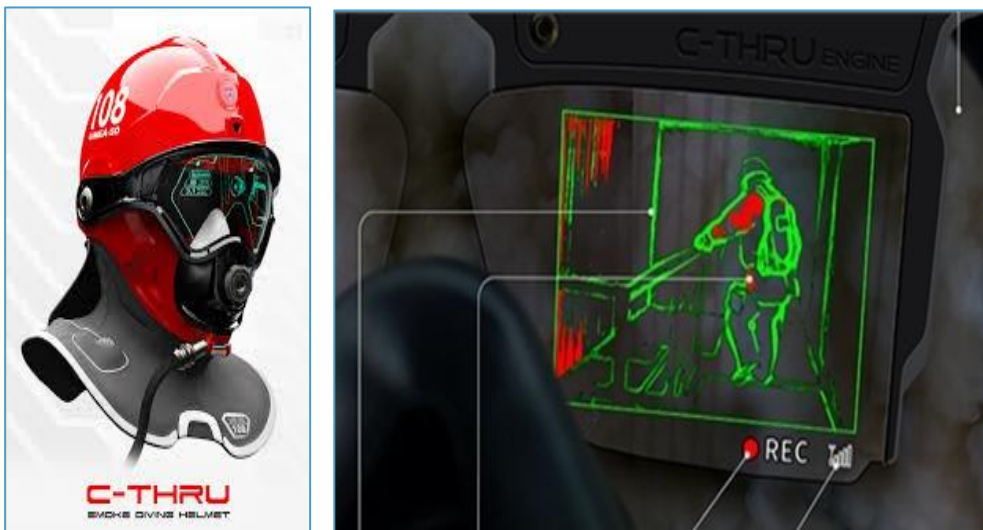
1. számú kép. VR-szimulátor gyakorlat közben az USA kiképző központjában. Forrás:⁷

A szimulációs szoftver valósághű virtuális környezetben kínál különböző végrehajtandó feladatokat a kiképzés alatt. A szoftverben a felhasználó hadseregekben rendszeresített járművek és fegyverek összes valósághű modellje megtalálható, illetve az újabb megrendelők számára nagyon hasznos, hogy a szoftver interoperabilitása rendkívül széles. A rendszer modulárisan épül fel, azaz az alapszimulátor kiegészíthető mindenfajta feladat szimulálásához szükséges modullal. A VBS3 alkalmas harcszimulációs központokban akár 200 katona – azaz egymáshoz kapcsolt számítógép – egyidejű kezelésére, ahol minden katona egy-egy számítógépet működtet, és végrehajtja a saját perspektívájából a feladatot, amely lehet akár egy épület megtisztítása az ellenséges erőktől vagy egy konvoj biztosítása is. A program használata alatt a cél a kommunikáció, a döntéshozatal és a stratégiai gondolkodás gyakorlása.

⁶ Ez a vezérlő egy joystick formájában rendszerint a fegyveren található.

⁷ Kormányhivatalok a VR használatához képzés, bérbeadás és egyéb célokra <https://readwrite.com/2017/10/26/government-vr-uses/> Letöltés: 2019.05.02

Az elmúlt évek egyik nagy újdonsága a Qwake Tech futurisztikus, AR-tartalommal ellátott sisakja, amely katasztrófhelyzetben számos fontos információval látja el a sisakot viselőt, megkönnyítve ezzel a menekítést.⁸ (2. kép)



2. számú kép. A Qwake Tech futurisztikus, AR-tartalommal ellátott sisakja és a tűzoltó által látott kép füstben, rossz látási viszonyok között⁹

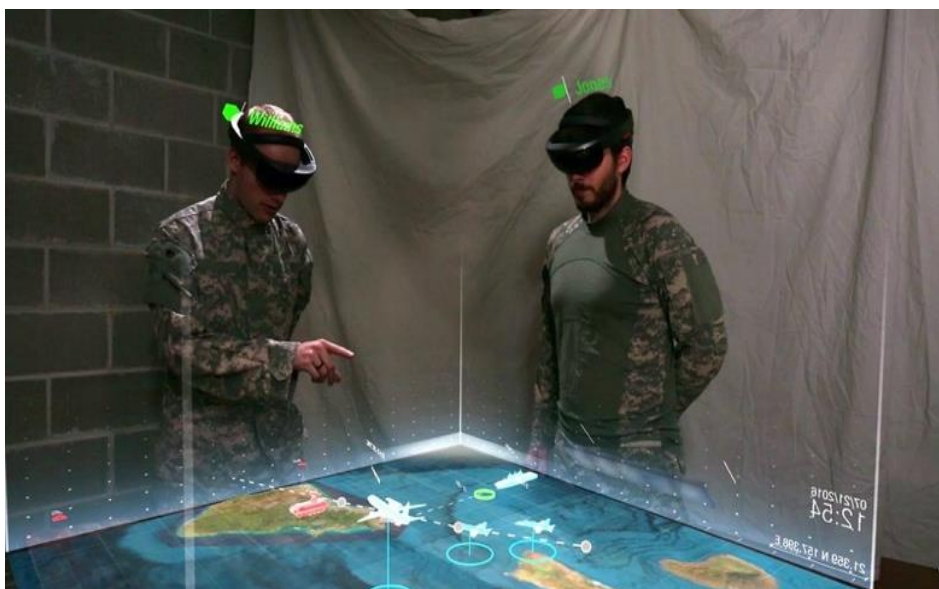
A védelmi szférában rendszeresíthető védősisak nemcsak azért különleges, mert rendkívül sok hasznos információval látja el a sisak viselőjét, hanem azért is, mert a beépített hőkamera továbbított képével a bevetési irányító központban is olyan plusz aktuális információk érhetőek el, amelyek segítik a valós idejű döntéstámogatást.

A sisak felszereltsége lehetővé teszi, hogy ebben az esetben ne csak egy rendszeresített védőfelszerelésről beszéljünk, hanem a felszerelés egyben egy döntéstámogató személyi felderítőeszköz is legyen. Harci stratégiai szimulációra jó példa az Airbus Defense and

8 Bobby Carlton: How augmented reality can help assist firefighters in saving lives, July 8, 2017. Forrás: <https://vrscout.com/news/firefighter-helmet-save-lives-ar/> (Letöltve: 2020.03.19.)

9 This Augmented Reality Helmet Helps Firefighters See Through Smoke to Save Lives, Forrás: <https://singularityhub.com/2017/06/28/this-augmented-reality-helmet-helps-firefighters-see-through-smoke-to-save-lives/#sm.0001h9awwy1puf1hu4n1hhrwcjpd> (Letöltve: 2020.03.11.)

Space által kifejlesztett Sandbox – „Holografikus Taktikai Homokozó”,¹⁰ amely a döntéshozatali folyamat időbeni csökkentését tűzte ki célul (3. kép).



3. számú kép. Az Airbus Defense and Space által kifejlesztett Sandbox - "Holografikus Taktikai Homokozó"¹¹

Ez a megoldás egy 3D-s holografikus térképen alapul, amely a kiterjesztett valóságot használja a küldetések előkészítésében. A Sandbox a parancsnoki láncba integrálva pontos 3D-s ábrázolást biztosít a felhasználónak az Airbus Fortion Tactical alkalmazás által szolgáltatott információk segítségével. Az operátorok egy virtuális terepasztal előtt élőben látják az aktuális információkat, és különböző scenáriókat hoznak létre, amelyeket ezután magasabb döntéshozatali szintekkel osztanak meg. A működési tervezés és a döntéshozatal megkönnyítésével ez az innováció lerövidíti a megfigyelési és döntéshozatali folyamatokat. A számukra legfontosabb információk ismeretével biztosítja a rendkívül gyors döntést.

Az AR- és a VR-megoldások az orvosok és szanitécek munkáját is nagyban megkönnyítik olyan esetekben, amikor végzettséggel nem

10. Airbus Defense and Space által kifejlesztett Sandbox - "Holografikus Taktikai Homokozó", Forrás: <https://vrscout.com/news/the-australian-air-force-is-now-testing-the-microsoft-hololens/> (Letöltve: 2020.03.02.)

11 Dieter Holger: The Australian Air Force Is Now Testing the Microsoft HoloLens, January 23, 2017 <https://vrscout.com/news/the-australian-air-force-is-now-testing-the-microsoft-hololens/> (Letöltve: 2019.05.02.)

rendelkező katonák hajtanak végre távoli támogatással és vizuális instrukcióval elsősegélynyújtást lőtt sebbel rendelkező sérülten (4. kép).

Az ilyen távoli vizuális támogatás a katona AR-szemüvegén élőben jelzi és mutatja az instrukciókat, amelyeket egy távoli orvoscsapat biztosít. Így minimális előképzettséggel, orvosok nélkül lehet egy sebesült állapotát stabilizálni.¹²



4. számú kép. Az amerikai hadsereg különleges műveleti parancsnokságán egy diák orvosi feladatot lát el AR-támogatással a Fort Bragg, NC, 2019. képzés keretében¹³

A védelem területén fontos lehet még a testen hordott különböző szenzorok alkalmazása, amelyek alkalmasak a fizikai aktivitás nyomon követésére. Ezek lehetővé teszik az életjelek monitorozását, megkönnyítik a felhasználó vagy a vezető számára a biztonságos döntések meghozatalát. Ezzel a megoldással lehetővé válik bevetés alatt a személyzet figyelmeztetése az egészségügyi kóros állapot kialakulása előtt, és ha szükséges, meg lehet hozni a további döntéseket (például

12 Eve Meinhardt: Army developing training to expand medical capabilities, March 14, 2019 Forrás: https://www.army.mil/article/218583/army_developing_training_to_expand_medical_capabilities, (Letöltve: 2019.05.02)

13 Forrás: https://www.army.mil/article/218583/army_developing_training_to_expand_medical_capabilities (Letöltve: 2019.05.02.)

a személyzet cseréjére vagy pihentetésére vonatkozóan, amellyel elkerülhetők a személyi tragédiák vagy a nagyobb károk). A bevetés ideje alatt kiemelten fontos a személyzet precíz munkavégzése, mert egy apró hiba is olyan következménnyel járhat, amely lehetetlenné teszi vagy súlyosbítja a művelet eredményes végrehajtását.

A következő évtizedben a felhasznált digitális eszközök gyors cserélődése, változása egyfajta alapkészséget kíván ezeknek az eszközöknek a használatához, mert nem elég az eszköz üzemeltetésének elsajátítása, hanem szemléletmód-változásra is szükség van, és ez egyben egy újfajta képzési metodikát is igényel. Az eszközök digitális mivolta és újszerűsége hozza azt magával, hogy nemcsak az a kérdés, mely eszköz lehet a legideálisabb választás, hanem az is, hogyan lehet felkészíteni a rendszereket arra, hogy képesek legyenek hatékonyan és összehangoltan használni a kiválasztott modern digitális eszközöket.

A kiterjesztett valóság alapú technológiák alkalmazásának lehetőségei a polgári logisztika területén

Az utóbbi évtizedben a logisztika területén végbement informatikai és automatizálási fejlesztések komoly változásokat eredményeztek a raktározás, a szállítás, valamint az üzemeltetés területén, növelve a feladatok végrehajtásának biztonságát és hatékonyságát. Új technológiákat vezettek be a raktári készletek nyilvántartására, a szállítmányok nyomon követésére stb. Ilyen például az RFID-technológia, amely a szállítmányok követésére és a központi logisztikai csomópontok közötti készletek kezelésére szolgál.

Léteznek olyan technológiák, amelyek képesek figyelemmel kísérni egy jármű műszaki állapotát, annak alrendszeit, és jelzik, hogy mikor van szükség az alacsony készletű cikkek (pl.: alkatrészek, üzemanyag vagy olaj) utánpótlására. Az érzékelők riasztásokat adnak ki, amely potenciálisan csökkenti a súlyos kimenetelű meghibásodások kockázatát, valamint a nem várt hibák vagy a szükségtelen alkatrészcserek végrehajtását.

Ezek a technológiák, az alkalmazott logisztikai szoftverek és a személyzet képes a valós idejű flottakezelésre. Ezek a technológiák valós idejű követést biztosítanak a logisztikai folyamatok teljes ideje alatt, és lehetővé teszik a védelmi szféra számára, hogy igény szerint rendelkezzenek ellátást, ezzel egyszerűsítve az operatív egységek logisztikai támogatását.

Az autóiparon belül egyre több vállalat alkalmazza a kiterjesztett és virtuális valóság technológiáját olyan feladatokra, mint készletgazdálkodás, raktározás és karbantartás. A logisztika területén az AR alkalmazása négy fő folyamat követésére és ellenőrzésére alkalmas. Ezek a következők:

- minőségellenőrzés;
- raktározás;
- online készletellenőrzés és bonyolult folyamatok elvégzése közbeni támogatás;
- adatfeldolgozás.¹⁴

Az AR logisztikai alkalmazások felhasználásának egyik vezetője a BMW, amely jelenleg okos szemüveget használ a müncheni üzemének kísérleti projektjében. Egy, a felhasználás közben szünetelt tanulmányban azt láthatjuk, hogy a megfelelő AR-eszközök támogatásával 22%-os időmegtakarítás érhető el, a hibák is 33%-kal csökkennek egy tipikus nyolcórás műszakban.¹⁵ Az alkalmazás másik nagy előnye, hogy még az új vagy ideiglenes alkalmazottak is kiváló minőségben tudják ellátni a feladatokat, mivel az AR-szemüveg folyamatosan jelzi a felhasználónak, hogy mit és hogyan kell csinálni. Ezen kívül, munka közben online támogatást, segítséget, útmutatást vagy jóváhagyást is kaphatnak a vezetőiktől.

Az alkalmazás másik nagy területe a raktározás és az áruszállítás. A DHL globális szinten bővíti *AR Vision Picking Programját* a különböző ipari ágazatokban. Az AR-technológia helyszíni tesztjei bizonyították, hogy jelentős termelékenységgjavulást érhetnek el a raktározási műveletekben. Például az állandó AR-ellenőrzés akár 40%-kal is csökkentheti a hibázások számát.¹⁶ A kiterjesztett valóság alapú eszközök valószínűleg hatással lesznek a raktártervezési folyamatokra is, mivel a mai raktárakat nem csak tárolási és elosztási központokként

14 Rejeb, A: The Challenges of Augmented Reality in Logistics: A Systematic Literature Review. 2019/134. 301. oldal

15 Egger Johannes, Masood Tariq: Augmented reality in support of intelligent manufacturing – A systematic literature review, Computers & Industrial Engineering, 2019 Forrás: https://www.researchgate.net/publication/337724832_Augmented_Reality_in_Support_of_Intelligent_Manufacturing_-_A_Systematic_Literature_Review (Letöltve: 2020.04.25)

16 Bjorn Schwerdtfeger: Bringing HMD-based Augmented Reality, Institut für Informatik der Technischen Universität München, Forrás: <https://media-tum.ub.tum.de/doc/992985/992985.pdf> (Letöltve: 2020.05.03.)

használják, hanem számos, más értéknövelt szolgáltatást is nyújtanak, mint például termékösszeszerelés, címkézés, újracsomagolás, sőt javítás. A szkennereket és a 3D mélységérzékelőket kombináló AR-rendszer segítségével a dolgozók gyorsan rápillanthatnak egy teherautó rakományára, így meg tudják határozni a raklapok, a csomagok vagy akár a teljes térfogat mennyiségét és típusát.

Ezt a mérést összehasonlítják az előre meghatározott értékekkel, és az eredmények ennek megfelelően jelennek meg, beleértve az esetleges károk idő előtti felismerését is.

A vállalat működésében további fontos alkalmazási terület az „utolsó kilométeres szállítás”, amely az ellátási lánc végső fázisa. Az AR használatával minden járművezető releváns információkat kaphat egy adott csomagról, ha egy AR-kijelzővel nézi azt. Ez az információ magába foglalhatja az áruk típusát, súlyát, szállítási címét, kezelési utasításokat, és akár valós időben is kiszámíthatja a helyigényeket, és mutatja a teherautóban lévő lehetséges üres helyeket is. (5. kép)

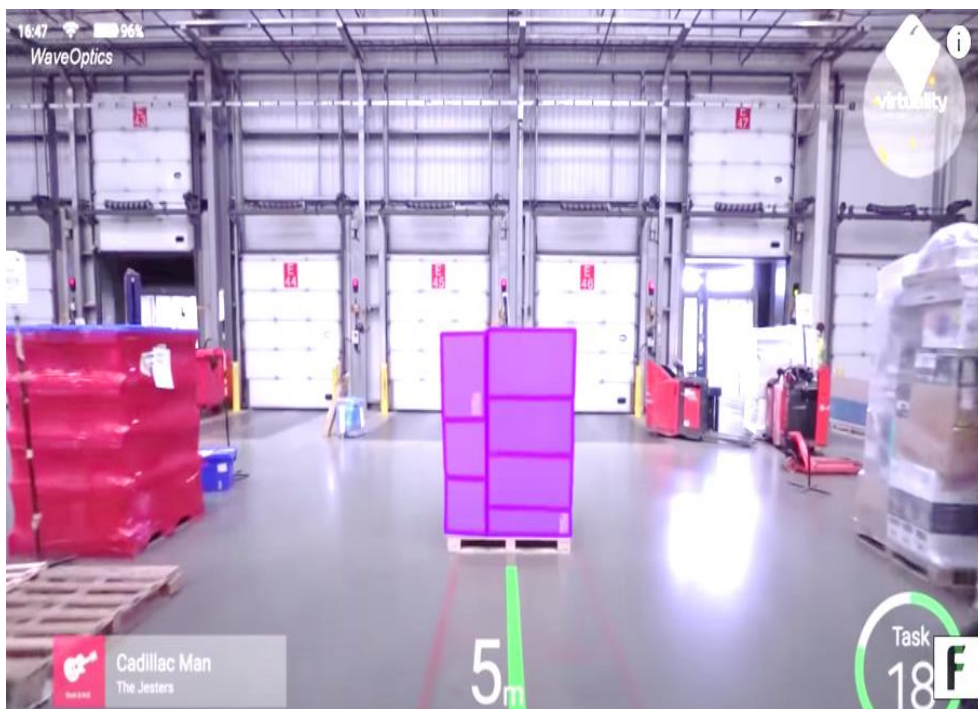


5. számú kép. A felhasználó AR-szemüvegben munka közben¹⁷

¹⁷ Forrás: <https://iiot-world.com/augmented-reality/augmented-reality-in-the-transportation-and-logistics-sector-part-5/> (Letöltve: 2020.03.21.)

Ez gyorsabb és kényelmesebb folyamatot biztosít a járművezető számára minden leadáskor. Az AR-technológia jelentős termelékenységszámát érheti el azáltal, hogy lerövidíti a helyszíni személyzet tanulási idejét is. Az Atheer nemzetközi vállalat például létrehozott egy olyan AR-alkalmazást, amely távoli dokumentációkhoz és erőforrásokhoz való hozzáférést, részletes feladat-útmutatást és vonalkód-leolvasást biztosít, amelyek mindegyike közvetlenül megjelenik az alkalmazott intelligens szemüvegén.

Ezek a technológiák egyszerűsíthetik a csomagok azonosításához, valamint az útvonaluk és céljuk meghatározásához szükséges időt. Egy AR-mobilalkalmazás vagy AR-szemüveg például információkat vetíthet ki a szállított áruk típusáról, az egyes csomagok súlyáról és arról, hogy törékenyek tekinthető-e (6. kép). A raktározási műveletek a DHL-telephelyek összes logisztikai költségének mintegy 20%-át teszik ki. A járművezetők idejük 40-60%-át töltik átlagosan a megfelelő csomag keresésével a teherautójukban.



6. számú kép: Az AR-szemüveg információkat vetíthet ki a szállított áruk típusáról, az egyes csomagok súlyáról¹⁸

18 Forrás: https://www.youtube.com/watch?v=BToC6mTiUU&feature=emb_logo (Letöltve: 2020.04.21.)

Az AR-szemüveg képes strukturálni és megmutatni, hogy milyen sorrendben kell a csomagokat behelyezni a teherautóba, ily módon a teherautók a szállítási útvonalnak megfelelően lesznek bepakolva, figyelembe véve az állomások sorrendjét.

Ez a technológia könnyen bővíthető más szakmák anyagaival, vagy akár egy vízvezeték vagy elektromos hálózat adataival. Az arcfelismerő technológiát az iparág vezetői évek óta sikeresen alkalmazzák. Ebből is látható, hogy az ezen a részterületen elért eredmények nagy lehetőséget rejtenek magukban, amelyeket a védelmi munka logisztikai ellátásában is alkalmazni lehet.

A kiterjesztett valóság alapú technológiák alkalmazásának korlátai a személyi viselhető eszközök használatának szemszögéből

A kiterjesztett valóság alapú technológiák során alkalmazott AR/VR-eszközök, mint személyek által viselhető berendezések, olyan tárgyaknak minősülnek, amelyek függetlenül a felhasználás helyszínétől és idejétől a rendszerbeállításuk előtt az ide vonatkozó eljárások nélkül nem alkalmazhatóak.¹⁹ Az ilyen eszközök rendszerbeállításának követelményeit több normatíva is tartalmazza. Informatikai eszközként pedig számos „hagyományos” kihívásnak is meg kell felelnie, beleértve az akkumulátor élettartamát, a hálózati teljesítménnyel kapcsolatos problémákat, az adatvédelmet, valamint az AR-megoldások elterjedésének fő kihívásait, mint például a viselhető eszközök ergonómiáját és a pontos online adatkezelést.^{20,21}

Alkalmazásuk előtt a technológia újszerűségét figyelembe véve két olyan terület vizsgálata is javasolt, amelyek elengedhetetlenek a széles körű alkalmazásuk megkezdését megelőzően.²² Ezek a használat során felmerülő *fizikai* és *pszichológiai* terhelés kérdései.

19 Tóth András: A valódi „Captain America”, avagy a sebezhetetlen katona, Hadmérnök X. Évfolyam 4. szám - 2015. december 181. oldal

20 Dr. Munk Sándor: Katonai informatika a XXI. század elején, Zrínyi Kiadó, 2007 Budapest, ISBN: 9789633274194, 145. oldal.

21 Dr. Munk Sándor: Katonai informatika I., A katonai informatika alapjai, Egyetemi jegyzet, Budapest, ZMNE, 2003. 148. oldal.

22 Mészáros Gábor: Új személyi felszerelések. Katonai Logisztika 24. évfolyam. 2016. Különszám. 374. oldal.

Az AR/VR-eszközök üzemszerű használata során felmerülő fizikai terhelések káros egészségügyi hatásai

Az informatikai eszközök órákon át tartó használata során elsősorban mindenkinek a merev vállak, a szem- és fejfájás jól ismert hatásai jutnak eszébe. A kérdés az, hogy egy kiterjesztett valóságfunkcióval ellátott szemüveg mennyiben okoz más tüneteket. Egy nemrég elkészült kutatás bebizonyította, hogy a hagyományosnak mondható tüneteken kívül fellépnek más fizikai hatások is, amelyeket a gyártóknak, fejlesztőknek kezelni kell ahhoz, hogy széles körben elterjedjenek a fenti technológiákhoz tartozó személyi viselhető eszközök.

Egy 2020-as tanulmány különböző vizsgálati eredményekre alapozva elemezte, hogy az AR/VR-eszközök használata során végzett mozgások, kézmozdulatok okozhatnak-e izomterheltséget, valamint egy idő után fáradtságot vagy akár alagútszindrómát^{23 24}. A vizsgálat során az alanyok VR-szemüveget és -fejhallgatót viseltek, és ezekkel az eszközökkel a teljes testet megmozgató gyakorlatokat végeztek. Ellentétben a hagyományos számítógép-felhasználókkal, ahol egy asztal és egy szék karfái bizonyos szintű támasztékot nyújtanak a kezek és a karok számára, itt nem álltak rendelkezésre ezek a segítségek. Miközben a résztvevők AR-gesztusokat hajtottak végre az ízületeiken és az izmaikon elhelyezett érzékelőkkel, a kutatók rögzítették²⁵ a mozgást és az izmok elektromos aktivitását.

A kísérlet végére megállapítást nyert, hogy amennyiben a kezükben kontrollert tartanak és használnak, valamint a kezüket gesztusvezérlésre használják vagy az eddig megszokott tartásukat megváltoztatják,

23 A carpalis: alagútszindróma gyakori, fájdalmas probléma, a kézen jelentkező zsibbadással és fájdalommal jár. Forrás: <https://ogk.hu/intezetunkrol/sajto/sajtokozlomenyek/2016/hirek/20160919-alagutszindroma/> (Letöltve: 2020.04.21.)

24 Sai Akhil Penumudi, Veera Aneesh Kuppam, Jeong Ho Kim, Jaejin Hwang: The effects of target location on musculoskeletal load, task performance, and subjective discomfort during virtual reality interactions, April 2020, Applied Ergonomics, 85 oldal.

25 Ez egy 20 fő részvételével elvégzett laboratóriumi vizsgálat, ahol biomechanikai expozíciók összehasonlítására a virtuális térben két feladatot hajtottak végre az alanyok. Különböző függőleges célpontok között (szemmagasság alatt 15°-tól egészen szemmagasság felett 30°-ig) kellett a feladatokat elvégezni. Az eredmények azt mutatták, hogy a nyak és a váll izmainak aktivitása és a felhasználókban a szubjektív terhelés érzése jelentősen eltér a különböző szögeknél. A szemmagasság felett 15° -kal és 30° -kal nagyobb vállhajlítást, nyaki hajlító nyomatókat és izomaktivitást mértek, illetve szubjektív kellemetlenséget jeleztek a felhasználók.

akkor ez a más jellegű terhelés egészségügyi problémákhoz vezethet. Ezen kívül a nehéz, akár az 1 kilogrammot meghaladó AR-eszközök növelhetik a nyaki gerincterhelést, amely folyamatos, hosszan tartó használat esetén szintén egészségügyi kockázatot jelent. A tanulmány célja az volt, hogy kiderüljenek azon ismétlődő és nem megszokott testtartások, amelyek később csontváz- és izomrendszeri betegséghez vezethetnek. A vizsgálat során alkalmazott három nyak- és vállpozíció közül (15 fokkal és 30 fokkal ledöntött fej, illetve 15 fokban felemelt fej) a legnagyobb terhelést és ezáltal fáradtságot a tizenöt fokkal a szemmagasság felett elhelyezett kezelőfelületek okozták. Itt a résztvevők kénytelenek voltak folyamatosan feszített állapotban tartani a nyakukat és emelni a karjukat, és így mérték az eredményeket.

Egy 2011-es kutatás pedig azt modellezte, hogy a virtuális térben végzett mozgások hasonlóan rögzülnek-e, mint a valós térben elvégzett feladatok. Ez azt jelenti, hogy a tanulási folyamatok ez esetben is a szervezet fizikai terhelésével járnak, és valós tudásként rögzülnek.²⁶ Ebből a kutatásból az is kiderült, hogy egy hagyományos 1600 grammos VR-eszközt használva, a kutatásban résztvevő alanyok már 1 óra használat után jelezték a pihenési igényt, és 2 óra használat után ténylegesen pihenésre volt szükségük. Jól látható, hogy nagyon kevés információ áll rendelkezésünkre ezen újfajta eszközök használatának foglalkozás-egészségügyi, pszichológiai, ergonómiai hatásairól.

Mindenképpen javasolt olyan kutatások elvégzése, amelyek a fizikai használat különböző aspektusait vizsgálják, és támogatást nyújtanak a fejlesztőknek egy optimális hardver-, szoftver- és eljárásrend kialakításához. Ez azért is kiemelkedően fontos még az eszközök rendszerezése előtt, mert a jelenlegi kutatások alapján belátható, hogy a virtuális térre is ki kell terjeszteni az ergonómiai kialakítást. Az alkalmazandó szoftverek fejlesztőinek megfelelő információt kell adnunk a virtuális ergonómia kialakításához, hiszen a felhasználó nemcsak a fizikai eszközzel dolgozik, hanem a virtuális térben található gombokat, kezelőfelületeket egy valódi gép kezelő-felületéhez hasonlóan naponta akár több órán át kell kezelnie. Az ilyen kutatás eredményéből kiindulva a fejlesztők már képesek lesznek optimálisan elhelyezni a virtuális térben a kezelőfelületeket, így minimálisra csökkenthetik a felhasználó üzemelés közbeni terhelését.

26 Richard T. Stone, Kristopher P. Watts, Chen-Shuang Wei: Physical and Cognitive Effects of Virtual Reality Integrated Training, Published in Human Factors 2011, Medicine, Computer Science, 187. oldal

Az AR/VR-eszközök üzemszerű használata során kialakuló pszichológiai hatások jellemzői

A kiterjesztett valóság és a 3D holografikus eszközök nagyon nagy előnye az ún. bevonó-képességük. Olyan mértékben képesek befolyásolni, motiválni az emberi agyat, hogy egy virtuális emlékre a későbbiekben akár valósként is emlékezhetünk. Egy ilyen informatikai eszköz használatánál a befolyásolási képesség miatt elengedhetetlen, hogy a használatát pszichológiai és neurológiai aspektusból is megvizsgáljuk. Az eszköz újszerűségéből adódóan mindeddig nagyon kevés kutatást végeztek azzal kapcsolatban, hogy megértsük az agy működését ebben a virtuális térben.

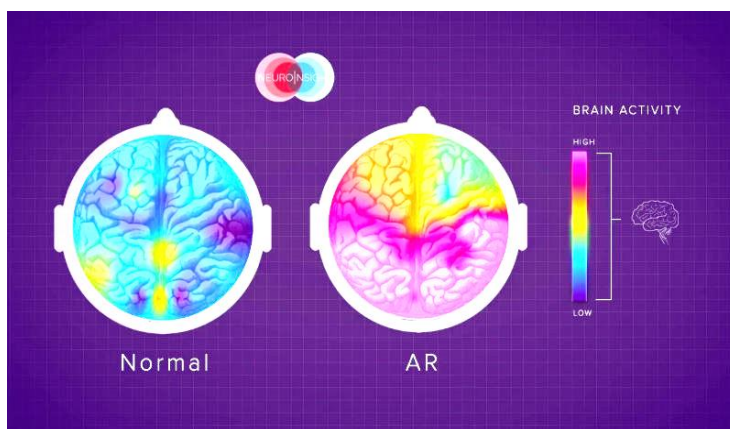
Az elvégzett kutatások alapján az már megállapítható, hogy az AR-eszközök majdnem kétszer hosszabb ideig képesek fenntartani a vizuális figyelmet használatuk közben, valamint olyan kémiai válaszreakciót váltanak ki használat során, amely a kutatók számára is meglepetést okozott. A kutatás során azt is megállapították, hogy az eltárolt információk a memóriánkban 70%-kal jobban rögzülnek egy VR-élmény után, mint egy hagyományos papíralapú olvasásnál.

Az AR/VR-eszközök használatának neurológiai hatásai és jellemzői

Az AR-eszközök befolyásoló képességére és használatuk neurológiai hatásaira a Neuro-Insight²⁷ kutatása három olyan választ ad, amelyek a mi szempontunkból érdekesek lehetnek. Az első kísérletben a vizuális figyelmet, ezáltal az elköteleződést mérték (1. ábra). A kísérlet tapasztalatai alapján az AR-eszköz használata során sokkal magasabb szintű kognitív aktivitás volt érzékelhető, mint ahol nem AR-eszközt alkalmaztak. Az AR 1,9-szer erősebb figyelmet, érzelmet váltott ki.

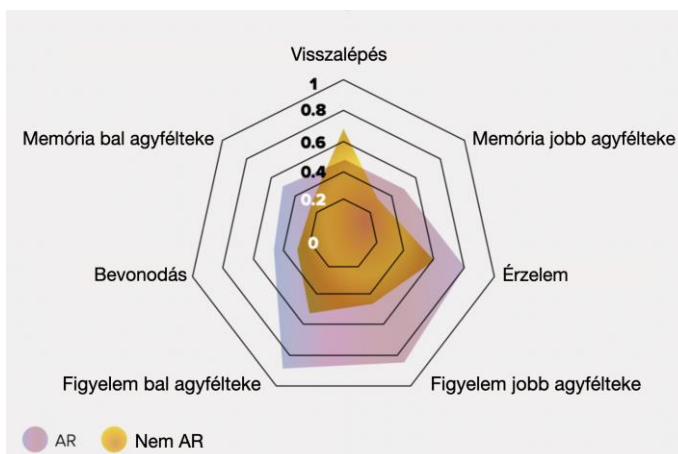
Ez a mi esetünkben azért fontos, mert erősebb érzelmek kiváltás esetén az információ kódolása is erősebb lesz, azaz jobban rögzül, amely a későbbiekben pozitívan befolyásolhat döntéseket, illetve kritikus helyzetben akár életet is menthet.

27 Neuro-Insight. 2018 március; n = 151 fő, Egyesült Királyság, agyi aktivitás mérés SST fejegység használatával, Forrás: <https://www.neuro-insight.com/>, (Leoltve: 2020.03.21.)



1. számú ábra. A vizuális figyelem és ezáltal az elköteleződés mérése AR-szemüveg használata közben²⁸

A kísérlet második részében megvizsgálták, hogy az AR milyen hatást vált ki a megszokott eszközökhöz képest olyan területeken, mint az érzelem, a memória és bevonódás (2. ábra). Neurológiai szempontból látható, hogy a különböző területeken az AR jobban teljesített, mint bármilyen, nem AR-t használó eszköz. A kísérletből az is kiderült, hogy a 3D holografikus eszközök használatánál az újfajta vizuális élmény miatt bizonyos helyzetekben nagyobb a bizonytalanság és az ügynevezett visszalépés, azaz nem viselkedik magabiztosan a felhasználó a virtuális térben.



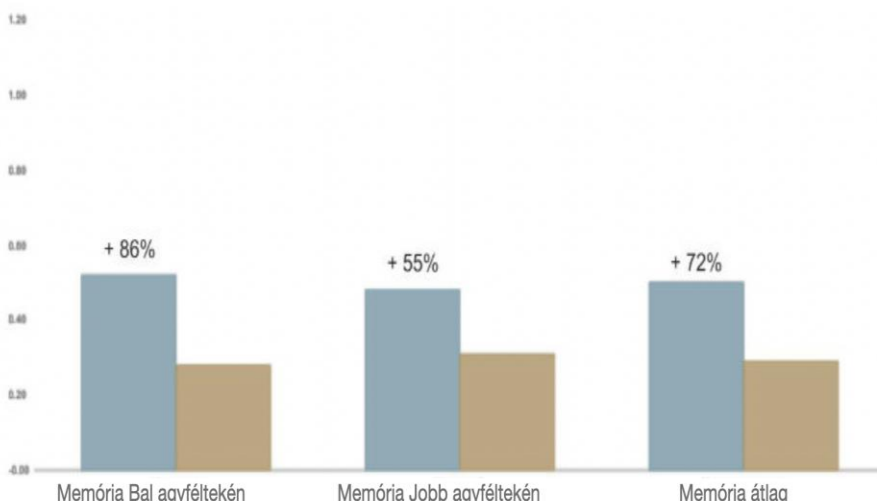
2. számú ábra. Kognitív tevékenység a feladatok során - SST headset-ek segítségével mért agyi aktivitás, azaz agyi válasz erőssége²⁹

28 Forrás: <https://www.neuro-insight.com/>, (Letöltve: 2020.03.21.)

29 Forrás: https://d2j4z507ms5wl7.cloudfront.net/zappar_mindshare-layered-report.pdf, (Letöltve: 2020.02.15.)

Ez pedig azért fontos, mert a tanulási vagy döntési folyamatot ez a bizonytalanság negatívan befolyásolhatja.

A kísérlet harmadik részében (3. ábra) a memória és az információk rögzülését vizsgálták. Neurológiai szempontból egy ilyen eszköz használatánál cél a hatékony befolyásolás, valamint információátadás esetében annak minél jobb rögzülése. A kísérlet alapján az AR ebben is jól teljesített, hiszen a memóriakódolás 70%-kal magasabb volt az AR-feladatokban, mint a nem AR-feladatokban. Ez azt jelenti, hogy az AR különösen hatékony módja lehet az információk sikeres átadásának és rögzítésének.



3. számú ábra. A jobb és a bal agyfélteke emlékrögzítése³⁰

Az AR/VR-eszközök által kiváltott „kiberbetegség” és jellemzői

A már folyó kutatások alapján megállapítható³¹, hogy a védelmi szférában is egyre inkább elterjednek a korszerű informatikai eszközök, így az AR/VR alkalmazása is, mivel az azonnali elérhetőség, a megfelelő motiváló erő, az egyedi képességek stb. elengedhetlenné teszik az alkalmazásukat. Fel kell hívni azonban a figyelmet a használatukat követő pszichés, fizikai jelenségekre és az ebből adódó esetleges veszélyekre. Az AR/VR-eszközök használatánál a kutatók egy újszerű reakciót figyeltek meg a felhasználók visszajelzéseiből, amelyet

30 Forrás: <https://www.neuro-insight.com/>, (Letöltve: 2020.03.21.)

31 Balogh Fatime, Hornyacsek Júlia: A mobil kommunikációs eszközök megjelenése a lakosságfelkészítés feladatrendszerében, Műszaki Katonai Közlöny, 2016. XXVI:2. 268. oldal

ők egyfajta „tengeribetegségként” jellemeztek. A visszajelzések alapján ezt „kiberbetegség”-nek (Cybersickness CS) nevezték el.³² A tünetek többsége - mint a vizuális mozgáshoz köthető kellemetlen érzés és rossz közérzet - nagyon hasonló a szimulátorbetegséghez, amely a járműszimulátorok felhasználóira jellemzőek. Némi különbség azonban felfedezhető a kiberbetegség és a szimulátorbetegség között: a kiberbetegség tájékozódási zavart, míg a szimulátorbetegség motoros zavart okoz. A kiberbetegség a jelenlegi vizsgálatok alapján az AR/VR-eszköz használata után akár órákig is eltarthat, és ez balesetveszélyt jelenthet. Ennek alapján látható, hogy fontos olyan eljárások kidolgozása, amelyekkel gyorsan felmérhető az egyén virtuális valósággal szembeni toleranciája, és ennek megfelelően kell a szoftver vagy az eszköz finomhangolását elvégezni. Amennyiben egyénenként elég információ és kutatási eredmény áll rendelkezésünkre a kiberbetegség felismerésére, akkor a későbbiekben célzott terápia dolgozható ki, amely segíthet csökkenteni vagy akár megelőzni a tünetek kialakulását.

Összegzett következtetések

A kiterjesztett valóság alapú technológiáknak a gyakorlatban történő gyors elterjedése legjobban a védelmi szféra és a polgári logisztika területén tapasztalható, de a jövőben számolni kell az élet további területein az újfajta digitális eszközök, technológiák és eljárások bevezetésére, alkalmazására. Az AR/VR-technológiának a digitális személyi viselhető eszközök területén történő megjelenése és gyors elterjedése azzal magyarázható, hogy nagyon jó eredményeket érnek el bizonyos feladatok, tevékenységek hatékonyságának növelésében.

Ezeknek a technológiáknak kiemelkedő szerepe van a folyamatok biztonságosabbá tételében, amely az egyik alapkövetelmény a védelmi feladatok, valamint a logisztikai tevékenységek végrehajtásában. Előnyük, hogy folyamatosan olyan információkhoz tudják juttatni a felhasználót figyelemelvonás nélkül, amelyre eddig nem volt megoldás, hiszen a virtuális térben korlátlan lehetőség van információkat és vizuális elemeket megjeleníteni. Felhasználásuk esetén pedig a gazdaságosság és a hatékonyság növelése már bizonyított.

32 Séamas Weech, Sophie Kenny, Michael Barnett-Cowan: Presence and Cybersickness in Virtual Reality Are Negatively Related, Department of Kinesiology, University of Waterloo, 2019, Waterloo, The Games Institute, Psychol., 220. oldal.

Az is biztosan kijelenthető, hogy a védelmi munkában és a logisztika területén hatványozottan figyelni kell a biztonságos üzemeltetés és alkalmazhatóság kérdéseire. Ezért, bármilyen újfajta eszköz rendszerbeállítása vagy az eljárások modernizálása rendkívüli körültekintést igényel. Ez egyrészt az idevonatkozó kötelező szabályozók betartását és az előírt eljárásrend követését jelenti, illetve idetartozik az alkalmazás során felmerülő területek szélesebb körű vizsgálata, értelmezése és az erre épülő döntés meghozatala.

Az AR/VR-technológia alkalmazása az eszköz teljesen újszerű működéséből fakadóan olyan kihívások elé állítja a védelmi szférát, amelyeket eddig nem vagy nem teljeskörűen vizsgáltak, beleértve a folyamatok háromdimenziós térben történő megértését és minden olyan újszerű vizsgálatot, amelyet egy ilyen virtuális térben történő művelet hozhat magával. Ezért fontos, hogy a hagyományos digitális eszközökre vonatkozó rendszerbeállítás előtti vizsgálatokat ezen a területen is végre kell hajtani, de azokat ki kell egészíteni olyan kutatásokkal, amelyek minden lehetséges, az eszköz felhasználása közben felmerülő kérdéseket is érintenek. Ilyenek a virtuális térben történő munkavégzés során fellépő fizikai és ergonómiai hatások és következmények.

A cikkben megfogalmazottak alapján a fizikai, a pszichológia és a neurológiai kérdések külön vizsgálata javasolt. A felhasználónak az AR/VR-eszközök használata közben ugyanis olyan fizikai kihívásoknak kell megfelelnie, amelyek eddig nem voltak megszokottak, például órákon keresztül egy virtuális kijelzőn kell gépelni és kézzel adni utasításokat, amely ebben az esetben naponta több ezer kézemelést jelent.

További fizikai kihívást jelent a felhasználó számára, hogy egy nem megszokott szögben tartja a fejét, és a virtuális térben egy adott pontot néz, egy 1 kilogrammnál nehezebb eszközzel a fején. Neurológiai szempontból pedig kérdést vet fel, hogy a virtuális térben történő mozgás és munkavégzés milyen tüneteket okozhat, azaz a felhasználóra milyen mértékben, mennyi ideig és hogyan hat a kiberbetegség, illetve ez milyen hatással van a feladat elvégzésére.

Látható, hogy ezen eszközök használata elkerülhetetlen lesz a jövőben, de napjainkban még teljesen nem kiforrott módszertan mentén történik, ezért a rendszerbeállítás előtt a szerző javasolja ezen területek humán szempontú tudományos vizsgálatát, amely jó alapot szolgáltat a jövőbeni biztonságos és hatékony alkalmazáshoz.

Szakirodalom

A carpalis (alagútszindróma): gyakori, fájdalmas probléma, a kézen jelentkező zsibbadással és fájdalommal jár. Forrás:

<https://ogk.hu/intezetunkrol/sajto/sajtokozlomenyek/2016/hirek/20160919-alagutszindrroma/> (Letöltve: 2020.04.21.)

Bjorn SCHWERDTFEGER: Bringing HMD-based Augmented Reality into the Warehouse Institut fur Informatik der Technischen Universitat Munchen Forrás: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/992985/992985.pdf> (Letöltve: 2020.05.03.)

Bobby CARLTON: How augmented reality can help assist firefighters in saving lives, July 8, 2017. Forrás: <https://vrscout.com/news/firefighter-helmet-save-lives-ar/> (Letöltve: 2020.03.19.)

Dieter HOLGER: The Australian Air Force Is Now Testing the Microsoft HoloLens, January 23, 2017 <https://vrscout.com/news/the-australian-air-force-is-now-testing-the-microsoft-hololens/> (Letöltve: 2019.05.02)

Dr. MUNK Sándor: Katonai informatika a XXI. század elején, Zrínyi Kiadó, 2007 Budapest, ISBN: 9789633274194

Dr. MUNK Sándor: Katonai informatika I., A katonai informatika alapjai, Egyetemi jegyzet, Budapest, ZMNE, 2003.

Egger JOHANNES, Masood TARIQ (2020) Augmented reality in support of intelligent manufacturing – A systematic literature review, Computers & Industrial Engineering, Forrás: https://www.researchgate.net/publication/337724832_Augmented_Reality_in_Support_of_Intelligent_Manufacturing_-_A_Systematic_Literature_Review (Letöltve: 2020.04.25.)

Eve MEINHARDT: Army developing training to expand medical capabilities, March 14, 2019 Forrás: https://www.army.mil/article/218583/army_developing_training_to_expand_medical_capabilities, (Letöltve: 2019.05.02.)

HORNYACSEK Júlia: A katasztrófák elleni védekezés műszaki szakfeladatainak rendszere, a végrehajtás követelményei, módszerei, és eszközei. Műszaki Katonai Közlöny, XXVIII. évfolyam: 2018. 112. oldal

BALOGH Fatime, HORNYACSEK Júlia: A mobil kommunikációs eszközök megjelenése a lakosságfelkészítés feladatrendszerében, Műszaki Katonai Közlöny, 2016. XXVI: 2. 267-281. oldal

KUTTNER Ádám, ROMHÁNYI Ágnes, WILFRED Etadaferua: Mobil AR Education – a kiterjesztett valóság lehetőségei az oktatásban - ELTE

IK Interaktív média óra. Forrás: <http://matchsz.inf.elte.hu/VVprojekt/MobilAReducation.pdf> (Letöltve: 2020.03.11.)

Neuro-Insight. 2018. március; n = 151 fő, Egyesült Királyság, agyi aktivitás mérés SST fejegység használatával, Forrás: <https://www.neuro-insight.com/>, (Letöltve: 2020.03.21.)

MC 319/2: NATO Logisztikai alap- és irányelvek, határozati dokumentum, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 2004.

MÉSZÁROS Gábor: Új személyi felszerelések. Katonai Logisztika 24. évfolyam. 2016. Különszám. 374-394. oldal

Raphael GRASSET, Mark BILLINGHURST, Andreas DÜNSER, Hartmut SEICHTER: The Mixed Reality Book: A New Multimedia Reading Experience, Forrás: https://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/2380/12604891_2007-CHI-TheMixedRealityBook.pdf (Letöltve: 2019.05.02.)

REJEB, A.. The Challenges of Augmented Reality in Logistics: A Systematic Literature. (2019). 134. 281-311. oldal

Richard T. STONE, Kristopher P. WATTS, Chen-Shuang WEI: Physical and Cognitive Effects of Virtual Reality Integrated Training, Human Factors 2011, Medicine, Computer Science, 167-201. oldal.

Sai Akhil PENUMUDI, Veera Aneesh KUPPAM, Jeong Ho KIM, Jaejin HWANG: The effects of target location on musculoskeletal load, task performance, and subjective discomfort during virtual reality interactions, April 2020, Applied Ergonomics, 72-93. oldal.

Séamas WEECH, Sophie KENNY, Michael BARNETT-COWAN: Presence and Cybersickness in Virtual Reality Are Negatively Related, Department of Kinesiology, University of Waterloo, The Games Institute, Psychol. 2019 Waterloo, Canada,

T. P. CAUDELL, D. W. MIZELL: Augmented Reality. Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes, Proceedings of 1992, IEEE Hawaii International Conference on Systems Sciences, 659-669. oldal Forrás: https://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=378&filter=issuelid%20EQ%20%224718%22&pageNumber=3&rowsPerPage=75&pageNumber=1&resultAction=REFINE&resultAction=ROWS_PER_PAGE (Letöltve: 2020.03.28)

TÓTH András: A valódi „captain America”, avagy a sebezhetetlen katoná, Hadmérnök X. Évfolyam 4. szám - 2015. december, 177-184. oldal.

Képek forrása

1. sz. kép. Kormányhivatalok a VR használatához képzés, bérbeadás és egyéb célokra.

<https://readwrite.com/2017/10/26/government-vr-uses/> Letöltés: 2019.05.02

2. sz. kép. A Qwake Tech futurisztikus, AR-tartalommal ellátott sisakja és a tűzoltó által látott kép füstben, rossz látási viszonyok között. Forrás: <https://singularityhub.com/2017/06/28/this-augmented-reality-helmet-helps-firefighters-see-through-smoke-to-save-lives/#sm.0001h9awwy1puf1hu4n1hhrwcjpd> (Letöltve: 2020.03.11)

3. sz. kép. Az Airbus Defense and Space által kifejlesztett Sandbox - "Holografikus Taktikai Homokozó". Forrás: <https://vrscout.com/news/the-australian-air-force-is-now-testing-the-microsoft-hololens/> Letöltve: 2020.03.02

4. sz. kép. Az amerikai hadsereg különleges műveleti parancsnokságán egy diák orvosi feladatot lát el, AR-támogatással a Fort Bragg, NC, 2019. képzés keretében. Forrás: https://www.army.mil/article/218583/army_developing_training_to_expand_medical_capabilities Letöltve: 2019.05.02.

5. sz. kép. A felhasználó AR-szemüvegben munka közben. Forrás: <https://iiot-world.com/augmented-reality/augmented-reality-in-the-transportation-and-logistics-sector-part-5/> Letöltve: 2020.03.21.

6. sz. kép. Az AR-szemüveg például információkat vetíthet ki a szállított áruk típusáról, az egyes csomagok súlyáról. Forrás: https://www.youtube.com/watch?v=BT0C6mTilUU&feature=emb_logo Letöltve: 2020.04.21.

Ábrák

1. sz. ábra. A vizuális figyelem és ezáltal az elköteleződés mérése AR-szemüveg használata közben. Forrás: <https://www.neuro-insight.com/>, Letöltve: 2020.03.21.

2. sz. ábra. Kognitív tevékenység a feladatok során - SST headsetek segítségével mért agyi aktivitás, azaz agyi válasz erőssége. Forrás: https://d2j4z507ms5wl7.cloudfront.net/zappar_mindshare-layered-report.pdf, Letöltve: 2020.02.15.

3. sz. ábra. A jobb és a bal agyfélteke emlékrögzítése. Forrás: <https://www.neuro-insight.com/>, Letöltve: 2020.03.21.