

A VR-eszközök védelmi szférában való alkalmazásának ergonómiai kérdései és hatásai a felhasználóra

Az elmúlt évek forradalmian új digitális fejlesztései és az azokra épülő eljárások alapjaiban változtatják meg a világunkat. A változó geopolitikai és biztonsági kihívások pedig elengedhetetlenné teszik a legújabb technológiák és módszerek alkalmazását mind a civil területen, mind a védelmi szervezetekben. A védelmi szféra minden ágában megjelentek a legújabb digitális fejlesztések, köztük a virtuálisvalóság (virtual reality, VR)-alapú eszközök. Ezeknek az új technológiáknak és eljárásoknak az alkalmazása nagyon sok előnnyel jár, de tekintve az újszerűségüket, rendszerbe állításuk előtt ismernünk kell az előnyeiket és hátrányaikat, illetve fizikai és pszichológiai hatásukat is. Mára már az is nyilvánvaló, hogy a különböző felhasználói korosztályok eltérő digitáliskompetencia-szintje nagyban befolyásolja ezeknek az eszközöknek a hatékony alkalmazását. Ezért is fontos az eszközhasználati képességek megismerése és az eltérő kompetenciákból adódó különbségek kezelése. Ebben a műben a szerző egy virtuálisvalóság-alapú technológia fizikai és pszichológiai hatásának vizsgálatát, továbbá az ezzel kapcsolatos kiberbetegség lehetséges hatásait mutatja be. Ennek keretében nemcsak az ide vonatkozó hazai és nemzetközi vizsgálatokat, hanem egy saját empirikus kutatást is végzett, ahol a felhasználók Oculus Quest 2 VR-szemüvegben különböző szcenáriókban meghatározott feladatokat hajtottak végre. Tekintve, hogy a kutatás több aspektusból vizsgálja a VR-technológia alkalmazásának fizikai és pszichológiai kérdéseit, teljességében nem lehet egy tanulmány keretében átfogó képet adni róla. Így ebben az írásban a kutatással kapcsolatos alapvetéseket és néhány, kiberbetegséggel kapcsolatos következtetést tár az olvasók elé.

Kulcsszavak: felkészítés, képzés, digitálizáció, VR, védelmi szféra, virtuális valóság, digitális kompetencia, fizikai és pszichológiai érzet, kiberbetegség

Ergonomic Aspects of the Use of VR Devices in Defense Sphere and the Impact the Devices Have on the User

The revolutionary digital developments of the last few years and the processes that build on them are fundamentally changing our world. Altering geopolitical and security challenges make it essential to apply the latest technologies and methods in both civilian and defense organizations. The latest digital developments, including virtual reality (VR)-based tools, have emerged in all branches of defense. The application of these new technologies and procedures has many benefits,

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

but given their novelty, we must be aware of their advantages and disadvantages, as well as their physical and psychological impact, before putting them into practice. It is now also clear that the different levels of digital competence of various user age groups have a major impact on the effective use of these tools. Therefore, it is important to understand the skills needed to apply these devices and to address the distinctions that arise from these different competences. In this work the author presents an investigation of the physical and psychological impact of a virtual reality-based technology and the potential effects of related cybersickness. As part of this research, he not only conducted relevant national and international studies but also his own empirical research, where users performed specific tasks in different scenarios in Oculus Quest 2 VR head display. Given that this paper explores the physical and psychological aspects of the use of VR technology from several angles, it is not possible to provide a comprehensive picture of it in the framework of a single article. Therefore, this study presents the basic outline of the research and some conclusions related to cybersickness.

Keywords: preparation, training, digitalization, VR, defense, virtual reality, digital competence, physical and psychological detection, cybersickness

Bevezetés

Számtalan biztonságpolitikai kutatás igazolta, hogy a térségünk biztonságát befolyásoló kihívások, fenyegetések megszorodtak, változott a jellegük, egyre összetettebbé vált a károsító hatásuk.² A magyar állampolgárok többsége a biztonságra, stabilitásra vágyik, és megfelelő válaszokat vár a bennünket fenyegető veszélyekre.

A kívánt védelmi szint eléréséhez az is szükséges, hogy a védelem területén minden lehetséges eszközzel egyértelmű, hatékony választ adjunk a kihívásokra. A védelmi szférának képesnek kell lennie gyorsan és hatékonyan reagálni a fenyegetésekre, a megváltozott biztonsági helyzetre. Hogy ennek az elvárásnak meg tudjon felelni, sok összetevője van, de az egyik alappillér a legmodernebb digitális³ eljárások használata a védelmi munka során,⁴ a második pedig, hogy a védelmi szakemberek megfelelő tudással rendelkezzenek, és jól felkészültek legyenek. Ebből adódóan kiemelt szerepe van annak, hogy a védelmi feladatokat ellátók hogyan szerezhetik meg a szakmai ismereteket, a készségeket hogyan alapozhatják meg, és a tudásátadás milyen módon történik. Nagy szerepe van azonban az oktatásnál/felkészítésnél használt eszközöknek is,⁵ ugyanis ez a pedagógiai alapja a hatékony ismeretátadásnak, valamint az ilyen módon megszerzett tudás alkalmazásának, azaz az eredményes munkának. A megjelenő új oktatási módszerek, formák, eszközök, mint például a VR-alapú oktatás és az ahhoz használt eszközök számos lehetőséget kínálnak a védelmi szakemberek képzésében és a védelmi jellegű

² RESPERGER–KISS–SOMKUTI 2014; RESPERGER 2005; HORNYACSEK 2020.

³ WOODBERRY 2017.

⁴ KÁLLAI 2016.

⁵ KOVÁCS–HORNYACSEK 2019.

felkészítésben egyaránt. A Magyar Honvédség keretében is megjelent az informatikai eszközökön alapuló oktatás, és várhatóan az alaptevékenységet támogató folyamatokban is egyre több helyen alkalmazzák.

Benkő Tibor egy cikkében kifejtette, hogy „[a] fejlesztések új eleme az úgynevezett *digitális katona* program is, amely katonaként 112 különböző felszerelési anyag alkalmazását jelenti, kezdve a gyalogsági fegyvertől a kommunikációs eszközökig mindazt, ami a korszerű harc folytatásához szükséges.”⁶ A honvédelem és az ezen belül működő különböző szakterületek állományának felkészítése a feladataik hatékony ellátására tehát ma már nem képzelhető el csak hagyományos, osztálytermi tanár/tanuló viszonylatú formában, hanem egyre inkább teret kell kapnia az informatika biztosította korszerű lehetőségeknek, ezen belül a VR- és a kiterjesztett valóságon alapuló (*augmented reality*, AR-) technológiáknak is. A generációelmélet⁷ csoportosította az embereket, és azonosította a különböző generációk sajátosságait. Ennek alapján az életkor szerint veterán (1925–1945), *baby boomer* (1946–1964), X (1965–1979), Y (1980–1994), Z (1995–2009) és alfa generációba (2010-től) tartozunk. A védelmi szférában főként az X és Y generáció dolgozik, de már megjelentek a Z generáció képviselői is. A felkészítésben, oktatásban rájuk az évszázadokig érvényes pedagógiai módszerek és tételek egyre kevésbé érvényesek, őket más módszerekkel kell motiválni és tanítani.

Az új informatikai eszközök használata az oktatásban nemcsak a generációk változása és a tanulási stílus átalakulása miatt fontos, hanem a költségek csökkentése, a környezetkárosítás elkerülése, valamint az oktatási hatékonyság növelése miatt is elengedhetetlen. Különösen igaz ez a védelmi szervezetek hivatásos állományára, hiszen nekik egy rendkívüli helyzetben önmaguk védelmével egyidejűleg a természetes és épített környezet, de főként embertársaik mentése és védelme is a feladatuk, így a képzésükkel szemben is nagyobbak a követelmények. A védelmi szféra oktatási területén napjainkig is érvényesek a hagyományos képzési formák, ugyanakkor ezt a tevékenységet is elérték a változások. A védelmi szféra korszerűsítése során is egyre nagyobb hangsúlyt kap az informatikai eszközök alkalmazása, így a VR-/AR-technikák használata is.⁸

A mindennapokban a civil szférában már alkalmazzák a különböző VR-szemüvegeket, illetve az oktatás terén az új VR-alapú oktatószimulátort. Ezeknek az eszközöknek az elterjedése az oktatásban, felkészítésben, de a szakmai munkában is csak idő kérdése. Ugyanakkor nem ismerjük az alkalmazásuk elsajátításának részletes folyamatát, buktatóit, továbbá a felhasználóra gyakorolt hatásukat, valamint az azok következtében várható esetleges hatékonyságromlást sem.

A digitalizálódás előtérbe kerülése lehetővé teszi, hogy az elkövetkező években a védelmi célú oktatásban és a szakfelkészítésben is nagyobb teret kapjanak a digitális, modern megoldások, mint például a virtuális valóság és az ehhez kapcsolható fejre rögzített kijelzők: virtuálisvalóság-szemüvegek, -megjelenítők (*head mounted display*, HMD).

⁶ BENKŐ 2019: 154.

⁷ KOZMÁR 2017.

⁸ BENKŐ 2019: 149.

A témával foglalkozó kutatások⁹ átfogó képet adnak a virtuálisvalóság-alapú eszközök lehetséges használatáról,¹⁰ azt is főként tartalmi oldalról, de kevés kutatás irányul arra, hogy megértsük a VR-eszközök alkalmazásának fizikai, pszichológia buktatóit vagy akár a velük való tanulási folyamatot. Az ilyen eljárások és eszközök használatából adódó befolyásoló tényezők megismerésére több kutatás is folyamatban van, illetve indul a Nemzeti Közsolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola vezetésével. A jelen kutatás eredményei is beépülnek a Katonai Műszaki Doktori Iskola folyamatban lévő vizsgálataiba.

Ebben a kutatásban célul tűztem ki, hogy elemezzem a katonai kiképzés/oktatás közben alkalmazható VR-szemüvegek használatából adódó fizikai, pszichológiai hatásokat. Teszem ezt annak érdekében, hogy azonosítsam az eszközzel végzett tanulás eredményességének feltételeit, és javaslatot tegyek a VR-alapú technikák által folytatott oktatás hatékonyságának növelésére.

A VR alkalmazásának fizikai és pszichológiai hatása kapcsán végzett vizsgálat ismertetése

A fentiek alapján felmerül a kérdés, hogy a felhasználók milyen negatív fizikai és pszichés tüneteket éreznek az alkalmazás közben, van-e kapcsolat az alkalmazás hatékonysága és az életkor, valamint a digitális kompetenciák megléte, szintje között. Feltételezem, hogy a tanulás hatékonyságát befolyásolja a kor és ezzel együtt az adott egyén digitáliskompetencia-szintje, valamint, hogy a fokozatosság és egymásra épültség a tanulási folyamatban nagyban kihat a teljesítményre. E kérdések tisztázása érdekében empirikus vizsgálatot folytattam. A vizsgálat alapja több olyan kutatás volt, ahol elemezték már a VR-/AR-eszközöket, megerősítették a létjogosultságukat, de nem tértek ki az alkalmazásuk nehézségeire, a velük való tanulási folyamatot nem optimalizálták. A vizsgálathoz a témához köthető jogszabályok és egyéb szabályozók, stratégiák és irodalmak feldolgozása jelentette a kiindulópontot, illetve a tematikusan kapcsolható tanulmányok, elemzések értékelése. A következtetések levonásához a kérdéskörben publikált tudományos munkákra és a saját szakmai tapasztalatomra is támaszkodtam. Fontos megjegyezni, hogy a katonai területen az oktatás, képzés, kiképzés, felkészítés fogalmak különböző tartalmakat fednek, de a tanulmányban mindezekre az oktatás fogalmat használom egységesen, és egymás szinonimájaként értelmezem őket.

A feldolgozás során a terjedelmi korlátok miatt nem vizsgáltam mélyebben a VR-alapú képzés azon veszélyeit, kihívásait, amelyek nem kapcsolhatók a VR-felhasználás fizikai és pszichológiai kérdéseire. Így például nem tértem ki a VR alkalmazásának biztonsági kérdéseire, illetve a szemüvegviselés ergonómiai kérdéseire sem. Ezenkívül nem elemeztem a témához kapcsolódó, kiegészítő újabb digitális megoldásokat, mint például az applikációkat, az okoseszközöket és a kiterjesztettvalóság-alapú eszközöket.

⁹ Többek között: MANTOVANI–CASTELNUOVO 2003; MARLOK 2021a: 170.

¹⁰ KOVÁCS 2020: 63; HORNÁCSÉK–KOVÁCS 2021: 154.

Alapvetések

A VR-szemüvegek felhasználása során az alkalmazót különböző fizikai és pszichológiai¹¹ hatások érik.¹² Ez nagyban befolyásolja ennek az immerzív eszköznek a használati hatékonyságát, ezért kell vizsgálni az alkalmazást különböző fizikai és pszichológiai aspektusból is. A VR-felhasználók pozitív percepciókról számolnak be az eszközök alkalmazása kapcsán, kellően motiváltak, élvezik a velük való munkát, de néhány negatív hatást is említenek. Legfőképpen az úgynevezett *cybersickness* (CS), azaz kiberbetegség¹³ tüneteire utalnak akkor, amikor megkérdezik őket az eszköz használata után az érzéseikről. A kiberbetegség olyan tünetek összessége, mint például a hányinger, fejfájás és szédülés, amelyeket a felhasználók a virtuális valóságban való hosszabb tanulás, „elmerülés” során vagy azt követően tapasztalnak. Az eredetileg repülésszimulátorokban felfedezett kiberbetegség hatása a jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható VR-szemüvegekre is jellemző, bár más módon és más súlyossággal. A modern, fejen rögzített eszközökkel, HMD-kel kapcsolatos legújabb szakírások megpróbálták körülírni az immerzív VR-eszköz által okozott kiberbetegség sajátosságait.

Az elmúlt években több olyan publikáció született, amely megállapítja, hogy a különböző VR HMD-k hogyan hatnak a felhasználóra,¹⁴ továbbá a VR HMD-kben történő mozgás jellege hogyan járul hozzá a kiberbetegség kialakulásához.¹⁵ Marlok Tamás például tanulmányában kifejtette a kiberbetegség lehetséges okait, illetve elemezte a VR-szemüvegek technológiai felépítését és a problémával való összefüggéseiket.¹⁶ A fent említett kísérletek után elvégzett analízis eredményei azt mutatják, hogy bár a jelenlegi generációs VR HMD-k szignifikánsan kevesebb CS-t okoznak, mint a régebbi modellek, egyes tünetek továbbra is ugyanolyan intenzívek, azaz a probléma megoldásával foglalkozni kell.

További vizsgálatok azt vélelmezik, hogy a mozgás jellege és különösen a VR-térben történt érzékelés és a valós térben érzékelt mozgás közötti különbség a kiberbetegség kiváltó oka. A kiberbetegség különösen akkor fordul elő, amikor a felhasználók úgy érzékelik, hogy a virtuális környezetben saját magukat mozgatják, miközben valójában a helyükön maradnak.

Néhány tanulmány¹⁷ kifejezetten a CS súlyosságát¹⁸ vizsgálta VR-szimulátorokban, például hullámvasutakon, autós vagy repülő szimulátorokban.¹⁹ Az ilyen típusú szimulátorok azért idéznek elő nagyon gyakran kiberbetegséget, mert a felhasználók általában egy helyhez kötött szimulátorszékekben ülnek, miközben lineáris és szöggyorsulásnak

¹¹ GOLDING 2016.

¹² BEAMS–KIM–BADANO 2019: 879; CHO et al.: 8753.

¹³ MCCAULEY–SHARKEY 1992: 314.

¹⁴ RIEDER – HAAG KRISTENSEN – PINHO 2011: 663.

¹⁵ RANGELOVA–MOTUS–ANDRÉ 2020.

¹⁶ MARLOK 2021b: 163.

¹⁷ MAZLOUMI GAVGANI et al. 2017: 45.

¹⁸ NALIVAICO et al. 2015: 586.

¹⁹ NESBITT et al. 2017: 5.

vannak kitéve. Számos korábbi tanulmány²⁰ különböző módszereket javasol a virtuális és a valós mozgások közötti eltérés csökkentésére, mint például a mozgás korlátozása. Jelenleg azonban széles körben és egyre többen a felhasználói alkalmazkodást tartják a kiberbetegség kezelése legjobb lehetőségének.²¹ Számos korábbi publikáció vizsgálta a kiberbetegséget befolyásoló különböző tényezőket, például az egyénre jellemzőket: életkor, nem, testtartás, digitális kompetencia stb., továbbá az eszköztényezőket:²² képernyő-frekvencia, VR-tér, ergonómia stb., valamint a feladattényezőket:²³ a feladat nehézsége, a VR-térben eltöltött idő. Bár számos tanulmány alátámasztja ezeket az elméleteket, más szerzők egymással versengő hipotéziseket írnak le a mozgásbetegség okaira vonatkozóan, illetve a kutatások eredménye az alacsony mintavételezés miatt megkérdőjelezhető. Az eddigi kutatások alapján elmondható, hogy ezen területen nincs egységesen elfogadott álláspont, ezért érdemes a VR-eszköz használata közben és után megjelenő fizikai és pszichológiai hatásokról célzottan kutatásokat végezni, mindezt úgy, hogy figyelembe vesszük a leendő célszoftvert, a leendő felhasználói csoportot és a célfeladatot is. A fenti kutatások értékelése után döntöttem a saját vizsgálat elvégzése mellett úgy, hogy alapul veszem az eddigi kutatásokat és eredményeket is.

A kutatás bemutatása és célja

A VR-technológiai fejlődése ellenére a felhasználók folyamatosan küzdenek a fent említett kiberbetegség hatásával, ami az ő megfogalmazásukban az émelygés, a szédülés, a végtagfáradtság, a fizikai kimerülés és a dezorientáció. A vizuális és az egyensúlyrendszer közötti érzékszervi „konfliktus” által kiváltott kiberbetegség tünetei kellemtelenséget okoznak és akadályozzák a VR-eszköz immerzív oktatási képességének, hatékonyságának érvényesülését, így ez a potenciál kiaknázatlan maradhat. A kísérletben a felhasználók által érzett érzeteket a különböző VR-szenáriók, feladatok elvégzése után explicit (kérdőívek) és implicit (fiziológiai válaszok) módon vizsgáltam, kitérve a fizikai és pszichológiai reakciókra, továbbá a kiberbetegség tüneteinek vizsgálatára. A kísérlet célja továbbá az is volt, hogy összefüggéseket keressünk a felhasználók kora, digitáliskompetencia-szintje és a VR-térben érzett fizikai, pszichológiai hatások, valamint a tanulási hatékonyság között.

A kutatás leírása

A kísérletet zárt térben, egy 10 × 10 méteres, külön erre a célra elkülönített területen végeztük. A vizsgálatra jelentkezőket random módon választottuk ki, a részvétel önkéntes

²⁰ OISHI et al. 2016.

²¹ GOLDING–GREYSTY 2015: 87.

²² LEE 2017.

²³ LAMPTON et al. 1994.

volt, továbbá bárki bármikor kiléphetett a kísérletből. A folyamat megkezdése előtt a felhasználók egy egységes (minden eddigi VR- és digitális tapasztalattól független) ismertetést kaptak a vizsgálat céljáról, lényegéről és az eszköz használatáról. Az ismertetés után egy OCULUS QUEST II típusú VR-szemüveget vettek fel és elvégezték az adott feladatot.²⁴ A kísérletben három különböző feladatot kellett végrehajtani, úgy, hogy a sikeres végrehajtás idejét mértük minden esetben.

A feladatok nehézségükben és összetettségükben különböztek egymástól.²⁵ Mindhármat – a valósággal megegyező – erdei környezetben hajtottuk végre. (1. ábra)

A VR-környezet



1. ábra: Az elvégzendő feladatok környezetének képernyőfelvétele a VR-térben

Forrás: a szerző felvétele

A nehézségi fok szerint a legegyszerűbb feladat egy íj „üzembe helyezése”, majd egy célzott sikeres lövés leadása volt (2. ábra).

²⁴ OCULUS QUEST II VR-szemüveg szemenként 1832×1920 felbontással, OLED-kijelzőkkel.

²⁵ Az első feladat két mozdulatból volt elvégezhető, a második ötből, míg a harmadik feladat nyolc mozdulatból állt.

Az I. feladat



2. ábra: Az elvégzendő I. feladat képernyőfelvétele a VR-térben

Forrás: a szerző felvétele

A második feladat egy normál golyós lőfegyver kész állapotba helyezése (3. ábra) és célzott lövés leadása volt.

A II. feladat



3. ábra: Az elvégzendő II. feladat képernyőfelvétele a VR-térben

Forrás: a szerző felvétele

A III. feladat pedig egy komplexebb előltöltős fegyver üzembe helyezése, használata, majd célzott lövés leadása volt. (4. ábra)

A III. feladat



4. ábra: Az elvégzendő III. feladat képernyőfelvétele a VR-térben

Forrás: a szerző felvétele

A kísérletben 326 felhasználót választottam ki,²⁶ vegyesen férfi és női felnőtt személyeket. A korosztálymegoszlást öt kategória alapján osztottam fel (18–23 év, 24–30 év, 31–40 év, 41–60 év, 60 év felett), illetve a demográfiai változókat is bekértük (lakhely, munka, jövedelem), azaz rétegeztük a mintát. Vizsgáltuk azt is, hogy a felhasználók használnak-e szemüveget (külön bontva a távol, rövid vagy mindkettő korrekciót) vagy kontaktlencsét. A tesztben részt vevő egyéneknél fontos szempont volt a digitális kompetencia mérése is, így a VR-tapasztalatra, felhasználói tudásra is kitértünk a kérdéseinkben. A kísérlet alatt és után két részkérdéscsoporttal vizsgáltuk a fizikai és pszichológiai érzeteket. A kiberbetegség megjelenésére, illetve a szintjének felmérésére a résztvevők a VR-feladatok befejezését követően kitöltötték a SSQ szimulátoros betegségekre vonatkozó kérdőívet,²⁷ ahol 15²⁸ különböző SSQ-kategóriában 1–5 ponttal értékelték az érzetüket.

²⁶ A kísérlet megkezdése előtt írásbeli beleegyezést kértünk. A minta nagyságát hasonló kísérleti eljárások alapján becsültuk. A neurológiai, pszichiátriai, vestibuláris vagy hallási rendellenességben szenvedő résztvevőket kizártuk.

²⁷ SSQ-kérdőív. Bővebben lásd KENNEDY–FOWLKES 1992: 27.

²⁸ SSQ-kategóriák: 1 – hányinger, 2 – általános rossz közérzet, 3 – gyomorforgás, 4 – izzadás, 5 – fokozott nyáleválasztás, 6 – szédülés, 7 – fülzúgás, 8 – koncentrációs nehézség, 9 – fókuszálási nehézség, 10 – szemfáradtság, 11 – fáradtság, 12 – fejfájás, 13 – homályos látás, 14 – szédülés (csukott szemmel), 15 – teltségérzet.

Ez a kérdéscsoport a betegség tüneteit több klaszterre osztja, ilyen a hányinger (SSQ-H), dezorientáció (SSQ-D) és szemmozgás (SSQ-O). A dezorientáció (SSQ-D) olyan tüneteket foglal magában, mint a szédülés vagy a fókuszálás nehézsége. Az okulomotoros (SSQ-O) klaszter olyan fizikai tüneteket foglal magában, mint a szemfáradtság, fejfájás és homályos látás. A hányinger (SSQ-H) olyan tünetekből áll, mint a gyomorerzet, a fokozott nyáleválasztás és maga a hányinger. A résztvevők 0 (= nincs tünet) és 5 (= súlyos tünetek vannak) között értékelték az érzéseiket. Az egyes klaszterekre kapott pontszámokat összeadtuk és megszoroztuk a megfelelő súlyozással. A VR-feladat során a résztvevőknek a *fast motion sickness scale* (FMS)²⁹ kérdések alapján kellett válaszolniuk az érzeteikre szóban az émelygés szintjéről 0–20-ig (0 = nincs émelygés; 20 = teljes émelygés). A válaszokat VR-expozíció előtt, majd kétpercenként a VR-feladat elvégzése alatt, majd végül a VR-expozíció után is kérdeztük. Az eredményeket egy saját szerkesztésű adattáblába rögzítettük, digitális eszközön, kódolva a válaszokat. A vizsgálatnál célunk volt a nemzetközi irodalomban³⁰ is megjelenő kiberbetegséget befolyásoló öt – fő – kategória alapján elemezni az eredményeket. A kategóriák a következők:

Tartalom: ehhez kapcsolódik minden, amit a felhasználók a virtuális környezetben látnak. Ezek a tényezők közvetlenül kapcsolódnak a felhasználó által látott VR-tartalomhoz. Ilyen a képfelbontás, a képfrissítés, a látómező szélessége és például a tartalom kidolgozottsága.

Interakció: azokat a tényezőket jelölik, amelyek a felhasználó és a VR-alkalmazás közötti interakcióhoz szükségesek. Ilyenek lehetnek például a mozgás irányítása (navigálás, mászkálás, teleportálás, forgás, rotációs sebesség, gyorsulás) és a játékkal kapcsolatos egyéb interakciók (hangvezérlés, narráció).

Emberi tényezők: a veleszületett demográfiai jellemzők (életkor, nem stb.), a felhasználó mozgás és kiberbetegségre való hajlama, az egészségügyi jellemzők (betegség, rövid vagy távollátás), illetve a digitális kompetenciák (VR- vagy más szimulációs tapasztalatok).

Hardver: ezek a tényezők jellemzően a VR-szemüveg technológiai tulajdonságai, amelyek magukba foglalják a látómezőt (FOV), a mélységélességet, a felbontást és a képfrissítési képességet.

Kísérlet végrehajtása: a fenti elsődleges tényezőkön kívül a kísérlet végrehajtása is befolyásolja a kiberbetegség vagy fizikai, pszichológiai hatások súlyosságát. Így fontos definiálni a VR-feladat időtartamát és ismétlődését, illetve a VR-szenáriót megelőző feladatok és a VR-feladatok közötti pihenőidőt.

A vizsgálat 2022. július havában sikeresen befejeződött. Az adatok és az eredmények feldolgozása után a következtetések és javaslatok képezhetik a következő VR szimulátoros vizsgálat alapját.

²⁹ Fast motion sickness scale (FMS-) kérdőív. Bővebben lásd KESHAVARZ–HECHT 2011: 419.

³⁰ CHANG et al. 2018: 260.

Összegzés

Összegzésként megállapítom, hogy a VR-alapú eszközök egyre nagyobb teret hódítanak. Alkalmazásuk nemcsak a civil szférában, hanem a védelmi területen, így a katasztrófavédelemben és a honvédelemben is óriási lehetőséget rejt. A napjainkban folyó katonai reformok nemcsak a szakemberek felkészítésében hoznak változásokat, de a napi gyakorlati munkában, valamint az alkalmazott eszközökben, technológiákban is. A VR-eszközök alkalmazása negatív hatásainak felismerése és azok csökkentése aktuális feladat, így annak kutatása jelentős előrelépést hozhat a témában.

A *VR fizikai és pszichológiai hatások* című kísérlet lefolytatása után az előzetes következtetéseink megerősítették, hogy a vizuális és vestibuláris érzések-érzetek közötti összhang javításával a felhasználók biztonságosabb virtuális valóságot élhetnek át, ami kiemelt fontosságú a VR védelmi szféra oktatási környezetében történő alkalmazásának szempontjából. Az eredményekből leszűrhető, hogy a kísérlet elvégzése után a megadott 15 érzet közül a legjobban a gyomorforgás és szédülés jelentkezett a felhasználóknál. A fizikai és pszichológiai érzetek, illetve a kiberbetegség kiváltó okának megértéséhez és ezek negatív hatásainak csökkentéséhez kutatni kell a tartalmi, emberi és hardvertényezőket, illetve az interakciós eljárások és kísérleti módszertan befolyását a negatív felhasználói élmények csökkentéséhez. A kutatásból már most látható, hogy a VR-felhasználók között kevésbé a korosztálybeli eltérés a mérvadó, inkább a felhasználók fokozatos „szoktatása” a VR-térhez tud jó eredménnyel szolgálni a kiberbetegség csökkentésére. A kísérletben részt vevő egyének VR digitális kompetenciája szintén meghatározó volt a kiberbetegség elkerülése szempontjából és egyértelműen befolyással van a fizikai és pszichológiai érzetek negatív kialakulásában. A fenti eredmények figyelembevételével javasolt tehát egy felhasználási mátrixon alapuló terv és egy használati módszertani könyv elkészítése.

Fontos megjegyezni, hogy a kutatásunkban nem elemeztük a válaszok alapján leszűrhető minden fizikai és pszichológiai eredményt, itt kiemelten a kiberbetegség hatásaira koncentráltunk, illetve a terjedelmi korlátok miatt nem vizsgáltam a kiberbetegség hatásának csökkentésére javasolt eljárások egyik részterületét sem, ezért a részletek további kutatást igényelnek. Tekintve a téma fontosságát és szerepét a védelmiszféraképzés, -oktatás, -kiképzés területén, mindenképpen hasznos lenne a további kutatások folytatása arra vonatkozólag, hogy a VR-szemüvegek alkalmazása során teljes képet kapjunk a felhasználót munkavégzés közben érő terhelés típusairól és jellegéről, valamint arról, hogy az alkalmazás és a szakterületi specialitások között vannak-e összefüggések.

Felhasznált irodalom

- BEAMS, Ryan – KIM, Andrea S. – BADANO, Aldo (2019): Transverse Chromatic Aberration in Virtual Reality Head-Mounted Displays. *Optics Express*, 27(18), 24877–24884. Online: <https://doi.org/10.1364/OE.27.024877>
- BENKŐ Tibor (2019): A Magyar Honvédség jelene és jövője. *Hadtudomány*, 29(1–2), 149–155. Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2019.29.1-2.149>
- CHANG, Eunhee et al. (2018): An Integrated Model of Cybersickness, Understanding User's Discomfort in Virtual Reality. *Journal of KIISE*, 45(3), 251–279. Online: <https://doi.org/10.5626/JOK.2018.45.3.251>
- CHO, Won Seok et al. (2020): Air-Gap-Embedded Robust Hazy Films to Reduce the Screen-Door Effect in Virtual Reality Displays. *Nanoscale*, 12(16), 8750–8757. Online: <https://doi.org/10.1039/c9nr10615d>
- GOLDING, John F. (2016): Motion sickness. *Handbook of Clinical Neurology*, 137. 371–390. Online: <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63437-5.00027-3>
- GOLDING, John F.– GREYSTY, Michael A. (2015): Pathophysiology and Treatment of Motion Sickness. *Current Opinion in Neurology*, 28(1), 83–88. Online: <https://doi.org/10.1097/wco.0000000000000163>
- HORNYACSEK Júlia (2020): A klímaváltozással összefüggő katasztrófák lehetséges hatásai a lakosságra és az ezzel szembeni védetségük növelésének lehetőségei. In FÖLDI László – HEGEDŰS Hajnalka (szerk.): *Éghajlatváltozás okozta kihívások és lehetséges válaszok*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó, 75–89. Online: <https://bit.ly/3xyuy2b>
- HORNYACSEK Júlia – KOVÁCS Gergely (2021): A kiterjesztett valóság alapú szemüveg alkalmazásának kihívásai a védelmi szférában a műszaki szakfeladatok ellátása során. In FÖLDI László: *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó.
- KÁLLAI Attila (2016): Felkészítés és kiképzés virtuális környezetben. In *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése*. Budapest: Nemzeti Közzszolgálati Egyetem, 4–56. Online: http://real.mtak.hu/33554/1/tanulmánygyujtemeny%20_ujratervezes_CsJ_KZ_1.5.pdf
- KENNEDY, Robert S. – FOWLKES, Jennifer E. (1992): Simulator Sickness Is Polygenic and poly-symptomatic: Implications for Research. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2. 23–38.
- KESHAVARZ, Behrang – HECHT, Heiko (2011): Validating an Efficient Method to Quantify Motion Sickness. *Human Factors. The Journal of the Human Factors and Ergonomics Societ*, 53(4), 415–426.
- KOVÁCS Gergely (2020): A kiterjesztett valóság alapú technológia alkalmazásának lehetőségei és korlátai a védelem és a polgári logisztika területein. *Katonai Logisztika*, 28(1–2), 54–78. Online: <https://doi.org/10.30583/2020/1-2/054>
- KOVÁCS Gergely – HORNYACSEK Júlia (2019): *Korszerű oktatási eszközök és módszerek alkalmazása a polgári védelmi felkészítésben*. *Műszaki Katonai Közöny*, 29(2), 117–132. Online: http://real.mtak.hu/104218/1/MKK_2019_2_10_Kovacs_Hornyacsek.pdf
- KOZMÁR Zita (2017): Generációelméletek. *Pedagógiai Folyóiratok*, 8–9. Online: <https://folyoiratok.oh.gov.hu/uj-kozneveles/generacioelmletek>

- LAMPTON, Donald R. et al. (1994): Side Effects and Aftereffects of Immersion in Virtual Environments. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 18(38), 1154–1158. Online: <http://dx.doi.org/10.1177/154193129403801802>
- LEE, Jiun-Yu et al. (2017): *Estimating the Simulator Sickness in Immersive Virtual Reality With Optical Flow Analysis*. New York: Association for Computing Machinery. Online: <https://doi.org/10.1145/3145690.3145697>
- MANTOVANI, Fabrizia – CASTELNUOVO, Gianluca (2003): Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through Earning Experience in Virtual Environments. In RIVA, Giuseppe – DAVIDE, Fabrizio – IJSELSTEIJN, Wijnand A.: *Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments*. Amsterdam: Ios Press.
- MARLOK Tamás (2021a): Virtuális valóság-alapú taktikai szimulációs kiképző eszközök hazai fejlesztési lehetőségei. 2. rész: A technológia lehetőségei a kiképzés szemszögéből. *Hadmérnök*, 16(1), 161–176. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2021.1.10>
- MARLOK Tamás (2021b): Virtuális valóság-alapú taktikai szimulációs kiképző eszközök hazai fejlesztési lehetőségei. 3. rész: A technológia korlátai a kiképzés szemszögéből. *Hadmérnök*, 16(3), 157–172. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2021.3.9>
- MAZLOUMI GAVGANI, Alireza et al. (2017): Profiling Subjective Symptoms and Autonomic Changes Associated With Cybersickness. *Autonomic Neuroscience*, 203, 41–50. Online: <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.12.004>
- MCCAULEY, Michael – SHARKEY, Thomas J. (1992): Cybersickness: Perception of Self-Motion in Virtual Environments. *Teleoperators and Virtual Environments*, 1(3), 311–317. Online: <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.3.311>
- NALIVAICO, Eugene et al. (2015): Cybersickness Provoked by Head-Mounted Display Affects Cutaneous Vascular Tone, Heart Rate and Reaction Time. *Physiology Behavior*, 151, 583–590. Online: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.08.043>
- NESBITT, Keith et al. (2017): Correlating Reaction Time and Nausea Measures With Traditional Measures of Cybersickness. *Displays*, 48, 1–8. Online: <https://doi.org/10.1016/j.displa.2017.01.002>
- OISHI, Erika et al. (2016): Enhancement of Motion Sensation by Pulling Clothes. In *Proceedings of the Symposium on Spatial User Interaction*. New York: Association for Computing Machinery.
- RANGELOVA, Stanislava – MOTUS, Daniel – ANDRÉ, Elisabeth (2020): Cybersickness Among Gamers: An Online Survey. In AHAM, Thomas (szerk.): *Advances in Human Factors in Wearable Technologies and Game Design*. Cham: Springer International Publishing.
- RESPERGER István (2005): A nemzetközi terrorizmus ellenes küzdelem tapasztalatai és lehetséges stratégiái. In *New Challenges in the Field of Military Sciences 2005. 3rd International Scientific Conference*, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem.
- RESPERGER István – KISS Álmos Péter – SOMKUTI Bálint (2014): *Aszimmetrikus hadviselés. Kis háborúk nagy hatással*. Budapest: Zrínyi.
- RIEDER, Rafael – HAAG KRISTENSEN, Christian – SARROGLIA, Pinho Márcio (2011): *Identifying Relationships between Physiological Measures and Evaluation Metrics for 3D Interaction Techniques. Human-computer interaction – INTERACT*. Berlin: Springer.
- WOODBERRY, Andrew (2017): Government Divisions to Use VR for Training. [Readwrite.com](https://readwrite.com), 2017. október 26. Online: <https://readwrite.com/government-vr-uses/>