

Kovács Gergely¹

A védelmi szférában alkalmazható VR-alapú képzés/felkészítés lehetséges negatív fizikai és pszichológiai hatásai II.

Possible Negative Physical and Psychological Effects of VR-Based Training/Preparation in the Defence Sector II.

Absztrakt

Az elmúlt évtized digitális területen történt paradigmaváltásai a legimmerzívőbb technológiák alkalmazását is magukkal hozták, mint például a VR, amely az oktatásban és képzésben is megjelent. E technológia rendszeresítése és tömeges alkalmazása előtt nagyon idősekrűek a VR-alapú képzéssel, oktatással és annak fizikai, valamint pszichológiai hatásaival kapcsolatos vizsgálatok. A szerző cikksorozatban mutatja be ez irányú kutatásait, amelynek első részében elemezte a virtuális valóság (VR) védelmi területen való alkalmazásának lehetőségeit. Jelen cikkben empirikus kutatásban vizsgálja, hogy mi befolyásolja a VR-alapú oktatás és képzés hatékonyságát, elemzi a felhasználót érintő lehetséges negatív hatásokat. Vizsgálja a VR-használati hajlandóság néhány kérdését annak érdekében, hogy javaslatot tegyen a VR-alapú képzés hatékonyságának növelésére és az eszközhasználat lehetséges negatív hatásainak kiküszöbölésére.

Kulcsszavak: katonai felkészítés, virtuális valóság, fizikai és pszichológiai érzet, kiberbetegség, tanulási hatékonyság

¹ XR-kutató, Védelmi Innovációs Kutatóintézet, e-mail: Kovacs.Gergely@uni-nke.hu

Abstract

The paradigm shifts in the digital field over the last decade have brought with them the use of the most immersive technologies, such as VR, which has also been introduced in education and training. Studies on VR-based training and education and its physical and psychological effects are very timely before the systematic and mass adoption of this technology. The author presents his research in this area in a series of articles, the first part of which analyses the potential of virtual reality (VR) in the field of defence. In the present article, she uses empirical research to investigate the impact of VR-based education and training on its effectiveness, analysing the potential negative effects on the user. It examines some issues of VR user willingness in order to propose ways to increase the effectiveness of VR-based training and to eliminate possible negative effects of VR use.

Keywords: military training, virtual reality, physical and psychological sensation, cyber-sickness, learning effectiveness

Bevezetés

A jelenlegi geopolitikai viszonyok és egyéb sajnálatos tényezők számos területen fokozzák a globális feszültségeket.² A nagyhatalmak rivalizálása, a regionális konfliktusok,³ a hagyományos és az aszimmetrikus hadviselés, a terrorizmus⁴ és a kiberhadviselés⁵ stb. mind olyan hatások, amelyek a védelmi szférában növelik az igényt az oktatás/képzés hatékonyságának növelésére.⁶ Ebben a komplex kihívásokkal terhelt és kiszámíthatatlan biztonsági környezetben a hatékony oktatás, képzés, kiképzés, felkészítés és továbbképzés⁷ nagyon fontos elemei az ütőképes erő kialakításának. Ez a védelmi szféra bármely területére érvényes, de kiemelten fontos a katonai erő vonatkozásában, hiszen ahogy az információs technológia és a modern fegyverek fejlődnek, a hadviselési stratégiák és taktikák is gyorsan változnak. A felkészülésük során folyamatosan alkalmazkodniuk kell az új típusú fenyegetésekhez, mert ezek a tényezők még komplexebbé és kiszámíthatatlanabbá teszik a feladataikat. A katonáknak és más védelmi terület szakembereinek fizikailag és szellemileg felkészültnek kell lenniük, de digitális képességekkel, megfelelő digitális kompetenciával is rendelkezniük kell. A védelmi szakembereket képző rendszereknek nemcsak a hagyományos, hanem az új típusú kihívásokra választ adó oktatásra is fel kell készülniük. A jelenleg is zajló digitális forradalom, a digitális fejlesztések előrehaladása elérte az oktatást, új utak jelentek meg. Mára már egyre elterjedtebb a VR-AR-technológián alapuló képzési forma. A fejlődés az eszközök és eljárások egyszerűsödését is hozta. Az LCNC- „Low

² RESPERGER-KISS 2014: 25; RESPERGER 2005: 23; HORNYACSEK 2020: 81.

³ SZUHAI-TÁLAS 2017: 10.

⁴ HORVÁTH-LÉVAI 2021: 131.

⁵ KOVÁCS 2023: 7.

⁶ BENKŐ 2019: 154.

⁷ A fogalmak más-más oktatási formát takarnak, de ebben a tanulmányban egymás szinonimájaként használom ezeket, és összefoglaló fogalommal többnyire képzésnek nevezem.

Code No Code"⁸ eljárások megjelenése például forradalmasítja a védelmi szektor szoftverfejlesztési módszereit, de egyben a képzési módszereket is.

Új utak: az LCNC- („Low Code No Code”) és SST- („Simple Smart Tech”) platformok

Az újfajta digitális megközelítések, mint a „Low Code No Code” platformok és a „Simple Smart Tech” forradalmasítják a katonai képzést és oktatást, kiemelten a V-learning,⁹ azaz a virtuális tanulás irányába.

Az LCNC szoftverfejlesztési platformok lehetővé teszik különböző alkalmazások gyors és egyszerű létrehozását minimális programozási tudással, egy vizuális interfész segítségével, ahol a felhasználók komponenseket helyeznek el és kötnek össze. Ez radikálisan lerövidítheti a fejlesztési ciklusokat és demokratizálja a szoftverfejlesztést, lehetővé teszi a „nem technikai háttérű” felhasználók számára is, hogy részt vegyenek az alkalmazások kialakításában. A „low code no code” megközelítések a jövőben biztosíthatják a védelmi szakemberek számára, hogy gyorsan és rugalmasan hozzanak létre testreszabott digitális megoldásokat, mint például virtuális drónirányító rendszereket vagy VR-alapú oktató platformokat.

Az SST, vagyis a Simple Smart Tech (Technology) olyan megfizethető, mégis hatékony digitális eszközöket és megoldásokat jelent, amelyek széles körben elérhetők a kereskedelmi forgalomban és különösen előnyösnek bizonyulnak a védelmi szektorban. Ezek az eszközök az egyszerű kezelhetőségüket és a gyors integrálhatóságukat ötvözik a fejlett technológiák bizonyos aspektusaival. Így az egyszerű okostechnológiai megoldások jelentős hatékonyságnövelést képesek biztosítani különböző védelmi feladatok során, például a felderítésben, a döntéstámogatásban, kommunikációban vagy az erőforrás-kezelésben. Az SST-eszközök kulcsfontosságú szerepet játszanak abban, hogy a védelmi szektor költséghatékonyan és gyorsan alkalmazkodjon a modern kihívásokhoz. A könnyen elérhető kereskedelmi drónok vagy az oktatásban a VR-szemüvegek további előnyt kínálnak az egyre elterjedtebb V-learning számára, hiszen azonnali és költséghatékony megoldást nyújtanak az oktatási kihívásokra (motiváció, eredményesség, tartós tudás stb.). A védelmi szektorban dolgozók a V-learning platformokon keresztül gyakorolhatják a kritikus helyzetek kezelését, ami elősegíti a tudás mélyebb elsajátítását vagy akár a katonák pszichológiai terhelhetőségének növelését, de nem utolsósorban a környezetterhelés csökkentését is. Kutatások igazolták, hogy VR-technológia az immerzív oktatás egyik legerőteljesebb eszköze.¹⁰ Ennek során a résztvevők teljes mértékben elmerülhetnek

⁸ Az LCNC azaz a „low-code” és „no-code” szoftverfejlesztési platformok lehetővé teszik alkalmazások gyors és egyszerű létrehozását minimális programozási tudás igénybevételével, vizuális interfész segítségével, ahol a felhasználók komponenseket helyeznek el és kötnek össze, mint egy digitális építőköcska-játékban. Ez a megközelítés radikálisan lerövidítheti a fejlesztési ciklusokat, lehetővé teszi a „nem technikai háttérű” felhasználók számára is, hogy részt vegyenek az alkalmazások kialakításában.

⁹ A V-learning: vagyis a virtuális valóság (VR-) alapú oktatási rendszerek olyan innovatív oktatási megoldást képviselnek, amely a digitális technológia legújabb fejlesztéseit használja fel a tanulási környezet és a pedagógiai interakciók bővítésére. Ezek a rendszerek immerzív, háromdimenziós virtuális térben helyezik el a felhasználókat, lehetővé téve számukra, hogy valóság-hű környezetben sajátítsanak el új ismereteket és készségeket.

¹⁰ MANTOVANI-FABRIZIA-GIANLUCA 2003: 173; MARLOK 2021: 170.

a tanulási környezetben, ami növeli a motivációt és a megértést, ezzel javítja az oktatás hatékonyságát is. A tanulók valóság-hű,¹¹ interaktív szerepben vehetnek részt a képzésben, ami lehetővé teszi számukra, hogy gyakorlati tapasztalatokat szerezzenek anélkül, hogy valódi kockázatnak tennék ki magukat. Mindez jelentős előrelépést jelent a védelmi szektorban alkalmazott V-learning oktatásban, mert e technológiák integrálása nemcsak a katonai képzések hatékonyságát növelheti, hanem hozzájárul az állomány gyorsabb, rugalmasabb és tudatosabb döntéshozatalához is. Természetesen az SST-eszközök nem helyettesítik a high tech komplexebb megoldásokat, mint például a GTS-szimulátor,¹² így főként a skilltréningekhez és az egyszerű vagy egyedi folyamatok oktatására adhatnak hatékony választ.

A korszerű digitális technológiák tehát várhatóan nélkülözhetetlen eszközei lesznek a modern katonai képzésnek és kiképzésnek,¹³ ugyanakkor még nem teljesen ismertek a hibás alkalmazásból adódó konkrét hátrányaik. Felmerül az a kérdés is, hogy melyek lehetnek ezek, és mi befolyásolhatja előnyösen vagy hátrányosan a VR-ra alapuló oktatás hatékonyságát. Van-e összefüggés az alkalmazó digitáliskompetencia-szintje, a tanulási módszere és a tanulási hatékonyság (tudás) között? Vajon a hibás alkalmazási módnak milyen kihatása lehet az alkalmazók fizikai, pszichikai jólétére?

A V-learning oktatás és képzés lehetséges területei a védelmi szférában

A védelmi szféra területén felmerülő feladatok komplexek, ezért a végrehajtásukhoz is többretű szakértelemre és összetett készségekre van szükség, hiszen nemcsak szaktudást igényelnek, hanem többnyire az emberi élet és az anyagi javak mentésére irányuló készségeket is. A katonák felkészítése a feladataik végrehajtására széles skálán mozog. Az alapkiképzés az újoncokat alapvető katonai készségekhez juttatja, mint a fegyverkezelés, fizikai felkészülés stb. A harc megvívására és a harctámogatásra is fel kell készülniük, ezért szakkiképzések is folynak. A kommunikációs és információs rendszerek működtetése terén is szükség van speciális készségekre az adat- és információkezelés, valamint a kommunikációs eszközök hatékony használatához. A katonáorvosok és egészségügyi személyzet felkészítése is sajátos képzési igényeket támaszt, kezdve az elsősegélynyújtástól egészen a katonáorvosi sebészeti stb. eljárásokig. A digitális eszközök és módszerek integrálása az oktatási folyamatokba elengedhetetlen minden területen. Ezek nem csupán lehetővé teszik a képzési anyagok személyre szabását, de veszélyes vagy költséges manőverek esetében a kockázatmentes gyakorlást, a környezetkárosítás csökkentését is biztosítják. A képzési rendszernek tehát fel kell készülnie a VR bevonására az oktatásba, annak minden előnyével és hátrányával. A VR-alapú felkészítés hibalehetőségei, az egészségügyi kockázatok, valamint a hatékonyság és pedagógiai integráció kérdései ugyanis kihívások elé állítják a képzésért felelősöket és folytatókat. Ebből adódóan

¹¹ KOVÁCS 2020: 63; HORNACSEK–KOVÁCS 2020: 154.

¹² Lásd: <https://www.infinitsimulation.com/>

¹³ NÉMETH–VIRÁGH 2021: 5–6; WOODBERRY 2017.

a technológiai fejlődés átgondolt és tudományosan alátámasztott integrációja lehet csak a járható út. Az új digitális oktatási platformok, mint például a virtuális valóság, a V-learning és a mobilalkalmazások rövid és hosszú távú egészségügyi hatásainak kiküszöbölését célzó használati módok azonban még nincsenek kidolgozva. A tanulás hatékonysága és a VR-alapú oktatás módszere összefüggésének vizsgálata is időszerű, és nem kerülhető el a kérdés, hogy ezen megoldások rendszeresítése a pozitív előnyök mellett milyen negatív hatásokkal jár. Az alábbiakban bemutatom a témában folytatott empirikus kutatásomat.

A VR-szemüveg használata során felmerült érzetek című kutatás alapvetései és bemutatása

Az már igazolt tény, hogy a digitális transzformáció és az újfajta technológiai megközelítések, mint az előbb említett LCNC-platformok és a Simple Smart Tech alkalmazása, jelentős előnyöket nyújtanak a civil szektorban. Az ilyen eljárások alkalmazása jó példával szolgálhat a védelmi terület felé is, és a vizsgálatuk betekintést nyújthat abba, hogyan adaptálják a felhasználók ezeket az eszközöket a képzésbe. A civil felhasználók tapasztalatainak elemzésére alapulón következtetések fogalmazhatók meg arról is, hogyan alkalmazhatók az immerzív technológiák a katonai kiképzésben anélkül, hogy negatív fizikai és pszichés hatást fejtenének ki, valamint, hogy milyen hatással vannak a katonák tanulási és műveleti képességeire.

Jelen kutatás fő célja, hogy meghatározza azokat a problémákat, amelyek a virtuális valóság és a kapcsolódó technológiák védelmi szférában történő alkalmazásának integrálását akadályozhatják, és megoldási javaslatokat adjon a használattal összefüggésben felmerülő problémákra. A cél elérése érdekében kísérletet folytattam, hogy feltárjam a tényezőket, amelyek befolyásolják a használatot és azonosítsam azokat a negatív hatásokat, amelyek kihatnak a tanulási és az alkalmazási hatékonyságra. Egy előző kutatásban a VR alkalmazásának szűk értelemben vett fizikai és pszichológiai hatásait vizsgáltam. Láthatóvá vált, hogy a fizikai és pszichológiai kihívások negatívan befolyásolják az eszközök használatának hatékonyságát. Ezek közé tartozik például a szimulátorbetegség, amely olyan tüneteket okozhat, mint hányinger, fejfájás vagy szédülés.¹⁴ Jelen kutatásban (a lefolytatott kísérlet eredményeire alapulón) arra is kitérek, hogyan lehet ezeket a technológiákat hatékonyan alkalmazni a védelmi szervezetekben a képzésben. Céloom a VR-alapú eszközök felhasználása pozitív és negatív hatásainak feltárása mellett a tanulási hatékonyság, az életkor és a digitális kompetenciák összefüggéseinek vizsgálata.

¹⁴ Kovács 2022: 85–106.

A tudományos probléma

A digitális eszközök és eljárások megjelenése jelentős befolyással van a védelmi szektor munkájára és az ott folyó oktatási-képzési folyamatokra. Gyakran azonban sem a tanulók, sem az oktatók nincsenek felkészülve ezen újítások integrálására a tanulás-tanítás folyamatába, ami a tanulási és az alkalmazási hatékonyság csökkenését eredményezheti.

A VR-alapú eszközök használatának potenciális negatív fizikai és pszichológiai hatásai, mint például a szimulációs betegség vagy a tanulás hatékonyságát befolyásoló fizikai tényezők, valamint az ezek kialakulását okozó használati tényezők alulkutatottnak számítanak, nincsenek beazonosítva, így a mitigációs és válaszstratégiák sem állnak rendelkezésre. Nincs tudományosan megalapozott, a negatív hatások kialakulását figyelembe vevő felhasználói módszertani útmutató a védelmi szférában folyó VR-alapú képzéshez.

A probléma súlyosbodik azzal, hogy az oktatási rendszer és a lakosság digitális-kompetenciaszintje alacsony,¹⁵ és ennek az alkalmazási hatékonysággal és a várható negatív hatásokkal való összefüggéseit nem ismerjük. Emellett a felhasználói tudás és a használati készségek is hiányoznak az érintettek körében.¹⁶ Ezen túlmenően, az új digitális eszközök, beleértve az XR-technológiákat is, gyakran azonnali megoldást ígérnek a képzésben felmerülő problémákra. Ugyanakkor a fenti vizsgálatok hiányában elterjedhetnek anélkül, hogy megfelelően integrálták volna őket a már jól ismert pedagógiai alapelvekbe, kutatási eredményekbe és a gyakorlati oktatásba.

Hipotézisek, célkitűzések

A kutatás hipotéziseit és célkitűzéseit négy téma köré csoportosítva fogalmaztam meg. Ezek az alábbiak:

1. Digitális transzformáció az oktatásban és digitális kompetenciák¹⁷

Hipotézis 1.: Feltételezem, hogy a lakosság digitális-kompetencia-szintje alacsony a VR vonatkozásában, és ez a tanulási hatékonyságra negatív hatással van. Célkitűzés 1.: Elemzem a megkérdezettek digitális-eszköz-használatát, digitális kompetenciájának jellemzőit. Azonosítom a digitális eszközök használati trendjét, felkészületlenség okait és lehetséges megoldásait *annak érdekében*, hogy javaslatot tegyek a digitális kompetencia növelésének módjaira.

¹⁵ A digitális kompetenciák olyan készségeket jelentenek, amelyek szükségesek ahhoz, hogy az egyének és a szervezetek hatékonyan használhassák ezeket az eszközöket és technológiákat. Ide tartozik az információkezelés, a kommunikáció, a tartalom-létrehozás, a biztonság és a problémamegoldás digitális eszközök segítségével.

¹⁶ KOVÁCSNÉ 2009.

¹⁷ Digitális transzformáció az a folyamat, amely során a szervezetek átalakítják tevékenységeiket és folyamataikat a digitális technológia által biztosított előnyök kihasználása érdekében. Célja az, hogy növelje a hatékonyságot és az innovációs képességet azáltal, hogy kihasználják a digitális eszközök, például az adatfeldolgozás, az analitika és az internetes kapcsolatok nyújtotta lehetőségeket.

2. A tanulási hatékonyság, az eszközhasználati módszer és az életkor összefüggései

Hipotézis 2.: Feltételezem, hogy a VR-alapú oktatás-képzés hatékonysága összefügg az alkalmazott módszerrel és a feladat-végrehajtás egymásra épülésének mikéntjével, valamint az életkorral. Célkitűzés 2.: Vizsgálom, hogy a VR-alapú eszközökkel végzett tanulási sorrend két esete (az egyszerűtől a bonyolult felé haladás vagy a bonyolulttól az egyszerű felé haladás) és az életkor hatással lesz-e tanulásra. Mindezt *annak érdekében*, hogy javaslatot tegyek a tanulási hatékonyság növelésére.

3. Lehetőségek negatív egészségügyi hatások

Hipotézis 3.: Feltételezem, hogy a VR használata során negatív fizikai és pszichikai jelenségek fordulhatnak elő. Célkitűzés 3.: Mivel a korábbi kutatások igazolták, hogy a VR-platformok oktatási alkalmazásának negatív hatásai¹⁸ közé tartozik a cyber sickness, amely szédülést, hányingert és egyensúlyvesztést okozhat, valamint a felhasználók digitáliskompetencia-szintjének variabilitása,¹⁹ ezért jelen kísérletben célom volt vizsgálni az eszközök használatának potenciális negatív egészségügyi hatásait *annak érdekében*, az eredmények alapján javaslatokat tegyek az egészségügyi kockázatok csökkentésének lehetséges módjaira a helyes alkalmazási módszerekre.

4. VR-használati hajlandóság

Hipotézis 4.: Feltételezem, hogy a VR-technológiák használatától sokan idegenkednek, de megfelelő felkészítéssel szívesen vállalkoznának rá, elsősorban munkahelyi környezetben.

Célkitűzés 4.: Vizsgálom, hogy az új digitális eszközök használati hajlandósága milyen, *annak érdekében*, hogy javaslatot tegyek arra, hogy lehetne motiváltabbá tenni a védelmi szakembereket a használatukra.

A kutatás módszere

A célkitűzések eléréséhez több módszer együttes alkalmazásával jutottam el. Ez magában foglalta az irodalmak és a kapcsolódó dokumentumok feldolgozását, vagyis a szekunder adatokból következtetések levonását.²⁰ VR-hoz kapcsolódó korábbi tanulmányokat vizsgáltam,²¹ amelyek rámutattak a technológia fizikai és pszichológiai hatásaira. Emellett empirikus kutatást is végeztem kísérlet és az azt követő kérdezés (kérdőíves) formájában, hogy megerősítem vagy cáfoljam a szekunder adatokból származó eredményeket, valamint igazoljam vagy elvessem a felállított hipotéziseket. A VR-technológia oktatásban és kiképzésben történő alkalmazásának vizsgálatát az alábbi 6 lépésben vizsgáltam:

¹⁸ MCCAULEY-SHARKEY 1992: 314.

¹⁹ GOLDING 2016: 371–390.

²⁰ KÁLLAI 2016: 26; MARLOK 2022: 325.

²¹ NALIVAICO at al. 2015: 586; MARLOK 2021: 163; GAVGANI et al. 2017: 45.

1. táblázat: A kutatás dizájnya

1. lépés	2. lépés	3. lépés
A függő változók meghatározása és a hozzájuk kapcsolódó kérdések összeállítása.	A független változók kiválasztása és a kérdőív megbízhatóságát és érvényességét befolyásoló tényezők elemzése. A kísérleti beállítás és a mérőeszköz összeállítása.	A helyszín meghatározása és a kutatási körülmények kialakítása. A vizsgálati csoport kiválasztása. Próbák lefolytatása, korrekciók.
4. lépés	5. lépés	6. lépés
A kísérlet végrehajtása. A résztvevők által végzett tevékenységek megfigyelése és rögzítése.	A kérdőív kitöltetése a résztvevőkkel, valamint szükség esetén kérdéses interjú formájában.	Az adatok értékelése a statisztikai elemzések végzése, grafikus ábrázolás. A következtetések kialakítása.

Forrás: a szerző szerkesztése

Azonosítottam a képzés hatékonyságára ható tényezőket. Az így megszerzett információk alapján azonosítottam a függő és független változókat. A függő változók között szerepeltek a VR-technológia fizikai és pszichológiai hatásai, míg a független változók között a válaszolók demográfiai adatai, mint életkor, munkahely, lakhely, végzettség és digitáliskompetencia-szint. Ezután terveztem meg a kísérlet lefolytatásának alkalmazott módszerét, protokollját (lásd később). Ennél figyelembe vettem a hazai és nemzetközi kutatások vonatkozó eredményeit és eljárásrendeket,²² emellett a gyártók által javasolt megoldásokat is. A kutatás egy kísérlettel indult: egy Oculus Quest²³ VR-szemüveggel feladatot kellett végezniük a résztvevőknek. A vizsgálati csoport kiválasztása random módon történt az *Egy a Természettel Világkiállítás* önként vállalkozó látogatói közül. A feladat-végrehajtást követően kérdőívet töltöttek ki a résztvevők.

A kérdőív rétegző kérdésekből és 21 szakterületi kérdésből állt, amely három kérdéscsoportra osztható. Az *első kérdéscsoport* a személyes információkra és az általános digitális eszköz-használatra kérdezett rá. A *második kérdéscsoport* az Oculus Quest VR-szemüveg használata közben felmerülő érzeteket vizsgálta, a fizikai hatásokat, annak érdekében, hogy meghatározhatók legyenek a potenciális negatív mellékhatások vagy érzetek, különös tekintettel a szimulátorbetegsége, amelynek tüneteit és okait több korábbi kutatásban²⁴ is vizsgáltuk. A *harmadik kérdéscsoport* a jövőbeni használati hajlandóságot mérte.

A kérdések – az utolsó kivételével – feleletválasztó típusúak voltak, amelyek értékeléséhez Microsoft Excelt használtam. A kérdéssort a kísérlet után személyesen kellett kitölteni. A szakmai rész számos paramétert vett figyelembe, kezdve a felhasználó mozgásbiztonságától, egészen a feladat-végrehajtás és verbális megnyilvánulások minőségéig. A mozgások és az irányváltások biztonsága, valamint a mozdulatok határozottsága is kiemelt figyelmet kapott. A kérdőív emellett extra feladatokkal is

²² STANNEY et al. 2020: 1788.

²³ Az Oculus Quest II műszaki paraméterei: 1832×1920 pixel felbontású LCD-kijelző, 72Hz/90Hz frissítési ráta, Qualcomm Snapdragon XR2 chip, háromfokozatú IPD-beállítás (58 mm/63 mm/68 mm), súly: 503 gramm.

²⁴ KOVÁCS 2020: 63; HORNYACSEK–KOVÁCS 2020: 154.

bővült: a résztvevőknek rangsorolniuk kellett, hogy melyik tevékenység okozta számukra a legnagyobb problémát (például fellábon állás, orr megfogása, járás, guggolás, fejbillentés, -mozgatás vagy az egyensúlyozás).

A kísérleti minta tagjaiból egy 25 fős fókuszcsoportos extra vizsgálatot is végeztünk, amely során a felhasználás közbeni viselkedést és teljesítményt elemeztem, de ezeket egy következő tanulmányban mutatom be.

Kísérletihelyszín-beállítás és feladatok

A kísérletet egy 10 x 10 méteres, zárt és külön erre a célra kialakított területen végeztük el, ahol a résztvevők fizikai mozgást is végezhettek, egy virtuális erdei környezetben. A kísérlet előtt mindenki egységes tájékoztatást kapott a célról és a kutatásnál alkalmazott Oculus Quest II VR-szemüveg használatáról. Három különböző, egyre nehezedő és összetettebb feladatot hajtottak végre, s a végrehajtás időtartamát is mértük, azaz a tanulási folyamat idejét teszteltük. A VR-környezetben egy új üzembe helyezése és célzott lövés leadása (I. feladat), egy golyós fegyver „lőkészállapotba” hozása és célzott lövés leadása (II. feladat), valamint egy elöltöltős fegyver üzembe helyezése és lövés leadása (III. feladat) volt a feladat. A kutatásban a felhasználókat kettő csoportra osztottuk. Az egyik csoport a feladatokat fokozatosan nehezedve hajtotta végre, azaz A-B-C sorrendben. A felhasználók másik fele a feladatokat C-A-B sorrendben, azaz a legnehezebb feladattal kezdve vegyesen hajtotta végre. A fegyver-összeállítás idejét, helyességét és a lövés pontosságát mértük.

A kísérlet során és után korábbi kutatásokban kialakított és standardizált, validált úgynevezett VRSQ²⁵-kérdőívből áttemelt kérdéseket tettünk fel és ezek alapján értékeltük a fizikai és pszichológiai reakciókat. A szimulátorbetegséget úgynevezett SSQ-kérdések alapján mértük, amely a betegség tüneteit több klaszterre osztja, ilyen a hányinger (SSQ-H), dezorientáció (SSQ-D) és szemmozgás (SSQ-O).²⁶ A kísérlet során a résztvevők szóbeli visszajelzéseit is rögzítettük, amelyek olyan érzetekre terjedtek ki, amelyeket korábbi kutatások még nem vizsgáltak (csont- és izomrendszer), mint például fáradt kéz, nyakfájás, remegő láb, fájó derék, fáradt csukló vagy fejfájás.

A minta alakulása

Összesen 326 felnőtt férfi és nő vett részt a kutatásban, köztük 154 nő (47%) és 172 férfi (53%) volt,²⁷ akik öt korosztályba tartoztak. A mintát további demográfiai jellemzők alapján is rétegeztem, mint lakhely, foglalkozás és jövedelem. Felmértük a résztvevők

²⁵ KIM et al. 2018: 70.

²⁶ 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.

²⁷ A kísérlet megkezdése előtt írásbeli beleegyezést kértünk. A minta nagyságát hasonló kísérleti eljárások alapján az analógia módszerével becsültük. A neurológiai, pszichiátriai, vestibuláris vagy hallási rendellenességben szenvedők részvételét nem javasoltuk.

digitális kompetenciáját, és azt, hogy szemüveget vagy kontaktlencsét használnak-e, valamint a VR-ral és a digitális okoseszközökkel kapcsolatos tapasztalatukat.

Az életkor szerinti megoszlás azt mutatja, hogy a legnagyobb csoportot a 31–40 éves korosztály alkotta (92 fő, 28%), 18–23 éves 65 fő (20%), 24–30 éves 82 fő (25%), 41–60 éves 63 fő (19%) míg a legkevesebben a 60 év felettiak voltak (24 fő, 7%). A résztvevők több mint fele városi vagy fővárosi lakos (143 fő, 44% és 114 fő, 35%), míg 21%-a falvakból vagy kistelepülésekről (69 fő) származik. A foglalkoztatás terén a megkérdezettek többsége, 152 fő (47%) alkalmazottként dolgozik, míg a tanulók aránya is jelentős: 126 fő (39%). Vezető 21 fő (6%), nyugdíjas 27 fő (8%). A jövedelem tekintetében a résztvevők többsége 231 fő (71%) a magasabb 251 000 forint feletti jövedelem kategóriába esik, a 250 000 forint alatti jövedelemmel rendelkezők 95 főt (29%) tesznek ki.

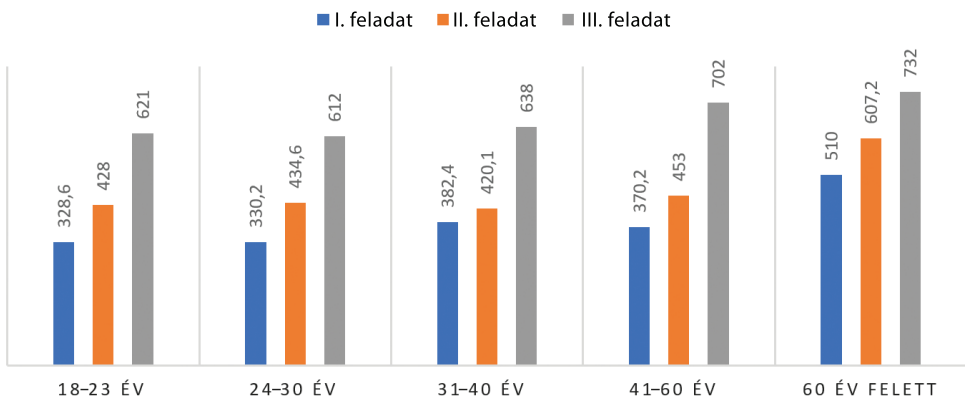
A kísérlet eredményei

Az eredmények a két fő összefüggést tekintve (sorrendiség és a tanulási [feladat-végrehajtási] hatékonyság, valamint az életkor és hatékonyság) az alábbi módon alakultak ki.

A sorrendiség és a tanulási/feladat-végrehajtási hatékonyság összefüggései

A feladatokat A-B-C sorrendben, azaz az egyszerűbbtől a bonyolultabb felé haladva, a 326 résztvevőből 152 végezte el. Az I. feladatot a leggyorsabban a 24–30 éves korosztály oldotta meg 330,2 másodperc alatt, míg a leglassabban a 60 év feletti korcsoport teljesített, 510 másodperces átlaggal (1. ábra). A II. feladat esetében a leggyorsabb csoport a 31–40 évesek voltak 420,1 másodperccel, és hasonlóan az I. feladathoz, itt is a 60 év felettiak végeztek a leglassabban, átlagosan 607,2 másodperces idővel.

A - B - C SORREND



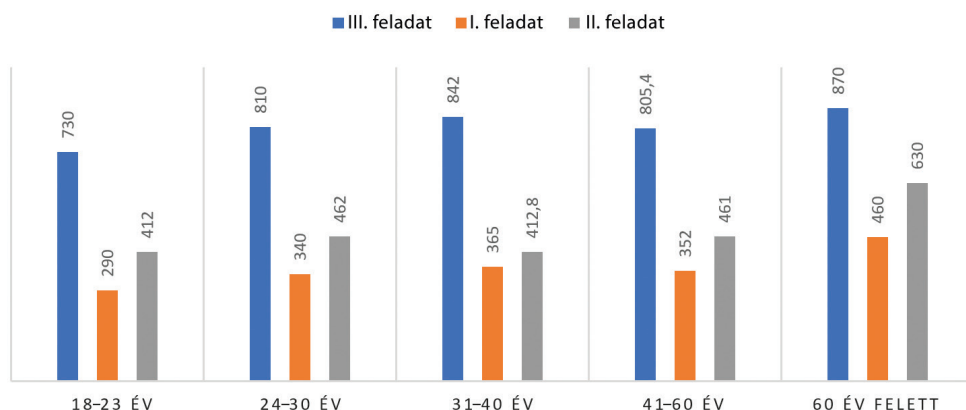
1. ábra: A-B-C sorrendben végrehajtott, I. feladat, II. feladat, III. feladat ideje másodpercben, korosztálonként
Forrás: a szerző szerkesztése

A III. feladat átlagos teljesítési ideje minden korcsoportban magasabb volt. Itt is a 60 év feletti csoport teljesített a leglassabban, 732 másodperces átlaggal, míg a leggyorsabb csoport a 24–30 évesek voltak, 612 másodperces idővel. A 18–23 és a 24–30 évesek hasonló időeredményeket értek el az I. és III. feladatban, míg a 31–40 éveseknél jelentős javulást láthatunk a II. feladatban. A középkorúak tehát jobban alkalmazkodtak a közepes nehézségű feladatokhoz, mint a fiatalab-
bak és az idősebbek. A 41–60 éves korcsoport átlagos teljesítési ideje viszonylag kiegyensúlyozott a három feladatban, ám a teljesítési idejük a III. feladatnál romlott a többi korcsoport átlagos növekedéséhez képest, ami arra utalhat, hogy a korosztály nehezebben alkalmazkodik a bonyolultabb feladatokhoz. Összességében a fiatalabb korcsoportok gyorsabban és hatékonyabban oldották meg a feladatokat mindkét sorrendnél, míg az idősebbeknél jelentősen hosszabb időre volt szükség, különösen a legnehezebbnek ítélt III. feladat esetében, ugyanakkor az idősebbek kevesebb, de pontosabb lövést adtak le.

A feladatokat C-A-B sorrendben a 326 résztvevőből 174 végezte el. Az I. feladatot leggyorsabban a 18–23 éves korosztály, átlagosan 290 másodperc alatt oldotta meg, míg a leglassabban a 60 év feletti csoport teljesített, 460 másodperces átlaggal (2. ábra). A II. feladatban a leggyorsabb átlagos teljesítési időt a 18–23 évesek produkálták, 412 másodperccel, azonban a 60 év felettek itt is a legtöbb időt vették igénybe, 630 másodperccel. A III. feladatban minden korcsoport teljesítési ideje jelentősen megnőtt, ami a feladat magasabb nehézségi fokára utalhat.

A leggyorsabbak ismét a 18–23 évesek voltak 730 másodperccel, míg a 60 év feletiek ebben a kategóriában is a leglassabban végeztek, 870 másodperccel. A 31–40 éves korosztály különösen lassúnak bizonyult a III. feladatban, 842 másodperces átlagidővel, ami meglepő, tekintve, hogy az I. és II. feladatban jobban teljesítettek.

C - A - B SORREND



2. ábra: C-A-B sorrendben a III. feladat, I. feladat, II. feladat végrehajtási ideje másodpercben, korosztályonként

Forrás: a szerző szerkesztése

Összességében a fiatalabb korosztályok általában gyorsabban teljesítették a feladatokat, míg az idősebbeknél minden feladattípusnál hosszabb időre volt szükség. A 41–60 évesek teljesítési ideje viszonylag kiegyensúlyozott volt a különböző feladatok között, de a III. feladatban észrevehetően több időt igényelt a megoldásuk.

Elmondható, hogy az adatok alapján az A-B-C sorrendben végzett feladatoknál átlagosan jobb teljesítményt figyelhetünk meg, mint a C-A-B sorrendben. Az egymásra épülő nehézségi sorrend előnye különösen jól megmutatkozik a 60 év feletti korosztály esetében, ahol az A-B-C sorrendű III. feladatot átlagosan 732 másodperc, míg a C-A-B sorrendű I. feladatot ennél lassabban, 870 másodperc alatt oldották meg. Ez a trend a többi korosztálynál is megfigyelhető. A fiatalabb korosztály minden sorrendben jobban teljesít az idősebbeknél, de abban az esetben, ha egymásra épülő sorrendben rutint szerzett idősebb alkalmazóval hasonlítjuk össze, akkor az idősebbek jobb teljesítményt mutatnak. A feladatok nehézségének fokozatos növelése, a cselekvés automatikussá tétele segítheti tehát a koncentrációt és a teljesítőképességet, különösen az idősebb korosztálynál. Az előkészítés és a fokozatosság lehetővé teszi a résztvevők számára, hogy jobban alkalmazkodjanak és gyorsabban teljesítsenek, még a fiatalabbaknál is. Ez az összehasonlítás rávilágít arra az eredményre, hogy az idősebb korosztály képes lehet jobban teljesíteni, ha a feladatokat egymásra építve, fokozatosan nehezedő sorrendben kell végrehajtaniuk.

A VR-szemüveg használatának egészségügyi hatásai

Az 1. szempont az SSQ szerinti érzetek elemzése, a 2. szempont a csont- és izomrendszerben jelentkező érzetek vizsgálata volt.

Az SSQ tünetegyüttesekből 326 felhasználóból csupán 41 fő jelentett valamilyen negatív tünetet a teszt során. A tüneteket tapasztalók körében nem volt 18–23 éves. A 24–30 évesek esetében 13 fő (16%), a 31–40 éveseknél 12 fő (13%), míg a 41–60 éves korosztályban 11 fő (17%), 60 feletti 5 fő (21%) számolt be a virtuális valóság használata során jelentkező fizikai tünetekről. Az eredményekből kitűnik, hogy az idősebb korosztályban alacsonyabb a tünetek jelentkezése, mint amit több eddigi kutatás mutatott.²⁸ A tünetet jelzőknél az SSQ (lásd előző fejezet) szerinti jelenségek mindegyike előfordult. A szédülést nyitott és csukott szem esetén is vizsgáltuk, amely nem mutatott szignifikáns különbséget. Az érzetek az 1–5-ös skálán korosztályonként az alábbiak szerint alakultak (3. ábra).

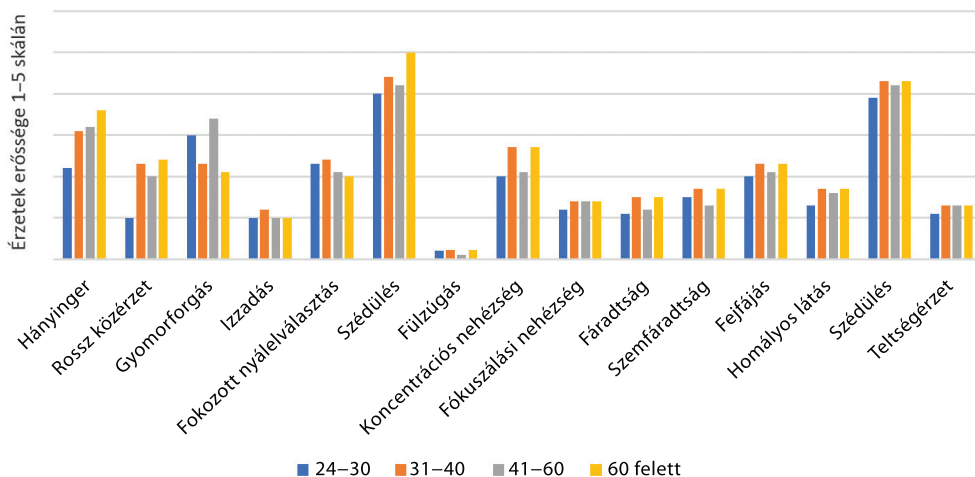
A 24–30 éves korosztály a hányinger tünetet 2,2-es átlaggal, míg a rossz közérzetet 1-es átlaggal értékelte. A gyomorforgás jelenségét viszonylag magasabban, 3-as átlaggal élték meg, ami azt mutatja, hogy ebben a korosztályban ez volt az egyik leggyakoribb panasz. A fülzúgás viszont alacsonyabb, csak 0,2-es átlagot kapott. Az izzadás és a fokozott nyálélválasztás 1, illetve 2,3-as átlaggal jelentkezett, míg a szédülés a legmagasabb átlagot érte el 4-gyel.

²⁸ TRELEAVEN et al. 2015: 271; JACQUELINE–MOHAN–BAS 2021: 8.

A 31–40 éves korcsoportban a hányinger 3,1-es átlagot kapott, míg a rossz közérzetet valamivel magasabban, 2,3-as átlaggal értékelték. A gyomorforgás itt is jelentős kellemetlenséget okozott 2,3-as átlaggal. Az izzadás enyhébbnek tűnt 1,2-es értékkel, viszont a szédülés és a fokozott nyáleválasztás 4,4, illetve 2,4-es átlaggal magasabb kellemetlenséget jelez. A fülzúgás viszonylag alacsony 0,22-es átlagot kapott. A koncentrációs és fókuszálási nehézségek, valamint a szemfáradtság és fejfájás esetén is magasabb átlagértékek jelentek meg, illetve a szédülés és teltségérzet szintén jelentős kellemetlenséget okozott ebben a korosztályban.

A 41–60 éves korcsoportban hasonló mintát figyelhetünk meg, itt a hányinger átlaga 3,2, ami magasabb, mint a fiatalabb korosztálynál. A gyomorforgás és az izzadás átlaga 3,4 és 1, míg a fokozott nyáleválasztás és a szédülés 2,1, illetve 4,2 átlagot értek el. A fülzúgás itt is alacsony, 0,1-es átlaggal.

A 60 év feletti korcsoportban a VR-szemüveg használata során a következő tünetek jelentkeztek: hányinger 3,6; rossz közérzet 2,4; gyomorforgás 2,1; az izzadás 1; fokozott nyáleválasztás 2; szédülés 4,9; a fülzúgás a többi korcsoportéhoz hasonlóan alacsony, 0,22 értéket mutatott; a koncentrációs nehézség 2,7; a fókuszálási nehézség 1,4; a fáradtság 1,5; a szemfáradtság 1,7; a fejfájás 2,3; a homályos látás 1,7; a szédülés 4,3 és a teltségérzet 1,3 értéket mutattak.



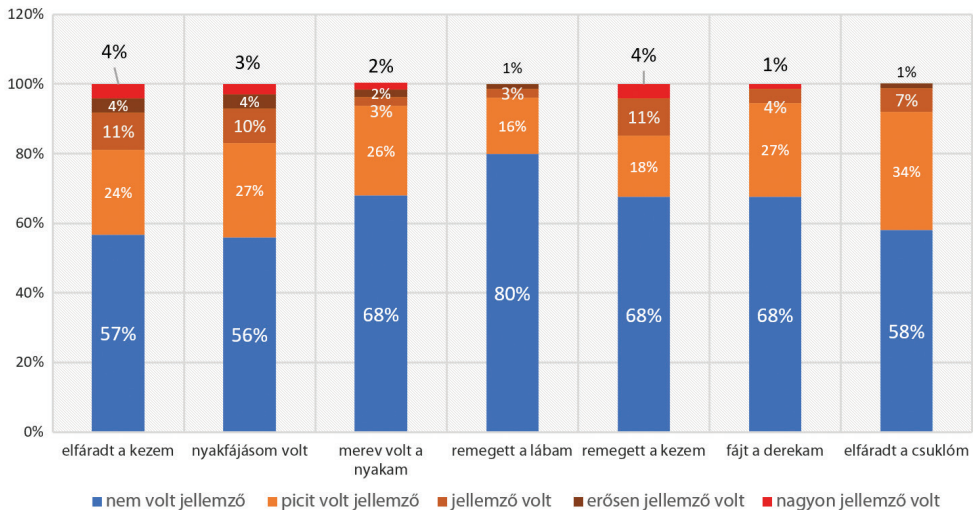
3. ábra: VR-szemüveg használatának egészségügyi hatásai – SSQ szerinti érzetek és korosztályok

Forrás: a szerző szerkesztése

Összességében elmondható, hogy a jelzett negatív érzetek széles skáláját tapasztalták a felhasználók, de a jelentős panaszt érzők száma alacsony volt, mert csak 41 fő számolt be ilyen érzetéről a 326 résztvevőből, azaz 12,5%. A vizsgálat szerint elsősorban a szédülésre, hányingerre, gyomorforgásra és koncentrációs nehézségre lehet számítani. Az elemzés rávilágít arra, hogy a virtuális valóság okozta kellemetlen tüneteknél

vannak korcsoport-specifikus különbségek. A panaszt jelzők százalékos aránya a 60 év felettieknél a legmagasabb (25%). Érdekeség, hogy a 31–40 éves korosztály a negatív érzeteket magasabb pontokkal értékelt, mint a többiek. Az interjúkban elhangzott, hogy ezen korosztály tagjai erősen törekedtek a leggyorsabb feladatvégzésre.

A csont- és izomrendszerben jelentkező érzetek alakulása: a 326 főből 322 fő válaszolta meg ezt a kérdést. Az „Elfáradt a kezem” esetében 57%, 183 fő nem érzékelt változást, 24% 77 fő érzett enyhe, 11%, 35 fő erősebb fáradtságot. 4%, 13 fő erősen érezte, 4%, 13 fő nagyon jellemzőnek találta ezt az érzést (4. ábra). A „Nyakfájásom volt” kategóriában 56%, 180 fő jelentette, hogy nem tapasztalt semmit, 27%, 87 fő némi fájdalmat érzett, 10%, 32 fő jellemzőnek ítélte a tünetet. 4%, 13 fő erősen érzékelt, és 3%, 10 fő nagyon jellemzőnek találta. A „Merev volt a nyakam” tünetnél a válaszadók 68%-a, 219 fő nem érzett semmit, 26%, 84 fő kicsit jellemzőnek érezte, 3%, 10 fő jellemzőnek találta, 2% 6 fő erősen tapasztalta és 2%, 6 fő nagyon jellemzőnek értékelte. A „Remegett a lábam” tünetet 80%, 258 fő nem érzékelt, 16%, 52 fő enyhe remegést tapasztalt, 3%, 10 fő jellemzőnek találta, és 1%, 3 fő erősen érzékelt a remegést. Jelentős remegésről senki sem számolt be. A „Remegett a kezem” esetében 68%, 219 fő nem érezte ezt a hatást, 18%, 58 fő enyhe remegést tapasztalt, 11%, 35 fő jellemzően érzékelt, míg erősen és nagyon jellemzően érzékelt 4%, 13 fő és 4%, 13 fő válaszadó. A „Fájt a derekam” szituációban 68%, 219 fő nem jelentett panaszt, 27%, 87 fő érzékelt enyhe fájdalmat, 4%, 13 fő jellemzőnek ítélte, és 1%, 3 fő erősen tapasztalta. Az „Elfáradt a csuklóm” kategóriában 58%, 187 fő nem tapasztalt változást, 34%, 109 fő érzett némi fáradtságot, 7%, 23 fő jellemzően érezte ezt az érzést, 1%, 3 fő erősen tapasztalta, nagyon jellemzőnek senki sem ítélte meg.



4. ábra: A csont- és izomrendszerben jelentkező érzetek alakulása

Forrás: a szerző szerkesztése

A csont- és izomrendszer igénybevételével kapcsolatos érzetek azt mutatják, hogy leginkább kéz és a nyak fárad el használat közben. A kar és a nyak fokozott igénybevétele miatt a felsőtest is terhelődik, ebből adódhat, hogy többen derékfájást is jeleztek.

A hajlandóságra vonatkozó adatok

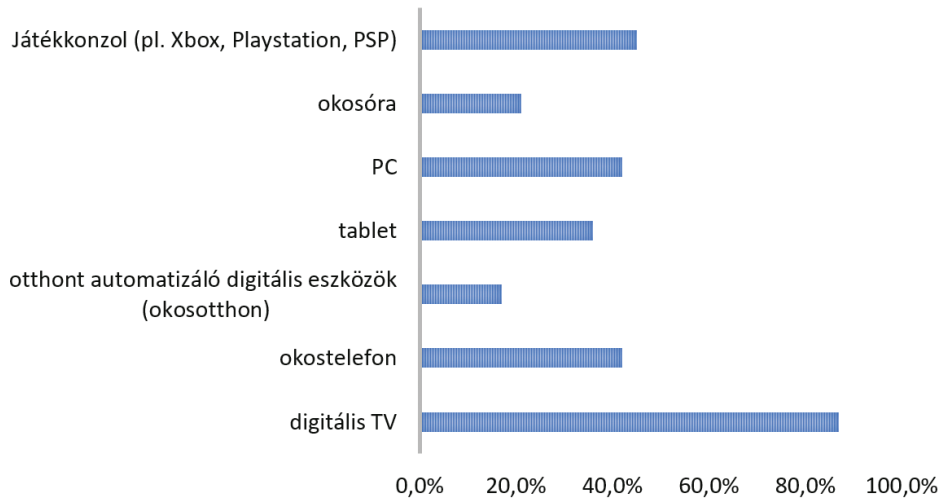
A kérdőívben az eszközhasználati hajlandóságot is mértem (5. ábra). Arra a kérdésre, hogy használna-e VR-szemüveget a jövőben, 321 fő válaszolt. 298 fő, 93% igennel, 23 fő, 7% nemmel. Arra a kérdésre, hogy hol használná ilyen eszközt, meglepő módon az életnek nem csak egy területét jelölték meg. A válaszok alapján otthon, játékra-ki-kapcsolódásra a 321 főből a válaszadók 41%-a, munkahelyi feladatokban a 60%-a, és iskolában is használná 24%-a. Arra a kérdésre, hogy milyen feltételekkel használná, a legtöbben, 68% azt válaszolta, hogy ha lenne hozzá útmutató és felkészítő oktatás. Az eszköz motivációs hatását is elemeztem (6. ábra). 317 fő válaszolt. Ennek alapján a megkérdezettek 58%-a, 182 fő fantasztikusnak, 41%, 131 fő más digitális eszközhöz hasonló jónak tartotta, és csak 4 főt, 1%-ot nem érdekelt az eszköz.



5. ábra: A „Milyennek találja az eszközt?” kérdésre adott válaszok eloszlása

Forrás: a szerző szerkesztése

A válaszadók által leggyakrabban használt digitális eszközök között a digitális televízió 79%-nál, a PC 53%-nál, az okostelefonok 49%-nál és a játékkonzolok 31%-nál szerepeltek. Figyelemre méltó, hogy azok a válaszadók, akik már rendelkeznek tapasztalattal VR-eszközök használatában, nem igényeltek betanítást, és nem tapasztalták a cybersickness tüneteit. Ez a csoport átlagosan 17%-kal jobb eredményt ért el, mint azok, akik nem használtak korábban hasonló eszközöket. A digitális eszközök gyakori használata növelheti a digitális kompetenciát, az otthoni használata pedig hozzájárulhat a sikeresebb alkalmazáshoz a munkahelyen.



6. ábra: A „Ha használ digitális eszközöket, melyek azok, amelyeket a leggyakrabban használja?” kérdésre adott válaszok eloszlása

Forrás: a szerző szerkesztése

A felmérés eredményei alapján tehát összefüggés van a felhasználók digitáliskompetencia-szintje és a VR-eszközök jövőbeni alkalmazási hajlandósága között. A válaszadók 93%-a szívesen használná a jövőben.

Összegzett következtetések, javaslatok

A VR-technológia alkalmazása nemcsak a civil szférában, de a katonai szakterületen is teret hódít. A VR-alapú eszközök forradalmasítják az oktatást a védelmi szférában, mert jelentősen hozzájárulnak a környezetterhelés csökkentéséhez és meggyorsítják a tanulási folyamatot. Számtalan előnyük mellett a kutatások arra is figyelmeztetnek, hogy helytelen használat esetén negatív fizikai és pszichológiai hatása lehet. Jelen kutatás vizsgálta, hogy a VR-szemüvegben végzett feladat-végrehajtást milyen tényezők befolyásolják, vannak-e a használatból adódó negatív érzetek, és hogyan lehetne növelni a motivációt a használatra. Megállapítható, hogy a digitális kompetencia szintje, az életkor és a feladat-végrehajtás módja hatással van a VR-szemüveggel való tanulás hatékonyságára. Az életkor döntő tényező, ugyanakkor a tanulási mód jobban befolyásolja. A fiatalabb generáció feladat-végrehajtása gyorsabb, ugyanakkor az idősebb korosztály – feltéve, ha sikerül automatikussá tenni az eszközhasználatot – pontosabb a végrehajtásban. Az eredményekből látjuk, hogy a tanulás hatékonysága akkor ideális, ha a felhasználó egyre nehezedő egymásra épülő feladatokat kap, illetve a felkészítés és a tanulási folyamat megtervezése figyelembe veszi a felhasználó digitális kompetenciáját, digitális felkészültségét. A kutatás és az eredmények alapján

az első hipotézis, miszerint feltételeztem, hogy a lakosság digitáliskompetencia-szintje alacsony a VR vonatkozásában, és ez a tanulási hatékonyságra negatív hatással van, igaznak bizonyult, mert azon felhasználók, akik kevésbé voltak jártasak a digitális eszköz-használatban vagy nem próbáltak még VR-eszközt, rosszabb eredményeket értek el. A második hipotézis, amelyben feltételeztem, hogy a VR-alapú oktatás-képzés hatékonysága össze függ az alkalmazott módszerrel és a feladat-végehajtás egymásra épülésének mikéntjével és az életkorral, részben igaz, mert bár a fiatalabb korosztály jobban teljesített, mint az idősebb felhasználók, de abban az esetben, ha a feladatok nehézségi szintje egymásra épült, már az idősebb korosztály jobban teljesített, mint azok a fiatalok, akik nem fokozatosan egymásra épülő nehézségű feladatokat kaptak. A kutatásból az is kiderült, hogy a feladatok könnyű megértése kritikus tényező a felhasználói élmény és a tanulási hatékonyság szempontjából. A virtuális környezet komplexitása jelentős hatást gyakorolhat a felhasználók teljesítményére. A harmadik hipotézis, miszerint a VR használata során negatív fizikai és pszichikai jelenségek fordulhatnak elő, igaznak bizonyult, a felhasználók 12,5 % jelezett valami negatív jelenséget. A kutatásban szereplő negyedik hipotézis, miszerint a felhasználók a VR-technológiáktól idegenkednek, de megfelelő felkészítéssel szívesen használnák elsősorban munkahelyi környezetben, részben igaznak bizonyult, mert a válaszadók többsége azt jelezte, hogy szívesen használna ilyen eszközt akár otthon, tanulásra és játékokra, azaz nem idegenkedik tőle, de a munkahelyi felhasználásnál már elvárt a felhasználók részéről az előzetes oktatás.

Javaslat: A virtuális tanulási platformok hatékony integrálásához elengedhetetlen a felhasználók alapos felkészítése, amely magában foglalja az alkalmazkodási időszak tudatos, egyénre szabott kialakítását és a célirányos felkészítést. Ajánlott, hogy a felhasználók számára elegendő időt biztosítsunk a feladatok elvégzése előtt az „átálláshoz”, amely hozzásegíti őket a virtuális térhez való hozzászokáshoz. A feladattér optimalizálása során a VR-környezeteknek és -szimulációknak a felhasználók kognitív képességeihez és várható reakcióihoz kell igazodniuk. A feladatok jelentsenek kihívást, ugyanakkor megoldhatónak és érthetőnek kell lenniük.

A használat közben nem számottevő százalékban, de jelentkeznek a szimulátorbetegség tünetei. Akiknél jelentkezett, ott nem az életkor a döntő a kialakulás gyakorisága szempontjából, hanem a felkészítés és a jól kidolgozott oktatási módszertan hiánya okozhat több negatív érzetet. A tünetek egy része korosztályonként különbözőséget mutat. Általában hányingerre, szédülésre, gyomorforgásra és koncentrációs nehézségre lehet számítani, az idősebb korosztálynál főként a szédülés a zavaró. A középkorúak a tüneteket a skálán erősebbnek érzékelik, mint a fiatalok vagy az idősek. Az SQR-kérdőívből ismert érzetek – hányinger, fejfájás stb. – mellett a csont- és izomrendszerre gyakorolt hatást vizsgálva megállapítható, hogy a kéz és a nyak fájdalma mellett a kompenzálás miatt a derék is érintett lehet.

Javaslat: Az émelygés elkerülésére a virtuális térben távoli pontokra való koncentráció, a szellős környezet és a stabil testtartás megtartása javasolt. Az előzetes részletes tájékoztatás szintén hozzájárul a felhasználók jobb felkészüléséhez és a tünetek csökkentéséhez. Ezenkívül a negatív hatás a képfrissítési frekvencia növelésével és a virtuális mozgások valós mozgásokkal való összehangolásával csökkenthető. Emellett a virtuális mozgásoknak valós időben kell történniük a felhasználók mozgásával, hogy

minimalizálják az agy és a vestibuláris rendszer közötti eltéréseket. A VR oktatási alkalmazások tervezésének és fejlesztésének előrehaladtával fontos lesz olyan szoftveres és hardveres megoldásokat integrálni, amelyek proaktívan kezelik a szimulátorbetegség kockázatát, valamint használati útmutatót kell adni a felkészüléshez.

A VR-alapú eszközök használatára való hajlandóság magas, a megkérdoztetek főként munkahelyi környezetben alkalmaznák szívesen, és akkor, ha megfelelő felkészítést és használati útmutatót kapnak hozzá. A képzési rendszert az új típusú eszközök kihívás elé állítják, de a hátrányok kiküszöbölése esetén paradigmaváltást hozhat mind a gyakorlati munkában, mind az arra való felkészülés, az oktatás területén.

A feladatok könnyű megértése kritikus tényező a felhasználói élmény és a tanulási hatékonyság szempontjából. A virtuális környezet komplexitása jelentős hatást gyakorolhat a felhasználók teljesítményére. A feladattér optimalizálása során a VR-környezeteknek és -szimulációknak a felhasználók kognitív képességeihez és várható reakcióihoz kell igazodniuk. A feladatok jelentsenek kihívást, ugyanakkor megoldhatónak és érthetőnek kell lenniük. A tervezési folyamatnak multidiszciplináris megközelítést kell alkalmaznia, amely magában foglalja a kognitív tudomány, az ergonómia és a felhasználói élmény területeit. Cél a felhasználói interakciók természetességének növelése, a tanulási környezet hatékonyságának javítása és a VR-technológia teljes potenciáljának kiaknázása. Kezdetben egyszerű, nem szakspecifikus feladatok gyakorlásával kell kezdeni, ami segíthet a felhasználónak megszokni a virtuális tér érzetét, mielőtt bonyolultabb, szakmai feladatokra térnék át.

A VR-szemüveg viselése: VR-szemüveg hosszabb ideig történő viselése kellemetlen érzeteket vagy fáradtságot okoz. Felhelyezésekor ügyeljünk arra, hogy a szemüveg szorosan, de kényelmesen illeszkedjen a fejhez. Kezdjük rövidebb, 5-10 perces szoktatási időszakokkal, majd az oktatás alatt fokozatosan növeljük a folyamatos használat időtartamát, de ne haladjuk meg a 30-45 perces aktív használatot egyhuzamban. Minden használati időszak után tartsunk legalább 15-20 perces szünetet.

Fizikai terhelés, viselés közben: Amikor egy, a kísérletben is szereplő 0,5 kilogrammos Oculus Quest 2 szemüveget viselünk és a fejünket lefelé döntjük, több tényező is befolyásolja a nyaki csigolyákra gyakorolt terhelést. Ez megnövekedett nyomást jelenthet a nyaki csigolyákra és izmokra, ami hosszú távon fájdalmat vagy extra terhelést okozhat. Az ideális az lenne, ha a VR-munkaterületet és a kezelőgombokat úgy helyeznénk el a virtuális térben, hogy a felhasználónak minél kevésbé kelljen előrehajolnia vagy fejét lefelé döntenie, így csökkentve a nyaki csigolyákra gyakorolt terhelést.

A kutatás további kérdéseinek bemutatása meghaladja e tanulmány kereteit, erre a cikksorozat következő részében kerül sor.

A VR a jövő útja, amely már itt van a védelmi szervezetek mindennapjaiban. Alkalmazása azonban akkor lesz igazán hatékony, ha a használatánál a pedagógia, ergonómia, fizika, biológia, anatómia/élettan vonatkozó eredményeit figyelembe vesszük.

Irodalomjegyzék

- BEAMS, Ryan – KIM, Andrea S. – BADANO, Aldo (2019): Transverse Chromatic Aberration in Virtual Reality Head-Mounted Displays. *Optics Express*, 27(18), 877–884. 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>
- BODORÓCZKI János (2020): A modern hadviselés logisztikája – a katonai logisztika jövője. *Hadtudomány*, 30(2), 98–108. Online: <https://doi.org/10.17047/HAD-TUD.2020.30.2.98>
- CASERMAN, Polona et al. (2021): Cybersickness in Current-Generation Virtual Reality Head-Mounted Displays: Systematic Review and Outlook. *Virtual Reality*, 25, 1153–1170. Online: <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00513-6>
- CHO, Won Seok et al. (2020): Airgap-Embedded Robust Hazy Films to Reduce the Screen-Door Effect in Virtual Reality Displays. *Nanoscale*, 16, 8750–8757. Online: <https://doi.org/10.1039/C9NR10615D>
- GAVGANI, Alireza M. 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>
- GOLDING, John F. (2006): Predicting Individual Differences in Motion Sickness Susceptibility by Questionnaire. *Personality and Individual Differences*, 41(2), 237–248. Online: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2006.01.012>
- GOLDING, J. 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. – GREY, 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>
- GRASSINI, Simone – LAUMANN, Karin (2020): Are Modern Head-Mounted Displays Sexist? *Front Psychology*, 11, 1–15. Online: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01604>
- HICKS, Paula (2016): *The Pros And Cons Of Using Virtual Reality In The Classroom*. Online: <https://elearningindustry.com/pros-cons-using-virtual-reality-in-the-classroom>
- HORNACSEK Júlia (2020): A klímaváltozással összefüggő katasztrófák lehetséges hatásai a lakosságra és az ezzel szembeni védettségük növelésének lehetőségei. In FÖLDI László – HEGEDŰS Hajnalka (szerk.) *Éghajlatváltozás okozta kihívások és lehetséges válaszok*. Budapest: Ludovika, 75–89.
- HORNACSEK Júlia – KOVÁCS Gergely (2021): A kiterjesztett valóság alapú szemüveg alkalmazásának kihívásai a védelmi szférában a műszaki szakfeladatok ellátása során. In FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I*. Budapest: Ludovika, 147–166.
- HORVÁTH Attila – LÉVAI Zsolt (2021): A magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosítása. In FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I*. Budapest: Ludovika, 131–146.
- HOWARD, M. C. – VAN ZANDT, E. C. (2021): A Meta-Analysis of the Virtual Reality Problem: Unequal Effects of Virtual Reality Sickness Across Individual Differences.

- Virtual Reality*, 25, 1221–1246. Online: <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00524-3>
- JACQUELINE, M. Fulvio – MOHAN, Ji – BAS, Rokers (2021): Variability in Sensory Sensitivity Predicts Motion Sickness in Virtual Reality. *Entertainment Computing*, 38(5), 1–11. Online: <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100423>
- KÁLLAI Attila (2016): Felkészítés és kiképzés virtuális környezetben. In *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 4–56.
- KENNEDY, Robert S. – FOWLKES, Jennifer E. (1992): Simulator Sickness Is Polygenic and polysymptomatic: Implications for Research. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2(1), 23–38. Online: https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0201_2
- KIM, Hyun et al. (2018): Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ): Motion Sickness Measurement Indexin a Virtual Reality Environment. *Applied Ergonomics*, 69, 66–73. Online: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.016>
- 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 (2022): A védelmi szférában alkalmazható VR-alapú kiképzés/felkészítés során felmerülő negatív fizikai és pszichológiai jelenségek. *Katonai Logisztika*, (30)3–4, 85–106. Online: <https://doi.org/doi.org/10.30583/2022-3-4-085>
- KOVÁCS Gergely – HORNACSEK Júlia (2019): Korszerű oktatási eszközök és módszerek alkalmazása a polgári védelmi felkészítésben. *Műszaki Katonai Közlöny*, 29(2), 117–132. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2019.2.10>
- KOVÁCSNÉ KORENY Ágnes (2009): Digitális műveltség Európában. *Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*, 56(6). Online: https://epa.oszk.hu/03000/03071/00022/pdf/EPA03071_tmt_2009_06_295-304.pdf
- LAMPTON, Donald L. et al. (1994): Side Effects and Aftereffects of Immersion in Virtual Environments. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 38(18), 1154–1157. Online: <https://doi.org/10.1177/154193129403801802>
- LEE, J. Y. et al. (2017): *Estimating the Simulator Sickness in Immersive Virtual Reality with Optical Flow Analysis*. New York: Siggraph Asia, 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 Learning Experience in Virtual Environments. In RIVA, Giuseppe – DAVIDE, Fabrizio – IJSELSTEIJN, Wijnand A. (szerk.): *Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments*. Amsterdam: IOS Press, 164–181. Online: <https://doi.org/10.1089/109493103322725487>
- MARLOK Tamás (2021): Virtuálisvalóság-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 (2022): A VR-eszközök alkalmazhatósága a taktikai kiképzésben. In FÖLDI, László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III*. Budapest: Ludovika, 323–337.

- MARTIROSOV, Sergo – BUREŠ, Marek – ZÍTKA, Tomáš (2022): Cyber sickness in Low-Immersive, Semi-Immersive, and Fully Immersive Virtual Reality. *Virtual Reality*, 26, 15–32. Online: <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00507-4>
- NALIVAİKO, 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>
- NÉMETH András – VIRÁGH Krisztián (2021): Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek IV. rész. *Haditechnika*, 55(5), 2–7. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.55.5.01>
- 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 2016 Symposium on Spatial User Interaction. New York: Association for Computing Machinery, 47–50. Online: <https://doi.org/10.1145/2983310.2985749>
- 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, 1–25.
- RESPERGER István – KISS ÁLMOS Péter – SOMKUTI Bálint (2014): *Aszimmetrikus hadviselés. Kis háborúk nagy hatással*. Budapest: Zrínyi.
- STANNEY, Kan et al. (2020): Identifying Causes of and Solutions for Cybersickness in Immersive Technology. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 36(19), 1783–1803. Online: <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1828535>
- Stott, J. R. R. (1986): Mechanisms and Treatment of Motion Illness. In DAVIS, Christopher J. et al. (szerk.): *Nausea and Vomiting: Mechanisms and Treatment*. Berlin: Springer, 110–129. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-642-70479-6_9
- SZUHAI Ilona – TÁLAS Péter (2017): A 2015-ös európai migrációs és menekültválság okairól és hátteréről. In TÁLAS Péter (szerk.): *Magyarország és a 2015-ös európai migrációs válság*. Budapest: Dialóg Campus, 9–34.
- TRELEAVEN, Julia et al. (2015): Simulator Sickness Incidence and Susceptibility During Neck Motion-Controlled Virtual Reality Tasks. *Virtual Reality*, 19(3–4), 267–275. Online: <https://doi.org/10.1007/s10055-015-0266-4>
- WEECH, Séamas – KENNY, Sophie – BARNETT-COWAN, Michael (2019): Presence and Cybersickness in Virtual Reality Are Negatively Related: A Review, 10(158), 1–19. Online: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00158>
- WOODBERRY, Andrew (2017): *Government Divisions to Use VR for Training*. Online: <https://readwrite.com/2017/10/26/government-vr-uses/>