

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

Virágh Krisztián

Bevezetés

Dolgozatomat a *Harcsszimulátorok integrálásának lehetőségei a hazai katonai kiképzési rendszerébe* címmel korábban született pályamunkám folytatásaként, annak bemutatását követően végzett kutatásaim eredményeinek ismertetése céljából készítettem el. Korábbi munkám során ügyeltem arra, hogy főként olyan szimulátorokat mutassak be, amelyek egyrészt technológiai színvonaluk okán, másrészt finansziális szempontok alapján is integrálhatók lennének a Magyar Honvédség (a továbbiakban: MH) kiképzési rendszerébe. Mára ugyanakkor a technológiai fejlődésnek köszönhetően megteremtésre kerültek egy olyan elképzelés gyakorlati megvalósításának feltételei, amely egyesíti mind a négy szimulátorfajta (élő személyes, virtuális, konstruktív, játékszimulátorok) által kínált előnyöket, és ezáltal létrehoz egy olyan integrált kiképzési környezetet (a továbbiakban: ITE¹), amelynek segítségével egyes katonák teljes körű képzése elérhetővé válik kizárólag szimulátorok használatával.² Ezen kiképzési környezet létrehozásának alapját különböző virtuális valóság (a továbbiakban: VR)³ technológiáit integráló eszközök és rendszerek képezik majd.

A tendenciákat megfigyelve, megállapíthatjuk, hogy a VR mára önálló „high-tech” iparággá nőtte ki magát, így a fejlesztők rendkívül sok energiát és jelentős anyagi erőforrásokat fordítanak versenyképes piaci termékek előállítására. Végeredményképpen a technológia rohamos fejlődését figyelhetjük meg, amelynek során számos újabb alkalmazási lehetőség adódik az élet minden területén, így természetesen a hadiipar is profitálhat a VR adta lehetőségekből.

Kutatómunkám során a VR-ral és annak eszközrendszerével mélyrehatóan sikerült megismerkednem. Kezdetben a különböző számítógépes és konzolos játékokhoz készített VR-lehetőségeket próbáltam ki, majd részt vettem a *Digitális Katona 2.0 – Fókuszban a katona* című nemzetközi konferencián, ahol számos VR-eszköz kipróbálására nyílt lehetőség, mint például a HoloLens, Oculus Go, YawMotion vagy a Wizz Air VR-szimulátor. A *VR szimuláció, mint VaRázslat* szakmai-tudományos előadáson részletes tájékoztatást kaptam Domján Károly zászlós, az MH Légi Vezetési és Irányítási Központ Híradó és Informatikai Osztály beosztottjától az általuk fejlesztett fejre illeszthető

¹ ITE: Integrated Training Environment – integrált kiképzési környezet.

² CAC-T for STAND-TO! 2010.

³ VR: Virtual Reality – virtuális valóság.

VR-sisakról (a továbbiakban: HMD),⁴ amely képes forradalmasítani a repülőszimulátorokat és a légijármű-személyzet alkalmassági vizsgálatait. Részt vettem a 2019. szeptember 9–12. között megrendezett ITU⁵ Telecom World 2019 távközlési konferencián, ahol számos nagyvállalat képviseltette magát, köztük többen a VR területén. Ezeket követően számos szakirodalmat áttanulmányoztam, amelyek segítettek a VR-ról szerzett ismereteim rendszerezésében és értelmezésében.

Dolgozatom célja ezek alapján, hogy:

- egy átfogó képet adjak magáról a VR fogalmáról, annak működéséről, eszközeiről, technológiai háttéréről;
- megismertessem az olvasót a VR-hoz kapcsolódó egyéb alternatív valóságokkal (AR,⁶ MR);⁷
- feltárjam a VR-ban rejlő lehetőségeket, amelyet fel lehet használni különböző polgári és katonai tevékenységek során;
- javaslatokat fogalmazzak meg az MH számára azokon a fejlesztendő területeken, ahol jelentős szerepe lehet a jövőben a VR-nak.

A virtuális valóság

Értelmezése

A VR napjainkban használt értelmezésének megalapozása érdekében érdemes kiindulni a *virtuális* szónak a vizsgálatából. A latin *virtualis* szóból ered, amelynek jelentése lát-szólagos, valódinak tűnő.⁸ Egyesek szerint a fogalom önmagában egy ellentmondás, elvégre úgyis lehetne értelmezni, mint a nem valódi valóság. Helyesebb a valódinak tűnő *valóság* kifejezésnél maradni, amelyből következtethetünk arra, hogy a VR egyértelműen a minket körülvevő világnak egy lenyomata kell hogy legyen.

Több fogalommeghatározás született már, azonban egy egységesen elfogadott jelentés még nincs. Ezt onnan lehet eredeztetni, hogy minden tudományterület a számára fontos szempontok alapján értelmezi és alkotja meg a saját definícióját. Ez a tendencia nemcsak ezzel a kifejezéssel, hanem számos, viszonylag újkeletű, fogalom esetében is megfigyelhető, például az *információ*, *mesterséges intelligencia* szavak esetében. Elsőként a VR-t mint fogalmat a képeknél kezdték értelmezni, erre utalnak a következő sorok is:

„[...] virtuális valóságon a digitális technikával létrehozott, s a retinánkra vetített, adott alkalommal egy programon alapuló képet, illetve az általa felkeltett perceptuális élmény egészét értjük. Olyan képről van szó tehát, mely az illúzió felkeltésére szolgáló

⁴ HMD: Head Mounted Display – VR-sisak / fejre illeszthető kijelző.

⁵ ITU: International Telecommunication Union – Nemzetközi Távközlési Egyesület.

⁶ AR: Augmented Reality – kibővített/kiterjesztett valóság.

⁷ MR: Mixed Reality – kevert valóság.

⁸ GALAMBOS 1997.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

különböző technikák sorában eddig ismeretlen minőséget és tökéletességet jelent [...] A VR ennyiben a régi kínai tradíció, az önnön festményének terébe átlépő és a teremtetett tájban eltűnő festő mítoszának beteljesítése nyugati technológiával.”⁹

Az idő előrehaladtával elkezdett fejlődni a VR technológiája, és nehezebbé vált korszerűvé tenni a fogalommeghatározását:

„A virtuális valóságnak nincs pontos definíciója, ezt bizonyítja az is, hogy mindenki mást ért alatta. Vannak néhányan, akiknek a VR a technológiai fejlődés legújabb vívmányainak a felsorakoztatását jelenti, mint például a VR-sisak, VR-adatkesztyű és az Audio. Mások beleértik még a hagyományos könyveket, filmeket vagy egyszerűen a pusztá képzeletet is.”¹⁰

Végül pedig másfajta megközelítésből is elkezdtek szemlélni a VR-t, amely egyre jobban hasonlított ahhoz a felfogáshoz, amit ma értünk a VR koncepciója alatt: a VR lehetővé teszi az emberek számára, hogy vizualizálják, manipulálják a számítógépeket és a komplex adatokat, valamint hogy interakcióba lépjenek velük.¹¹

Természetesen új definíciók még ma is születnek a VR megmagyarázására, ami érthető, hiszen a technológiai fejlődés miatt igény támad a fogalom újragondolására. Számomra az egyik leglényegretörőbb megfogalmazás a következő: a VR egy számítógép által generált környezet, ahol a felhasználó valós időben tud érintkezni a virtuális világgal az érzékszervek bevonásának segítségével.¹²

Rendeltetése

Úgy gondolom, hogy a mai kor technikai viszonyaihoz igazodva a következőképpen lehet megfogalmazni általánosan a VR rendeltetését. Ez egy olyan technikai eszközök által létrehozott mesterséges világ, amely az emberi érzékszervek manipulációján keresztül a felhasználó számára valóságos környezetet épít fel abból a célból, hogy olyan helyzeteket szimuláljon, amelyeket a felhasználó az igényeinek megfelelően tud alkalmazni.¹³

Kibővített/Kiterjesztett valóság

Rendkívül fontosnak tartom tisztázni az AR, MR és VR közötti különbségeket, ugyanis a három fogalom értelmezése összemosódott a köztudatban, és hajlamosak vagyunk VR-nak tekinteni az összes alternatív valóságot.

⁹ KOMLÓ é. n.

¹⁰ GYÖRGY 1994.

¹¹ AUKSTAKALNIS–BLATNER 1992.

¹² FLAVIÁN–IBÁÑEZ–SÁNCHEZ–ORÚS 2019.

¹³ FEHÉR 2002.

A *kiterjesztett valóság* elnevezés igen beszédes és az értelmezése is igen egyszerű. A valóságot kibővítjük virtuális elemekkel. Ebben a mondatban benne van a VR és az AR közötti fő különbség: előbbi esetben a fő tevékenységi környezetünk értelemszerűen a virtuális világ, az utóbbi esetben a valós világ, ahol nem valós objektumokkal tudunk érintkezni. Ehhez speciálisan erre a célra kifejlesztett megjelenítő eszközöket kell használni. A virtuális tárgyakon túl a valós tárgyakat is képesek vagyunk digitális kiegészítésekkel ellátni, például kiegészítő jegyzetekkel, esetleg az objektum apró, rejtett részeit is ki tudjuk emelni és aztán elemezni.¹⁴ Rendkívül sok, népszerű valóságkiterjesztő szoftvereket ismerünk mindannyian, amelyek mind az AR részét képezik. Magabiztosan ki merem jelenteni, hogy a legtöbb ember számára ismerős a Facebook Messenger alkalmazáson belül az a funkció, hogy fényképek (selfiek) készítése közben különböző filtereket helyeznek a kamera által rögzített képre, ezáltal készítve bohókás fényképeket, ez is egy AR-funkció.



1. ábra

Az AR egyik alkalmazási módja

Forrás: STEWART 2017

Maga az AR mint fogalom köztudatba kerülése inkább egy másik alkalmazáshoz, a Pokémon GO-hoz köthető, amely a 2016-os év egyik legsikeresebb játéka volt. Itt

¹⁴ KARDONG-EDGREN-FARRA-ALINIER 2019.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

a geoinformációs adatbázisokban lévő térképekre digitális rétegeket húztak rá. A valóságban haladva, a digitális térképen is ugyanúgy haladunk, és a virtuális világban lévő pokémonokkal, valamint az ott lévő avatarokkal (a valós játékos virtuális mása) tudunk interakcióba lépni.¹⁵

Kevert valóság

A fenti kifejezésre a *hibrid valóság* elnevezés is használatos. Erre az a jellemző, hogy a valóságos és a virtuális objektumok egymás mellett léteznek, és mindkettővel kapcsolatba lehet lépni szükség esetén, tehát előfordulhat, hogy egy MR-alkalmazáson belül valós és nem valós elemekkel egyaránt interakcióba lehet lépni részben valós és részben mesterséges környezetben.¹⁶ Bonyolultnak tűnhet a meghatározás, ami nem véletlen, hiszen a kutatók sem igazán tudják jelenleg elhelyezni az MR-t a valóság-virtualitás kontinuumában.¹⁷ A mindennapokban a kevert valósággal a saját számítógépünkön is találkozhatunk, feltéve, hogy Windows 10 operációs rendszer van arra feltelepítve. A Windows Mixed Reality használatához szükségünk van egy HMD-re és kontrollerekre. Az eszközök kalibrációja után megtekinthetjük a saját MR-otthonunkat, amit kedvünkre szerkeszthetünk. Ezenkívül lehetőség van még streamelésre, immerzív videók, applikációk megtekintésére is.¹⁸ Véleményem szerint az alternatív valóságok közül a kevert valóságban van a legnagyobb potenciál, hiszen egyesíti a virtuális és a kibővített valóság nyújtotta előnyöket.



2. ábra

Az MR egyik alkalmazási módja

Forrás: Moss 2018

¹⁵ SZÉKELY 2017.

¹⁶ SPEICHER–HALL–NEBELING 2019.

¹⁷ MILGRAM et al. 1994.

¹⁸ QIN 2018.

Az alternatív valóságok viszonya

Ahogy az a korábbi alfejezetekben ki lett emelve az elsődleges különbség az alternatív valóságok között a számítógépek által megjelenített környezetben keresendő. A VR esetében a környezet egy mesterségesen generált virtuális tér, az AR esetében a minket körülvevő világ, az MR esetében pedig mindkét dimenzióban képesek vagyunk a környezetben elhelyezkedő elemekkel valós időben interakcióba lépni. Értelemszerűen VR esetében csak virtuális, AR és MR esetében pedig valós vagy akár virtuális elemekkel is tudunk érintkezni. Az AR különlegessége, hogy az igazi tárgyakat fel lehet ruházni digitális tartalommal. Az MR azonban ennél többre képes, hiszen a világok határai összemosódnak, így lehetőség van virtuális és valós tárgyakkal is interakcióba lépni.¹⁹ Az alternatív valóságok jellemzőit az alábbi táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A valóságok közötti különbségek összefoglalása

	AR	MR	VR
A fő környezet a virtuális vagy a valós környezet	Valós	Valós	Virtuális
A felhasználó valós időben interakcióba lép a valós és/vagy virtuális világgal	Mindkettő lehetséges	Mindkettő lehetséges	Virtuális
A digitális tartalom rá van illesztve a valós környezetre	Igen	Nem	Nem
A valós tartalom van rá illesztve a virtuális környezetre	Nem	Talán	Talán
A valós és a virtuális világ összeolvad, így a digitális és a valós tartalommal is valós időben lehet interakcióba lépni	Nem	Igen	Nem

Forrás: FLAVIÁN–IBÁÑEZ–SÁNCHEZ–ORÚS 2019, 550.²⁰

A valósághoz és a virtualitáshoz fűződő viszony alapján a VR-t és az AR-t viszonylag könnyű elhelyezni, azonban az MR máig vita tárgyát képezi. Széles körben elfogadott a Milgram-féle diagram, amely a virtualitás kontinuumot valós környezetre, kiterjesztett valóságra, kevert valóságra, kiterjesztett virtualitásra és virtuális valóságra osztja fel. A kiterjesztett virtualitás nem került részletesebben kifejtésre, hiszen ezúttal nem képezi a kutatásom tárgyát, azonban fontosnak tartom kiemelni a rá legjobban jellemző tulajdonságát, hogy a valós objektumok kerülnek elhelyezésre egy virtuális térben. A kiterjesztett virtualitás és a kiterjesztett valóság az ábra szerint a kevert valóság része, amely a kontinuum legnagyobb részét foglalja magában.²¹ Véleményem szerint mindmáig nem született pontosabb leírás a különböző valóságok viszonya tekintetében ennél a diagramnál, így ismertetése mindenképpen indokolt volt.

¹⁹ FLAVIÁN–IBÁÑEZ–SÁNCHEZ–ORÚS 2019.

²⁰ A szerző fordítása.

²¹ FLAVIÁN–IBÁÑEZ–SÁNCHEZ–ORÚS 2019.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra



3. ábra

A valóság-virtualitás kontinuum

Forrás: PEGRUM é. n.²²

Működése

Beviteli technológiák

A VR-rendszerek egyik legfontosabb jellemzője, hogy az általuk megjelenített alternatív valóságnak a részesei lehetnek a felhasználók. Ehhez rendkívül sokféle eszközt alkalmaznak, mint például billentyűzet, egér, joystick, kormánybot, kormánykerék, játékkontroller, kamera, mikrofon, érintőpad, globális helymeghatározó rendszer (a továbbiakban: GPS)²³ globális műholdas navigációs rendszer (a továbbiakban: GNSS),²⁴ inerciális szenzorok, mágneses szenzorok, nyomásérzékelő szenzorok, bioszenzorok.²⁵

Szenzorok

A szenzorok olyan eszközök, amelyek a környezet fizikai és/vagy kémiai állapotváltozásait érzékelik, majd ezt elektromos jellé alakítva küldik tovább feldolgozásra. Az ezáltal nyert információk megfelelő értékelést, majd értelmezést követően hozzájárulhatnak különböző folyamatok hatékonyságának növeléséhez, mint például a tervezés vagy döntéshozatal.²⁶ A mozgás lekövetésére jellemzően helymeghatározó, mozgáskövető szenzorokat alkalmazunk. VR esetén adott egy fixen telepített bázisállomás, amely fogadja annak a szenzorokkal felszerelt eszköznek a jelét, amely a bemérendő célobjektumon,

²² A szerző fordítása.

²³ GPS: Global Positioning System – globális helymeghatározó rendszer.

²⁴ GNSS: Global Satellite Navigation System – globális műholdas navigációs rendszer.

²⁵ SHERMAN–CRAIG 2018.

²⁶ BOGNÁR 2019.

követendő felhasználón van elhelyezve. Ezek az érzékelők a fej, kéz és ujjak, szemek, törzs, lábak mozgását követhetik. Négy kritikus tényezőt kell figyelembe venni a felhasználni kívánt szenzorok kiválasztása esetén: az érzékenységet/hatótávolságot (milyen messze érzékel), a pontosságot (a legkisebb érzékelt elmozdulás mértékét), a visszajelzéshez szükséges időt (válaszidő) és természetesen a költségeket. Sokféle szenzortípust különböztethetünk meg annak alapján, hogy milyen tulajdonságok szerint végezzük el a csoportosítást, például az észlelt fizikai jelenség/hatás szerint (hő, radioaktivitás, elektromágneses hullámok stb.), vagy hogy milyen típusú jeleket használnak (elektromos, mágneses, optikai stb.) működésük során.²⁷

Hangfelismerő rendszerek

A virtuális világban másik fontos megoldandó probléma a szereplők közötti kommunikáció lehetőségének biztosítása, ezért a beszéd virtualizációjához is szükség van egy beviteli eszközre. Ahogy a beszédfelismerő rendszerek egyre hatékonyabbá válnak, egyre megbízhatóbb lehetőséget biztosítanak a számítógépek által történő természetesnek ható kommunikáció megvalósítására. Ez különösen igaz a VR-alkalmazásokra, ahol a cél az, hogy a lehető legrealisztikusabb kommunikációs módszereket alakítsuk ki. A beszédfelismerő rendszerek fejlődésük csúcsán várhatóan képesek lesznek majd megérteni a különböző társalgási kontextusokat, és ezáltal folyékonyan tudnak majd kommunikálni a felhasználókkal. A legtöbb ilyen rendszer, már ma is rendelkezik hasonló jellemzőkkel, de még nem képesek az emberekkel való hiba nélküli, szövegkörnyezettől független társalgás megvalósítására.²⁸

Fizikai bemeneti eszközök

A bemeneti eszközöknek ma már vélhetően ez a legnagyobb csoportja. Ezeket a legtöbb-ször specifikusan tervezik egy adott alkalmazási módhoz igazodva, például játékokhoz, kiképzéshez. Idetartoznak:²⁹

- a fizikai kontrollerek, például: gombok, kapcsolók, joystickok;
- a kellékek, amelyek egy adott objektumot szimbolizálnak (legtöbbször mozgatható), például egy fegyvert, fénykardot, dobozt, orvosi szikét;
- a platformok, amelyekben a felhasználó elhelyezkedve, részévé válhat a virtuális világnak, és amelyeken keresztül a fizikai kölcsönhatások jelentős része megvalósul a két világ között a felhasználó tevékenységéhez igazodva. Ilyenek lehetnek például különböző futópadok, VR-székek, VR-szobák vagy kioszkok.

²⁷ FRADEN 2010.

²⁸ TÓTH 2019.

²⁹ SHERMAN–CRAIG 2018.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

Kiviteli technológiák

A kívánt élmény elérése érdekében a felhasználókat fizikailag és mentálisan is integrálni kell a virtuális környezetbe. Ezt azzal érik el, hogy a lehető legtöbb érzékszervet (vagy alternatív módszerként az agy érzékelésért felelős területeit)³⁰ stimulálják egyidejűleg.

Megjelenítés

Véleményem szerint ez a legfontosabb kiviteli technológia, hiszen az ember elsődleges információforrása a látása, az összes információ túlnyomó többségét ezen keresztül szerzi be. A legismertebb ilyen VR-eszközök a HMD-k. Mindegyik vizuális megjelenítésre alkalmas kiviteli eszköznek sajátos jellemzői vannak, és mindegyiket más-más tulajdonsága miatt érdemes használni adott alkalmazási körülmények között. Ezek alapján megkülönböztethetünk stacionárius megjelenítő eszközöket például a környezet megjelenítéséhez (ilyen az ábrán látható Cave Automatic Virtual Environment, azaz a CAVE-rendszer is), fejre illeszthető megjelenítő eszközöket, például az okkluzív vagy okostelefonos megjelenítéshez, vagy kézben tartható megjelenítő eszközöket és ezek kombinációit.³¹



4. ábra

A CAVE megjelenítő rendszer

Forrás: ZIMMERMANN 2019

³⁰ Ez esetben az agyat valójában becsapjuk a mesterségesen keltett ingerületek által.

³¹ SHERMAN–CRAIG 2018.

Hangzás

Szintén rendkívül fontos információforrás a hallásunk. A vizuális megjelenítéshez hasonló szempontok szerint lehet csoportosítani a hanghatásokat kiváltó eszközöket, amelyeket a jobb tapasztalás érdekében előfordul, hogy együttesen alkalmaznak:³²

- stacionárius eszközök, amelyek a hangfalakat jelentik;
- fejre illeszthető eszközök, amelyek a fejhallgatókat jelentik (megkülönböztetünk nyílt és zárt fülű fejhallgatókat);
- kézben tartható eszközök, amelyek a különböző kontrollereket, okostelefonokat, tableteket jelentik.

Érintésérzet

Egy kicsit félrevezethet minket az érintésérzet fogalma, ugyanis a legtöbben kizárólag a tapintásra gondolnak. VR esetében az érintésérzet nemcsak a bőr felületével, hanem az izmokkal és a csontokkal is kapcsolatban áll. Pontosan emiatt az érzékelésnek két módja van, a bőrérzékelés és a propioceptív³³ érzékelés. Előbbibe tartozik például az, amikor egy hideg vagy egy forró felületet érint meg a felhasználó. Utóbbiba tartozik például az, amikor meg akarunk emelni egy dobozt, és érezzük az ehhez szükséges erőt az izmainkban és terhelést a csontvázrendszerünkben. Az érintésérzetért felelős eszközök esetében eltér a csoportosítás a vizuális megjelenítésért és a hanghatásokért felelős eszközökétől. Alapvetően három csoportot különítünk el: a tapintáson alapuló, az effektorokon alapuló³⁴ és a robotvezérelt eszközöket. A tapintáson alapuló eszközök például a VR-kesztyűk, ezeket fel lehet szerelni effektoralapú, mechanikus eszközökkel, amellyel már terhelni lehet a végtagokat. Legritkábban alkalmazottak a robotvezérelt eszközök, amelyekből ma még leginkább mindössze prototípusok léteznek, azonban csak idő kérdése, amíg nem fejlesztenek ki ezen a csoporton belül is széles körben alkalmazható megoldásokat.³⁵

³² CRAIG–SHERMAN–WILL 2009.

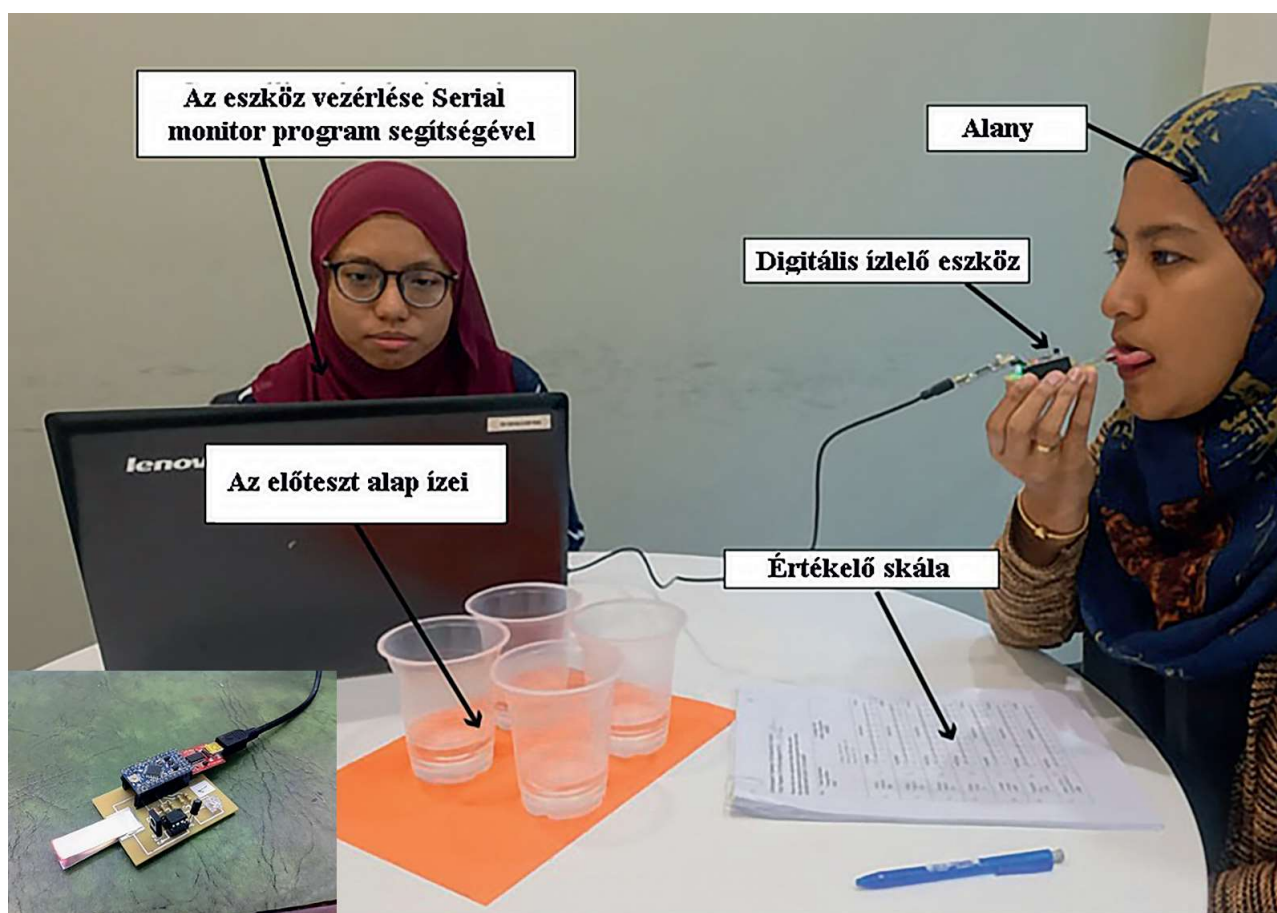
³³ A propiocepció egyfajta érzékelést jelent. Érzékelői (a receptorok) az izmokban, szalagokban, ízületi tokokban megtalálható propioceptorok. Ezek finom visszajelzéseket küldenek a testrészeink és a végtagok egymáshoz viszonyított helyzetéről. A propiocepciót másképpen ízületi helyzetérzésként is szokták említeni.

³⁴ Az effektor olyan sejt vagy szerv, amely fiziológias válaszreakciót hoz létre, amikor valamilyen módon „ingerlődik”. Harántcsíkolt izmok, sima izmok, belső elválasztású mirigyek tartoznak ide.

³⁵ JUNG 2006.

Digitális ízlelés

Az ízlelés egy olyan érzékünk, amelyre a VR esetében kevés hangsúly helyeződik. Ízlelést létre lehet hozni kémiai anyagok segítségével, azonban annak digitalizációjához nem használhatunk kémiai összetevőket. Egyelőre a digitális ízlelésnek két csoportját különítjük el aszerint, hogy milyen módszerrel hozzák létre az ízérzetet. Ez történhet hőszabályozással és elektromos jelekkel. A hőalapú ízlelés megváltoztatja a nyelv hőmérsékletét, és működésbe hozza a szükséges receptorokat, így hozza létre a kívánt ízt. Ha bizonyos elektromos impulzusokat küldünk a nyelv megfelelő részére, akkor előállítható az öt alapíz (édes, keserű, savanyú, sós, umami). A képen a digitális ízlelést szolgáló eszközt lehet látni kísérlet közben, amelynek segítségével már sikerült több ízt is létrehozni.³⁶ (CHEOK–KARUNANAYAKA 2018)



5. ábra

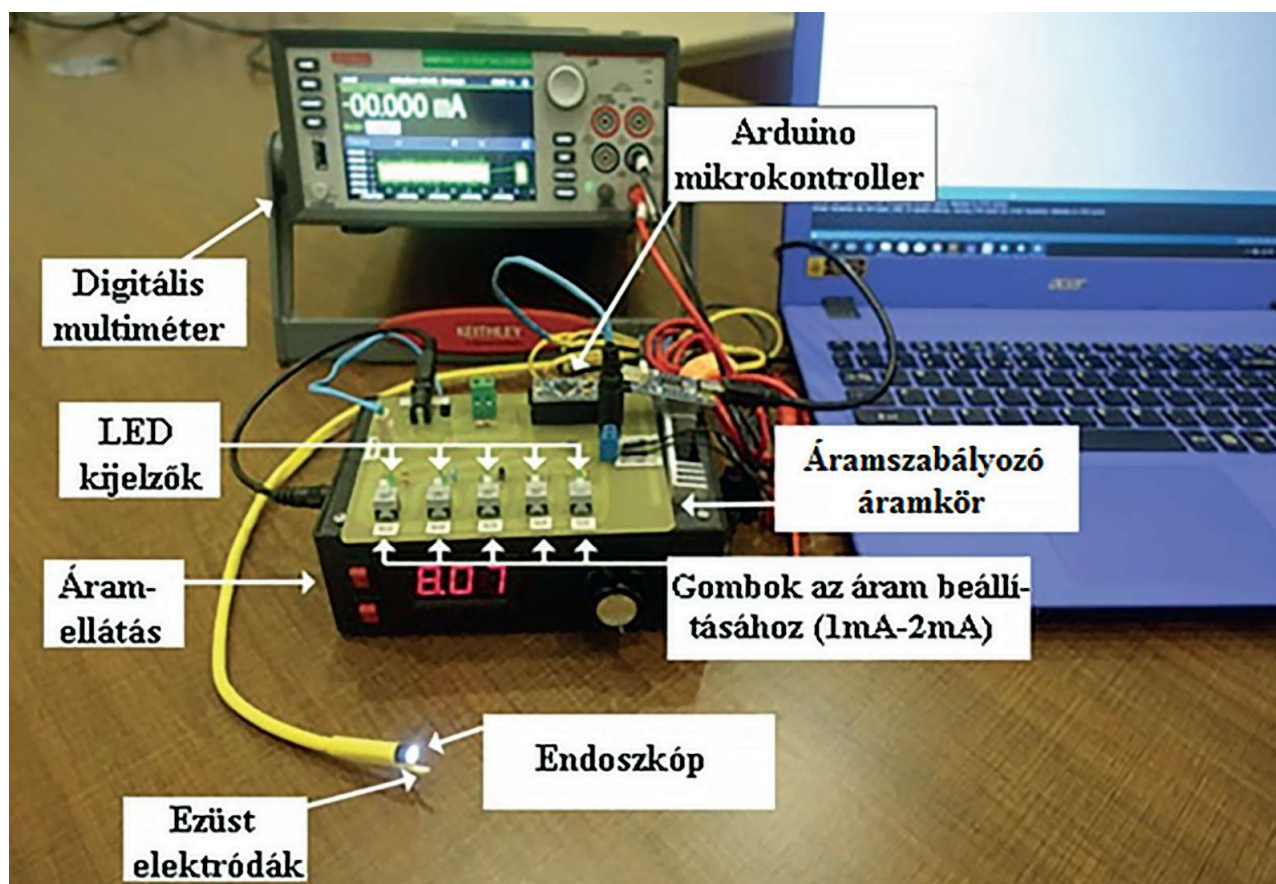
A digitális ízlelés eszköz és az eszközzel való kísérletezés

Forrás: CHEOK–KARUNANAYAKA 2018, 56., 58.

³⁶ CHEOK–KARUNANAYAKA 2018.

Digitális szaglás

Az érzékek közül még a szaglásról nem esett szó. Csakúgy, mint az ízlelés esetében, ezt is létre lehet hozni kémiai anyagok, gázmolekulák segítségével, viszont a digitális szagláshoz ezek nem használhatók. Ha tovább szeretnénk növelni az immerzitásélményt, akkor meg kell találni a digitális szaglás aktiválásának a módszerét. Hasonlóan az ízleléshez, itt is elektromos impulzusokkal stimulálják a szaglólrendszert. A képen látható digitális szagló eszköz segítségével sikerült különböző illatokat éreztetni az alanyokkal.³⁷



6. ábra

A digitális szaglaseszköz felépítése

Forrás: CHEOK–KARUNANAYAKA 2018, 103.

A virtuális valóság polgári alkalmazási lehetőségei

A VR nem olyan terület, amellyel az ember minden nap találkozhat, mégis nagyon sok területen alkalmazzák. Meghallva a kifejezést, sokan valamilyen új, modern eszközre vagy programra gondolnak, amelyet a legtöbbször a szórakoztatóiparhoz, azon

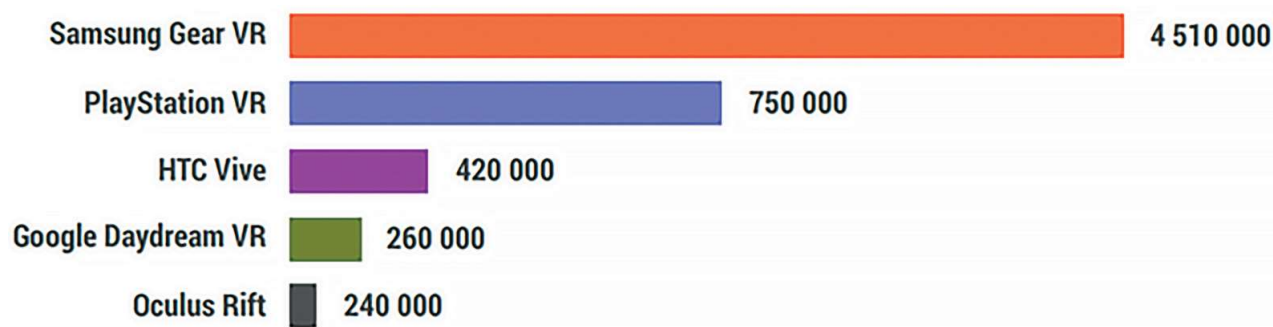
³⁷ CHEOK–KARUNANAYAKA 2018.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

belül a számítógépes és konzoljátékok világához, esetleg a filmiparhoz társítanak. A VR azonban több annál, mint a játékiparban használatos hardver- és szoftvertechnológiák összessége, ugyanis már régen túllépte ezt a szerepkört, sőt, a felhasználás lehetőségeinek valójában ez csupán egy töredékét képezi. Ebből következik azon kérdés, hogy mire használható még a VR-technológia? Néhány terület vizsgálásával kívánom megadni erre a kérdésre a választ, amelyek között nem szerepel az építészet, ugyanis ott már régóta integrálva vannak virtuális modellező programok, és szerves részét képezik a területen folytatott tevékenységeknek.

Szórakoztatóipar

Ahogy említettem a VR-technológiát leginkább ez a terület használja ki, ezen belül is a játékipar. Ez a tény nem meglepő, hiszen több, a piacot uraló vállalat készít VR-eszközöket, például a Google, Microsoft, Samsung vagy a Sony. Marketingtevékenységük miatt kiemelt figyelmet kapnak az újgenerációs, VR-technológiával is játszható játékok. A VR-eszközök közül a HMD-készülékeknek van az egyik legnagyobb felvevőpiaca. Ahogy az ábrán is látható, 2016-ban (a VR ekkor kezd a figyelem középpontjába kerülni) már több millió példányt adtak el belőle. Ezek a számok azóta növekvő tendenciát mutatnak nemcsak a sisakok, hanem más VR-eszközök esetében is.³⁸



7. ábra

A főbb HMD-készülékek eladásának alakulása 2016-ban

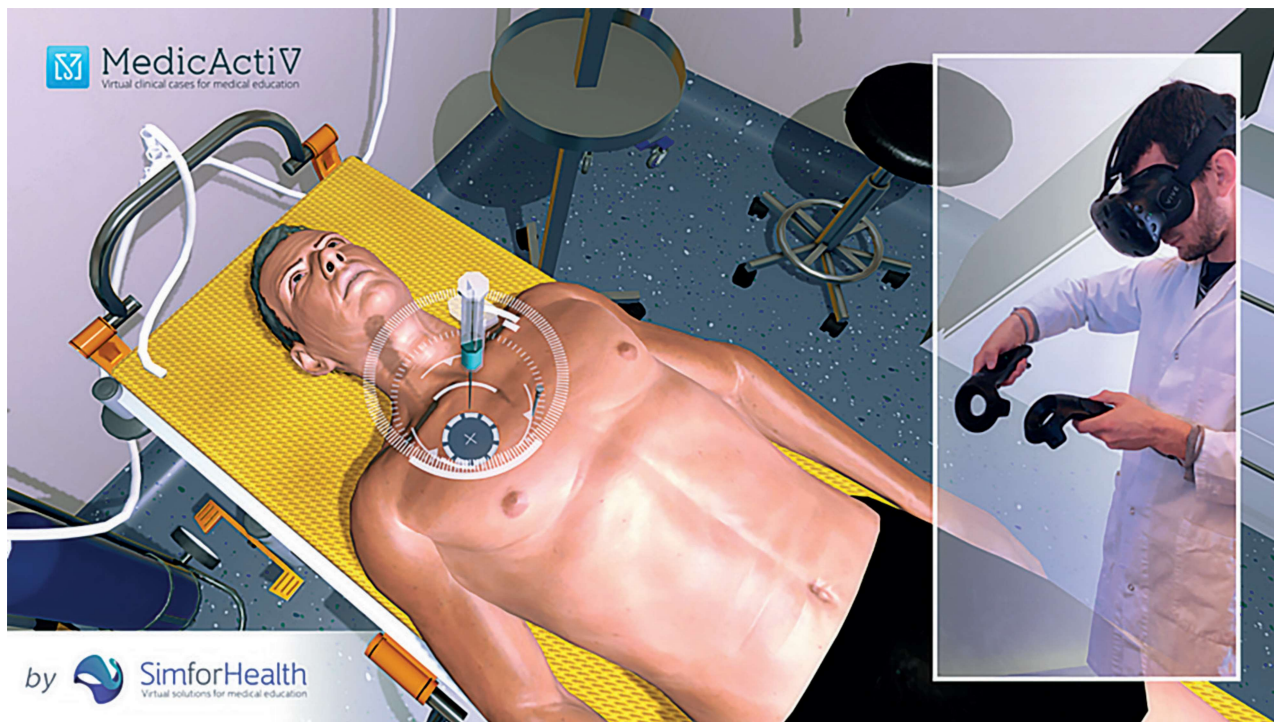
Forrás: *State of the Polish Video Game Industry* (2017).

Orvostudomány

Ezen a területen rendkívül nagy potenciál mutatkozik, amit az emberi életek megóvásának céljából mindenképpen ki kell használni. A különböző műtétek megtervezéséhez sok esetben használnak 3D-s modellező programokat, különös tekintettel a plasztikai sebészetre, amely esetében a műtét várható eredményét előre lehet egyeztetni a pácienssel.

³⁸ *State of the Polish Video Game Industry* (2017).

Véleményem szerint hatékony fejlesztési irányzat lenne az, ha a műtétek megtervezésén túl virtuális pácienseken el is végezhetnék ezeket a műtéteket, még a valódi műtét előtt, és elemezhetnék annak eredményeit. Ezzel az eljárással jelentősen növelhetők a sikeres műtétek és a betegek gyógyulásának esélyei. Nemcsak az orvosok, hanem az orvostanhallgatók számára is gyakorlási, tanulási felületet biztosít az, hogy a virtuális pácienseken végrehajtott vizsgálatokat, beavatkozásokat végre tudják hajtani. Ezen túl az emberi test anatómiájával, működésével is sokkal mélyebben ismerkedhetnek meg. Az ortopédiában, valamint a különböző fóbiák gyógyításában is alkalmazzák ezt a technológiát. Olyan komoly betegségek gyógyításához járulhat hozzá, mint az autizmus, memóriazavarok, mentális betegségek.³⁹ Egyes alkalmassági vizsgálatok lefuttatása is lehetséges VR-eszközökkel, továbbá forradalmasíthatják is azokat. Például jogosítványszerzéshez szükséges vizsgálatokat ki lehetne terjeszteni virtuális szimulációs feladatokkal, amelyekkel ki lehetne deríteni, hogy rendelkezik-e a vizsgázó a megfelelő döntéshozatali készségekkel.



8. ábra

VR-eszközök alkalmazása az orvoslásban

Forrás: Queen's University Launches Canada's First VR Medical Training Centre (2018).

Oktatás

„Általánosságban megfogalmazható, hogy a korszerű, szofisztikált rendszerek – mint például a szimulátorok – alkalmazása a modern oktatási felfogás és a haladó gondolkodás

³⁹ MOTOMATSU 2014.

ismérve kell, hogy legyenek minden szervezetnél. Meglátásom szerint az ilyen megoldások alkalmazása során az oktató (kiképző) a tradicionális, vagy konzervatív oktatási módszerekkel szemben, aktívan bevonja a hallgatókat a tudásátadás folyamatába. Erre egyre nagyobb igény jelentkezik, ugyanis a hálózatalapú társadalom kialakulása, a világ folyamatainak felgyorsulása miatt a hagyományos nevelési-oktatási eljárások már nem elegendőek a diákok figyelmének a lekötéséhez, és ezáltal a tananyag megfelelő szinten történő átadásához. Ezért van szükség egyre komplexebb ingereket generáló módszerre.⁴⁰ Kijelenthető, hogy e követelménynek a VR-rendszerek is megfelelnek. Képzeljünk el egy olyan történelemórát, ahol diákok a nándorfehérvári diadalt, a középkori életmódot vagy éppen Napóleon waterlooi csatáját nemcsak a tanár szavaiból ismerik meg, hanem ténylegesen ott lehetnek abban a világban. A matematikaórák is élvezhetőbbek lennének, ugyanis VR-ral könnyebb megérteni a geometriai feladatokat, vektorok tárgykörét stb. Minden tantárgynál tudunk találni lehetséges felhasználási módot.

Külön kiemelandó a távoktatás területe. Az egyértelmű, hogy az elméleti anyagok elsajátításához nem kell feltétlenül közvetlen kontaktban lennie a tanárnak és a diáknak, azonban vannak olyan gyakorlati ismeretek, amelyek ezt igénylik, például a laboratóriumi mérések, a programozás, a kísérletek. A VR segítségével virtuális osztálytermekben vehetünk részt tanórákon, és mivel ma már a virtuális objektumok is érezhetőek bizonyos keretek között, így gyakorlati órák megtartására is van lehetőség. A különböző online kurzusok is gyakorlatiasabbak lehetnek, így felértékelődhetnek az ilyen formában szerzett képesítések.

Az én elgondolásaim szerint a differenciált oktatás egy mérföldekkkel hatékonyabb oktatási stratégia, mint például amelyet a porosz oktatási rendszerben kiépítettek, amelynek hatása a mai napig érződik sok országban, köztük hazánkban is.⁴¹ Úgy vélem, hogy ezen a területen pólusváltásra van szükség. Ehhez azonban előtte meg kell oldani a jelenlegi oktatási rendszer modernizációját, valamint a tanárhiány égető problémáját. Az előbbi akadályt az oktatásért felelős szervezeteknek kell orvosolni. Utóbbi akár pótolható a VR-ral, kellő anyagi ráfordítással és a megfelelő infrastrukturális háttér kiépítésével. Manapság sajnos népszerűtlen a tanári hivatás a fiatalok körében, amely a társadalmi és anyagi megbecsülés hiánya miatt alakult így, ezért nem alapozhatunk arra, hogy a nyugdíjba vonuló tanárok helyét fiatalokkal képesek lesznek betölteni.⁴² Úgy vélem, hogy a mesterséges intelligencia alkalmazásával pár éven belül sikerül olyan virtuális trénereket kifejleszteni, akik átvehetik a hiányzó tanárok szerepét.⁴³ Ez természetesen nem lenne egy ideális állapot, hiszen sokszor egy adott témakört a tanár személye tesz élvezhetővé, azonban a jelenlegi tendencia szerint kénytelenek leszünk egy alternatív módszert kifejleszteni az oktatás működésének fenntartásához.

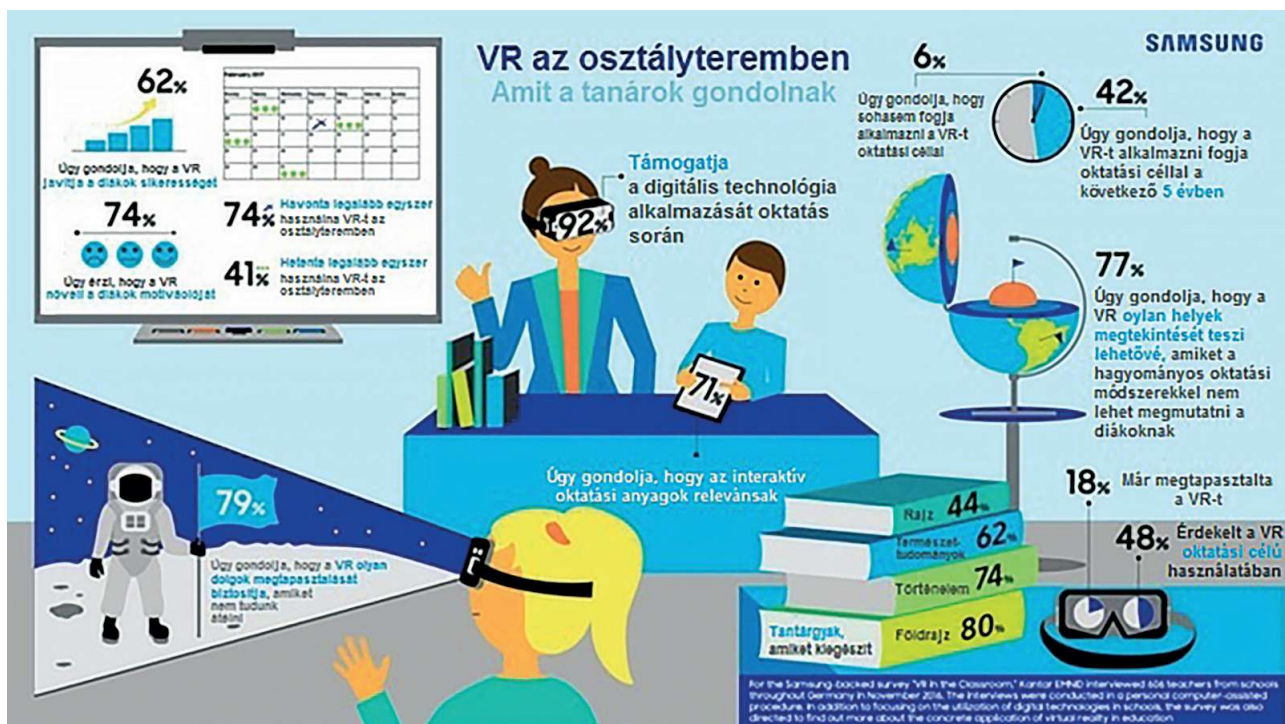
⁴⁰ VIRÁGH 2019, 11.

⁴¹ PSOTKA 1995.

⁴² FÓTI 2009.

⁴³ BOKROS–NAGY 2017.

A VR alkalmazását szakmai szemszögből a tanárok is támogatják. A Kantar EMNID német cég végzett is egy közvéleménykutatást, amelynek keretein belül 606 tanár véleményét kérdezték meg. Válaszaik eredményeit az alábbi infografikán összegezték. Ebből egyértelműen látszik, hogy a megkérdezettek nagy része – több mint 90% – támogatja a VR-al kiegészített oktatást, így az ebbe való befektetés indokolt.⁴⁴



9. ábra

Kantar EMNID által végzett közvéleménykutatás eredménye

Forrás: Survey Shows that Teachers See Potential for Virtual Reality in Education (2017).

Sport

A VR-ban lemodellezett valós sportoló mozgását elemezve a szakemberek képesek javítani a versenyzők teljesítményét. Olyan magas szinten, mint például olimpiai játékokon, világbajnokságokon, már a legapróbb mozzanat is befolyással lehet egy verseny végkimenetelére. Mivel a virtuális térben bármilyen szögből meg lehet figyelni a mozgást, így ténylegesen a legapróbb hibákra is fény derülhet. Sérüléseket is el lehet kerülni olyan sportágak esetében, ahol nagy esély van az ellenféllel való fizikai kontaktusra, ugyanis a virtuális ellenfelekkel való esetleges összeütközések nem járnak sérüléssel. Amennyiben a megfelelő anyagi forrás rendelkezésre állna, olyan problémákat is ki lehetne küszöbölni, mint az edzők vagy a sportkomplexumok hiánya, mert a megfelelően felépített rendszerek tartalmazhatnak beépített tanítási programokat, és képesek megjeleníteni

⁴⁴ Survey Shows that Teachers See Potential for Virtual Reality in Education (2017).

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

egy üres szobát úgy, mint egy sportpálya.⁴⁵ Történtek már kísérletek VR-ral való edzés tekintetében, azonban azok nem mindenhol váltották be a hozzájuk fűzött reményeket, ez is azt mutatja, hogy az eddig kiépített rendszerek még nem tökéletesek, és sok kiaknázatlan lehetőség rejlik még bennük.⁴⁶



10. ábra

Amerikai football gyakorlása VR segítségével

Forrás: ROBERTSON 2017

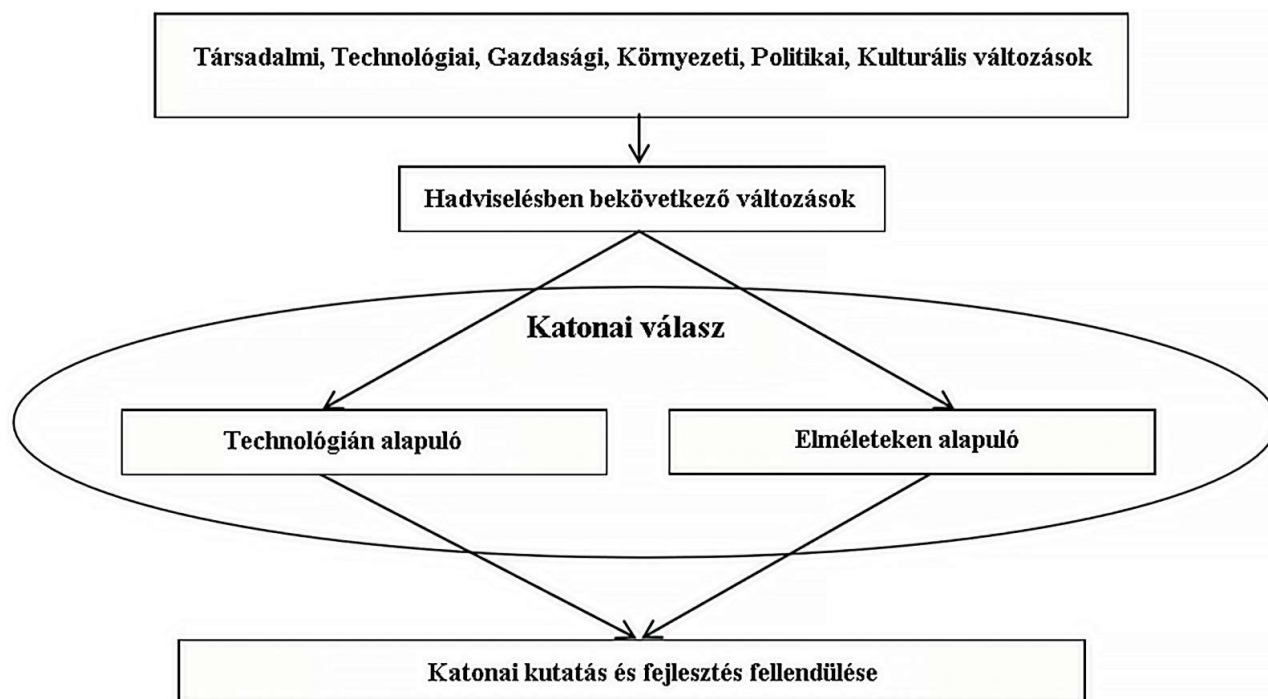
A virtuális valóság katonai alkalmazási lehetőségei

A fegyveres konfliktusok már az időszámításunk előtti korszakban is jelen voltak, és valószínűleg az elkövetkezendő időkben is fontos szerepet fognak játszani a modern társadalmak életében. A hadviselést az alakította, hogy milyen társadalmi, technológiai, gazdasági, környezeti, politikai, kulturális változások mentek végbe a világban. Ezekre a változásokra technológiai újítások jelentek meg, valamint különböző elméletek kerültek kidolgozásra az új típusú kihívások leküzdésére. Ezek miatt a hadviselésben alkalmazott eszközök mindig a csúcstechnológiát jelentették. Jelenleg az új típusú biztonsági

⁴⁵ YAO-LIU-HAN 2012.

⁴⁶ ROBERTSON 2017.

kihívásoknak minősül a terrorizmus, a kibertámadások, a szervezett bűnözés, a demográfiai robbanás, a migráció, az éghajlatváltozás, az ásványkincsek hiánya, az édesvízhiány, az energiabiztonság és a fertőző betegségek terjedése.⁴⁷ Manapság ezzel a tíz biztonsági kihívással kell megbirkóznia a globális közösségnek, és ezek alakítják a modern hadseregek arculatát is. Jelenlegi a katonai kutatási és fejlesztési tevékenységek ezen problémák megoldására vagy az ellenük való küzdelmekre fókuszálnak. A VR egy olyan terület, amely közvetve vagy közvetlenül képes fellendíteni a fejlődést, és segíthet a korábban felsorolt kihívások leküzdésében.⁴⁸



11. ábra

A katonai kutatás és fejlesztés fellendülésének folyamata

Forrás: BURMAOGLU–SARITAS 2017, 153.⁴⁹

A haderőben a VR-t főként a különböző típusú (repülés, harcászati, jármű) szimulátorokon belül aknázzák ki a legnagyobb mértékben, amelyekkel magas színvonalú kiképzési, felkészítési, vizsgáztatási rendszert lehet kiépíteni, emellett virtuális vezetési és irányítási (köz)pontok kialakításában is nélkülözhetetlen szerepet játszanak.⁵⁰ A kiterjesztett és a kevert valóságnak is vannak alkalmazási lehetőségei, például a pilóta nélküli repülőeszközök esetében és a katonai orvoslásban egyaránt.

⁴⁷ SZÜCS 2014.

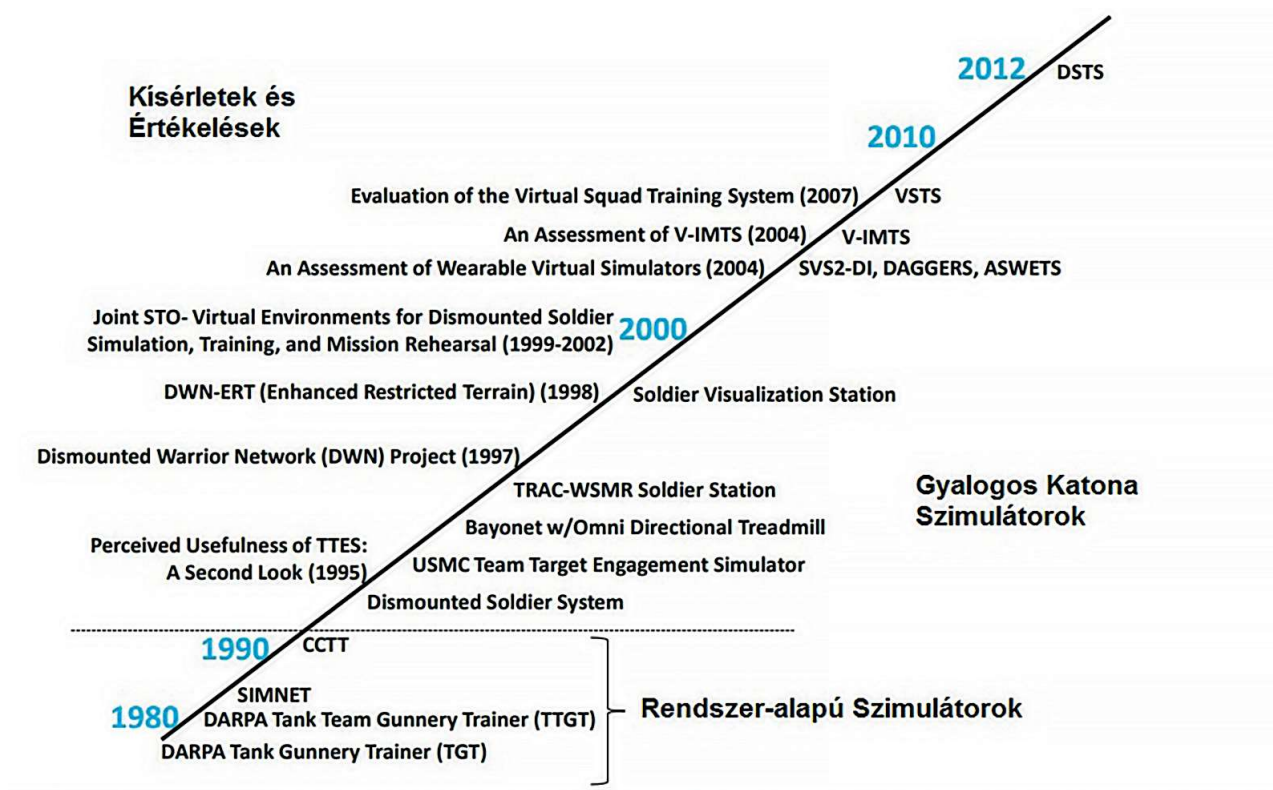
⁴⁸ BURMAOGLU–SARITAS 2017.

⁴⁹ A szerző fordítása.

⁵⁰ HAIG et al. 2013.

Virtuális kiképzési környezet

Úgy gondolom katonai felhasználási területen a legnagyobb potenciál a virtuális kiképzési környezetben rejlik. Ez főként a VR technológiájának dinamikus fejlődésének köszönhető, amellyel már igen komplex virtuális harctéri környezetet lehet kialakítani, amelyet több hadsereg már integrált kiképzési rendszerébe. Az Amerikai Egyesült Államoknak nagyszámú szimulációs rendszer áll a rendelkezésére. Ez egyrészt köszönhető az állam által a katonai vezetés számára biztosított bőséges anyagi forrásoknak, másrészt pedig annak, hogy egy külön intézményt, a Nemzeti Szimulációs Központot (a továbbiakban: NSC)⁵¹ hoztak létre e területnek a fejlesztésére. Az NSC-ben az úgynevezett Future Holistic Training Environment – Live/Synthetic projekt keretében folynak az ilyen irányú fejlesztések, amelynek célja, hogy 2025-re olyan integrált kiképzési környezetet hozzanak létre, ahol az állomány felkészítése, kiképzése teljes mértékben elvégezhető, valamint a különböző gyakorlatok alkalmával a változatos katonaföldrajzi terek a valóságnak megfelelően ábrázolhatók legyenek.⁵²



12. ábra

Gyalogos katonák számára készült szimulátorok fejlődése

Forrás: BINK et al. 2015, 3.

⁵¹ NSC: National Simulation Center – Nemzeti Szimulációs Központ.

⁵² JANISZEWSKI 2014.

Az egyre realisztikusabb szimulátorok iránti igény miatt természetesen a központban a VR-ral is foglalkoznak. Az alábbi idővonal a szimulátorok egy speciális területének, a gyalogos katonák képzését biztosító rendszereknek a fejlődését foglalja magában. Leolvasható, hogy számos projekt végbement és számos szimulátorrendszer került kiépítésre az évek folyamán a legjobb virtuális kiképzési környezet biztosítása érdekében. A szimulátorok közül a két legújabbat, a virtuális rajkiképző rendszert (a továbbiakban: VSTS)⁵³ és a gyalogoskatona-kiképző rendszert (a továbbiakban: DSTS)⁵⁴ kívánom bemutatni.⁵⁵

Ahogy a név is utal rá, a VSTS egy rajszintre tervezett szimulátor, amelyet a fokozott immerzításerlmény miatt HMD-készülékekkel, fegyvermodellekkel (M4, M203, M249) és a számítógép által generált entitások kontrollálása érdekében pedig egy irányító állomással egészítenek ki. Ennek a VR-ral támogatott szimulátornak van helyhez kötött (vezetékes) és mobilis (egyenruhán viselhető) változata is. Mindkét esetben a szimulációs gyakorlaton részt vevő katonák a szimulátor által felépített virtuális környezetben tevékenykednek. Olyan gyakorlatokat lehet végrehajtani a segítségével, mint:⁵⁶

- elszakadás;
- rajtaütés lesállításra;
- járőrözés;
- épületharcászat;
- gyorsreagálási erők (a továbbiakban: QRF)⁵⁷ támogatásának hívása, fogadása;
- sebesültek evakuálásának (a továbbiakban: MedEvac)⁵⁸ kezdeményezése;
- figyelőpontok telepítése.

Ennek a szimulátornak egy korszerűbb verziója a DSTS, ami egy olyan immerzív kiképzési rendszer, amely az egyéni katona és a kis alegységek szintjén folytatott képzésekre összpontosít. A szimulátor célja a kiképzési színvonal javítása, a csatatér élethű megjelenítése és a készenlét fenntartása. A szimulátort egyszerre kilenc fő tudja használni. Minden egyes katonának egy körülbelül 9 m²-es terület áll rendelkezésére, amely a VBS2⁵⁹ által felépített virtuális környezet mozgásterét foglalja egy keretbe. A rendszer elemei:⁶⁰

- 9 db viselhető virtuális katona modul (a továbbiakban: VSMM);⁶¹
- 5 db multifunkciós virtuális katona munkaállomás (a továbbiakban: VSMW);⁶²

⁵³ VSTS: Virtual Squad Training System – virtuális rajkiképző rendszer.

⁵⁴ DSTS: Dismounted Soldier Training System – gyalogoskatona-kiképző rendszer.

⁵⁵ BINK et al. 2015.

⁵⁶ LAMPTON–JEROME 2010.

⁵⁷ QRF: Quick Reaction Force – Gyorsreagálási Erők

⁵⁸ MedEvac: Medical Evacuation – sebesültek evakuálása, harctéri (egészségügyi) menekítés.

⁵⁹ VBS: Virtual Battlespace – virtuális hadszíntér.

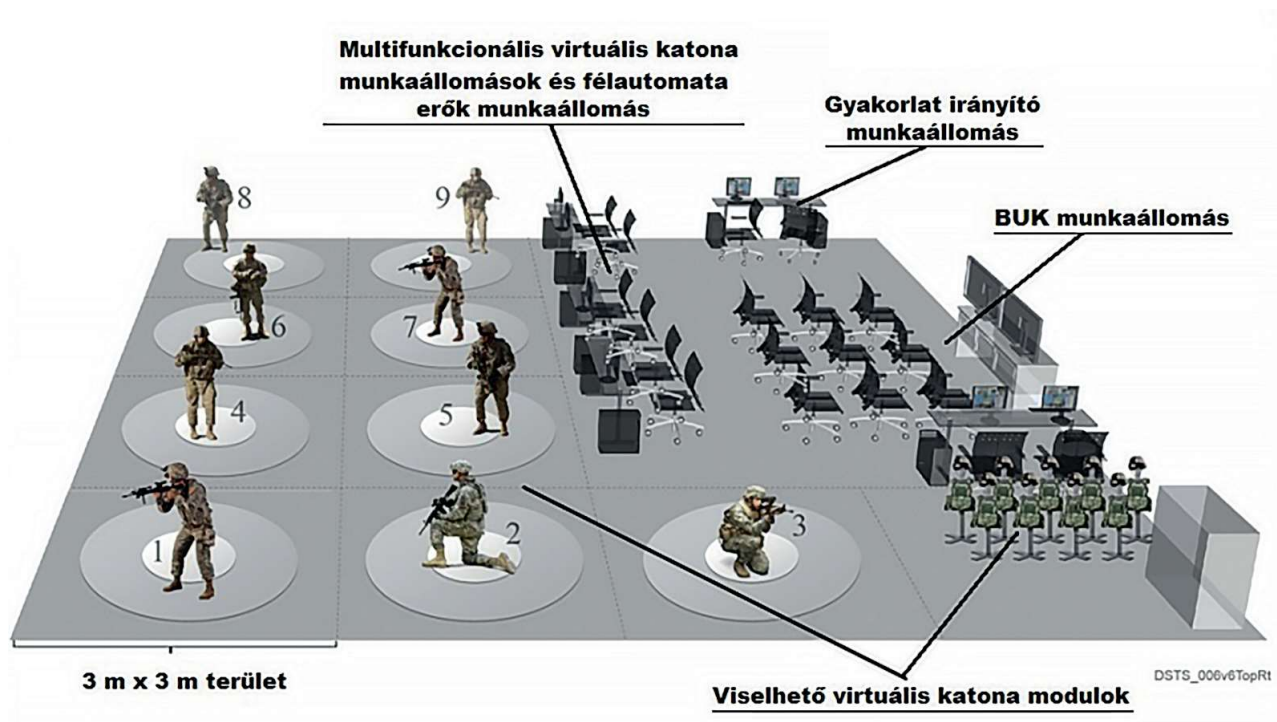
⁶⁰ BINK et al. 2015.

⁶¹ VSMM: Virtual Soldier Manned Modules – viselhető virtuális katona modul.

⁶² VSMW: Virtual Soldier Multi-Functional Work Stations – multifunkciós virtuális katona munkaállomás.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

- 1 db félautomata erők munkaállomás (a továbbiakban: SAF);⁶³
- 1 db gyakorlatirányító munkaállomás (a továbbiakban: EXCON);⁶⁴
- 1 db bevetés utáni kiértékelést (a továbbiakban: AAR)⁶⁵ végző munkaállomás;
- 9 db fegyver:
 - 5 db M4-es karabély,
 - 2 db M4-es karabély / M320-as gránátvető,
 - 2 db M249-es géppuska.



13. ábra

A DSTS-szimulátor felépítése

Forrás: BINK et al. 2015, 5.

A VSMM a VBS2 által biztosított számos lehetőséget szem előtt tartva került kifejlesztésre, ezért sokoldalúan használható. A katonák a fejükre szerelt érzékelők segítségével 360°-ban virtuális környezettel vannak körülvéve. Mozgásukat az egyenruhán hordott szenzorhálózat (a továbbiakban: HSN)⁶⁶ és a padlóra kiterített, nyomásérzékelő háló követi le.⁶⁷

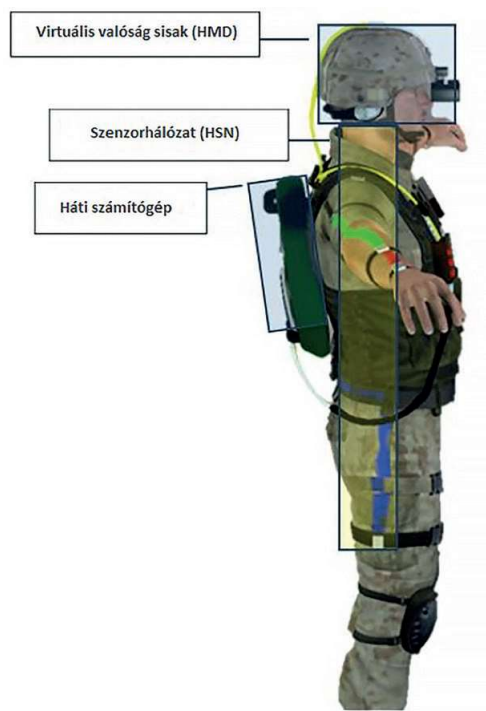
⁶³ SAF: Semi-Automated Force – félautomata erők munkaállomás.

⁶⁴ EXCON: Exercise Control – gyakorlatirányító munkaállomás.

⁶⁵ AAR: After Action Review – bevetés utáni kiértékelés (BUK).

⁶⁶ HSN: Human Sensor Network – emberszenzor-hálózat.

⁶⁷ BINK et al. 2015.



14. ábra

A VSMW felépítése

Forrás: BINK et al. 2015, 4.

A VSMW felelős a harctéri körülmények realiztikus megjelenítéséért. Az itt dolgozó operátorok betölthetik a géppuskás erők, a járműszemélyzet vagy a magasabb beosztású katonai előljárók szerepét. A SAF-nál dolgozó operátorok félautomata erőket irányítanak, vagy akár szükség esetén a VSMW operátoraiként tevékenykednek. Az EXCON felelős a szimulációs rendszer és a kiképzési forgatókönyvek megfelelő futtatásáért. Az itt dolgozó operátorok tehát a szoftverek kezelésén túl (forgatókönyvek telepítése, módosítása, futtatása) a hardverek karbantartásáért, hibaelhárításért és ellenőrzésért is felelősek. Az AAR-munkaállomás a VBS2 játékszimulátorba beépített kiértékelési funkciók segítségével üzemel, amely lehetővé teszi a szimulációk rögzítését és visszajátszását. A DSTS-szimulátort képességei alkalmassá teszik az egyéni katona szintjén és a kis létszámú alegységben végrehajtandó harcászati feladatok begyakorlására és szimulálására. Ezáltal az alapkiképzést, a tiszt- és altisztképzést, a missziós felkészítéseket és a különleges műveleti alakulatok képzéseit képes támogatni olyan feladatoknál, mint a városharcászat, épületharcászat, keresés, kutatás, blokkírozás, zárás stb.⁶⁸

Nemcsak az USA, hanem más nemzetek is látnak lehetőséget a VR-al kibővített szimulátorok katonai célra történő alkalmazásában, ilyen például az Egyesült Királyság, ahol a 800 millió £ értékű Védelmi Innovációs Alap (Defence Innovation Fund) keretein belül kívánják tesztelni a VR katonai kiképzésben való lehetőségeit. A virtuális valóság

⁶⁸ BINK et al. 2015.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

a szárazföldi erők kiképzésében (a továbbiakban: VRLT)⁶⁹ koncepción belül felkérték a Bohemia Interactive Simulations (BiSim) vállalatot egy program elkészítésére. Kimondottan néhány VR-hoz köthető funkciót kívánnak tesztelni a szoftverrel: nagyfelbontású HMD-eszközök és a virtuális környezet kapcsolata, az MR használata a szimulátoron belül, bevetés utáni kiértékelés.⁷⁰

A BiSim kimondottan a szimulátorok fejlesztésére fókuszál, amelyekben egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a VR-lehetőségek is. Ezt jól tükrözi egyik fő munkájuk a VBS3 játékszimulátor, amelynek a 17.1-es verziójában elérhetővé váltak a VR biztosította előnyök nyílt forráskódú VR (a továbbiakban: OSVR)⁷¹ integrálásával. A nyílt forráskódú elképzelés lényege a kompatibilitás megteremtése a legtöbb VR-szoftver és -hardver között, így a szimulátoron belül lehetséges Razer, Oculus Rift, HTC Vive használata is. A szimulátor környezetében több más szimulátor is futtatható.⁷² Ebből kiemelendő az úgynevezett PARASIM. Ez egy 3 szabadságfokos ejtőernyős szimulátor, amely biztonságos és költség-hatékony módszert biztosít az ejtőernyősök számára, hogy a levegőben való végrehajtás előtt begyakorolják a feladatokat, fejlesszék a készségeiket, és ezáltal felkészüljenek a katonák tényleges ugrásra. Eddig mintegy 400 PARASIM-szimulátort értékesítettek világszerte. A rendszert széles körben az Egyesült Államok haderőnemei használják az előre meghatározott légi műveletekhez, vészhelyzeti mentéshez stb.⁷³



15. ábra

A PARASIM használat közben

Forrás: Free Fall Maneuvering: fly in virtual space. Elérhető: <https://parasim.com/solutions/free-fall/> (A letöltés dátuma: 2019. 08. 05.)

⁶⁹ VRLT: Virtual Reality in Land Training – virtuális valóság a szárazföldi erők kiképzésében.

⁷⁰ ANDREW 2019.

⁷¹ OSVR: Open-Source Virtual Reality – nyílt forráskódú virtuális valóság.

⁷² VBS3 v17.1 (2017).

⁷³ *Virtual reality parachute training simulator. High Success, low risk* (é. n.).

Előző tudományos diákköri konferenciára készült dolgozatomban részletesen ismertetésre kerültek a VBS3 képességei, amelyeket a témához való szoros kötődése miatt ezúttal is bemutatok. Alapképzés esetén a gépkarabély- és pisztolylőgyakorlatok, a kézigránát dobógyakorlatok felkészítő foglalkozásait meg lehet tervezni, és vizuálisan megjeleníteni a kiképzendő állomány részére FPS⁷⁴ és felülnézetből. Harcászatból olyan tevékenységeket lehet rajta bemutatni, mint a terepen való mozgás módjai, vagy az egyéni katona, tűzpár/tűzcsoporthoz tartozó tevékenységei a támadó harc megvívása során nappal/éjszaka. Nem háborús műveletek esetében kiemelve a C-IED⁷⁵ képzés, amely lehetővé teszi az IED-k felismerését, kutatása során alkalmazott eljárások, biztosítási eljárások veszélyes környezetben, az erők védelmének alapelveinek IED veszélyes környezetben, valamint az IED-támadás lehetséges megelőzési módjainak begyakorlását. Térképészeti ismeretek szerzésére is használhatjuk a szimulátort, például a terepen térképpel és térkép nélkül való tájékozódás, a korszerű GPS-ek, GNSS-ek használata. A tisztképzésben is alkalmazható lenne a szimulátor különböző tantárgyak kiegészítésére. A szimulátort olyan feladatok begyakorlására lehetne alkalmazni, mint például:⁷⁶

- az összefegyvernemi támadó és védelmi harc megvívása;
- a lövész katona és alegység (harcjármű, kezelőszemélyzet, raj) felszerelésének, képességeinek ismertetése;
- a raj szervezeti felépítésének, főbb harci-technikai eszközeinek, fegyvertípusainak ismertetése;
- a raj és szakasz képességeinek ismertetése támadó és védő harcban;
- a légierő haderőnem feladatainak, fegyvernemei erőeszközeinek, szervezeteinek ismertetése.

A honvédtisztjelöltek esetében a szimulátor használata során nem okoznának problémát a nyelvi korlátok, ugyanis a felvételi során már követelmény az angol középfokú, komplex nyelvvizsga megléte. Az egyetem negyedik félévének végéig kötelező megszerezni a STANAG 2 szintű komplex, katonai nyelvvizsgát. Ha a szoftverben használatos katonai szakanyagot beépítjük a szókincsükbe, akkor a nyelvi órákon túl is segíthetnének a tisztjelölteket a nyelvvizsgához szükséges ismeretek elsajátításában. A megfelelő hardverekkel kiegészítve a rendszert, a szimulátorban lehetőség nyílik arra, hogy rádión keresztül kommunikáljanak a katonák, ezzel a rádióforgalmazást is begyakorolva, továbbá kiegészítve kormányval, váltókarokkal vagy joystickkal a rendszert, a különböző járművek vezetését is tudnák realizálni a környezetben és módon gyakorolni. A VBS3 a már specializációt választott honvédtisztjelöltek esetében is segítséget tud nyújtani a katonai vezetői, a katonai logisztika és a katonai üzemeltetés szakirányon egyaránt. Néhány felhasználási ötletet kiemelve: lövészeknél a mozgásmódok, tüzelési testhelyzetek, háborús és nem háborús katonai műveletek; felderítőknél mélységi műveletek, híradóknál

⁷⁴ FPS: First Person Shooter – első nézet (első szám egyes személyű).

⁷⁵ C-IED: Counter Improvised Explosive Devices – improvizált robbanóeszközök elleni védelem.

⁷⁶ VIRÁGH 2019.

az összeköttetés, rádióforgalmazás biztosítása; fegyvertechnikusoknak a különböző fegyverek ismeretanyaga stb.⁷⁷

Missziós felkészítésekre is alkalmas a szimulátor, ugyanis a térképszerkesztési lehetőségekkel megtervezhető szinte bármelyik műveleti terület. A szimulátorban a helyi lakosság viselkedése is beállítható, így olyan gyakorlási opciók is elérhetővé válnak, amelyekre eddig csak elméletben volt lehetőség.⁷⁸

Nemcsak tőlünk nyugatra, hanem a keleti országokban is már elkezdtek kísérletezni a VR katonai felhasználásával. Kínában a China Electronics Technology Group Corporation egy új VR-rendszert fejlesztett ki, amelyben nagy hangsúlyt fektettek a földrajzi információk alapján felépített virtuális környezetre és a gépi tanuláson alapuló harc-kiképzésre.⁷⁹ Dél-Korea az Optimus Systemmel együttműködve, fejleszt ki virtuális lövészet és virtuális ejtőernyős szimulátorokat, amelyeket hamarosan alkalmazni fognak a kiképzés során.⁸⁰

Mindenféleképpen megemlítendő a virtuális terepasztal és virtuális térképészet ötlete. Ennek lényege, hogy a terep térben kivetült mását egy megfelelő nagyságú, általában sík felületen virtuális szemüvegek vagy sisakok segítségével képesek vagyunk látni. Az ilyen térképeknek két rendkívül fontos tulajdonsága van, a realiztikusság és az interaktivitás. A realiztikusság a térhatások szempontjából a valós tárgyak virtuális másának torzításmentes, 3D-s megjelenítését jelenti. Az interaktivitás a különböző virtuális térben történő módosításokat jelenti, például objektumokhoz vagy terepszakaszokhoz címkék társítása.⁸¹ Ilyen a képen látható NATO-jelzések hozzáadása. Ha felidézünk az első fejezetben megfogalmazott alternatív valóságok jellemzőit, akkor észrevehetjük, hogy egy ilyen típusú alkalmazás már nem a VR, hanem az MR területéhez tartozik. Ez csupán kategorizálás szempontjából fontos információ. A virtuális térképek használatával az eligazítások megtartása, harcparancsok kiadása ténylegesen realiztikus lenne, és nem állna fenn annak a veszélye, hogy egyes katonák nem tudják megfelelően vizualizálni a harcászati helyzetet, ami később nehézségeket eredményezhet feladat-végrehajtás közben. Nem kellene sem papíralapú térképeket, sem természetben fellelhető alapanyagok felhasználásával létrehozott terepasztalokat alkalmazni (nem hagyunk ezáltal nyomot), ugyanis a virtuális térképeket adatbázisokban tárolhatnánk, amelyek utána hozzáférhetőek az illetékes személyek számára. Természetesen nem hagyható el teljesen a tradicionális térképészet és terepasztalok módszere, mert minden körülményre, ezáltal a modern eszközök nélküli feladat-végrehajtásra is készen kell állnunk, azonban nem zárkozzhatunk el az új típusú hadviselés megismerésétől és alkalmazásától.

⁷⁷ VIRÁGH 2019.

⁷⁸ VIRÁGH 2019.

⁷⁹ DEHUA 2018.

⁸⁰ JI-YEON 2016.

⁸¹ JUNG et al. 2008.



16. ábra

Virtuális térkép katonai alkalmazási lehetőségei

Forrás: KNIGHT 2018

Virtuális vezetési és irányítási pontok

A katonaság egyik alapvető jellemvonása a fegyelem. Ez a szervezetek struktúrájában is visszaköszön, általában szigorú alá-fölé rendeltségi viszonyok láncolatán keresztül történik a döntéshozatal. A felsőbb vezetők sok esetben egy adott szervezeti egységen belül vannak, néha még földrajzilag is ugyanott tartózkodnak, így az információáramlás könnyebben biztosítható. Ilyen szempontból kijelenthetjük, hogy a modern hadseregek jelentős részére a centralizált vezetési struktúra a jellemző. Ez nem feltétlenül jelent problémát békés régiókban, azonban műveleti területen, ahol a magas beosztású katonai vezetők fokozottan a potenciális célpontok közé tartoznak, nem észszerű ez a centralizáltság, hiszen egyetlen (terror)támadás esetén kiiktathatóvá válik akár a vezető beosztásúak jelentős része is. Felmerül tehát az igény arra, hogy decentralizált vezetési struktúrát alakítsunk ki. Ebben segíthet a VR, mert lehetőség van egymástól akár fizikailag távol eső, mobilis vezetési egységek összességéként megalkotni a vezetői réteget a virtuális vezetési és irányítási pontok segítségével.

Voltak már próbálkozások ilyen rendszerek kiépítésével kapcsolatban. Egyik kezdeti termék a Lionhearth Technologies vállalat virtuális vezetési pontja (a továbbiakban: VCP)⁸² volt. Nagyon fontos jellemzője a VCP-nek a C4I⁸³ rendszerekre alapozott mobilis,

⁸² VCP: Virtual Command Post – virtuális vezetési pont.

⁸³ C4I: Command, Control, Communications, Computers, Intelligence – vezetés, irányítás, kommunikáció, számítástechnika, hírszerzés.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

interaktív, valós idejű együttműködés lehetőségének a megteremtése. Ezt a következő formában kivitelezték. Adott volt egy virtuális tér, amely egy irányítási központot (épületet) jelenített meg. Itt a közös együttműködést a központi terem biztosította, de lehetőség volt adott célú egyéni szobák kialakítására is, például térképszobák, eligazító terem stb. Itt elérhetőek voltak a C4I rendszerek adatbázisai által szolgáltatott információk. Az irányításban részt vevő, a valóságban egymástól távol lévő felek ugyanabban a virtuális térben tevékenykedhettek, kommunikálhattak egymással, és akár láthatták is egymást HMD-eszközök révén. A vezetési ponton belül lehetőség volt valódi képeket, videókat megjeleníteni adott szituációkról, és kiértékelni azt a többi vezetővel, majd információt, parancsot továbbítani az alárendeltnek felé. A valós idejű együttműködés biztosításához fontos kritérium a megfelelő adatátviteli sebesség biztosítása a késések elkerülése érdekében.⁸⁴ A VCP használata végül nem terjedt el.



17. ábra

A VCP központi terme

Forrás: MORGENTHALER–STEINER–MAYK 1995; QR-kód: www.youtube.com/watch?v=O2Qz3MPu8To

(A letöltés dátuma: 2019. 10. 10.)

⁸⁴ MUNK 2000.

A 2004-től, az Egyesült Államok Hadseregében használatban lévő CPOF-rendszert⁸⁵ a DARPA⁸⁶ és több cég együttműködésével hozták létre. Ez egy tervezésre és térképészeti megjelenítésre létrehozott virtuális harcászati környezet, amelynek elsődleges célja, hogy a különböző szintű katonai szervezetek között biztosítsa az információáramlást és bemutassa az alárendelték számára a parancsnoki elgondolást. A tervezéshez való hozzájárulás érdekében a kétirányú kommunikáció minden irányba biztosított a részt vevő felek között. A rendszer kiépítése alatt nagy hangsúlyt fektettek a kommunikációs csatornák fejlesztésére, ugyanis a rendszer egyik fő feladata az információs fölény megszerzéséhez való hozzájárulás. 2D-s és 3D-s térképészeti megjelenítés is beállítható egyéni igénytől függően. Hang- és képanyagok megosztására is van lehetőség, amellyel valós időben tudunk dolgozni, akár azt interaktív módon megszerkeszteni. Mindezekhez asztali számítógépeket, laptopokat és egyéb hálózati csatlakozásra alkalmas eszközöket alkalmaznak.⁸⁷ Összehasonlítva a VCP-vel két jelentősebb különbséget lehet észrevenni. Az egyik, hogy ablakon (képernyőn) keresztül megtekinthető VR-ról beszélünk a CPOF esetében, tehát annak a virtuális térnek, ahol az adatok, információk megosztása történik, a felhasználó nem részese, csupán külső szemlélője. A másik különbség abban rejlik, hogy még a VCP-t C4I rendszerekre alapozták, addig a CPOF maga egy C2-rendszernek felel meg.

A CPOF-rendszer habár már egy 15 éves technológia, az érdeklődés iránta nem csökkent. Sőt, egyre hasznosabb funkciókkal látják el folyamatos frissítések segítségével. Jelenleg egy olyan programnak a része, amelyben egy nagyobb volumenű modernizációt hajtanak végre a vezetési és irányítási pontokon. Ennek keretében a CPOF-t felváltja majd a Command Post 2025. Ez sokkal hatékonyabb lesz, mint elődje, és eszköztárát kibővíti majd a kor kihívásaihoz igazodva különböző felhőszolgáltatásokkal és IoT-lehetőségekkel.⁸⁸ A szoftver magja a CP CE⁸⁹ lesz. Ez már olyan területeket is magában foglal majd, mint a logisztikai, hírszerzési, műveleti rendszerek, így a tradicionális C2-rendszerek képességein túltesz majd. Bizonyos folyamatok automatizálását tervezik annak érdekében, hogy kevesebb ember kelljen egy ilyen vezetési pontnak az üzemeltetéséhez, aminek eredményeképpen mobilisabbá válhat a rendszer.⁹⁰ Az alábbi videó megtekintésével betekintést nyerhetünk abba, hogy a vezetési pontok kiépítéséhez milyen VR-on kívüli problémákkal kell szembenéznie a tervezőknek.

⁸⁵ CPOF: Command Post of the Future – jövő vezetési pontja.

⁸⁶ DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency – fejlett védelmi kutatási projektek ügynöksége.

⁸⁷ GREENE et al. 2011.

⁸⁸ IoT: Internet of Things – dolgok internete.

⁸⁹ CP CE: Command Post Computing Environment – vezetési pont programozási környezete.

⁹⁰ STONE 2016.



18. ábra

Vezetési pontok üzemeltetése (videó)

Forrás: CERDEC Command Post Concepts (2018).

Pilóta nélküli légi járművek

A pilóta nélküli légi járművek (a továbbiakban: UAV),⁹¹ pontosabban az operátorok által távolról vezérelt személyzetet a fedélzetén nem hordozó repülőeszközök, manapság igen nagy népszerűségnek örvendenek többek között a közösségi média térnyerésének is köszönhetően. A sokak által csak drónként emlegetett eszközök fogalmkörébe tartoznak a mindössze néhány grammos nano UAV-k és a több száz kilogrammos, akár 40 méteres fesztávolságú szárnyakkal rendelkező UAV-k egyaránt. Az eltérő konstrukciókat természetesen más-más feladatokra alkalmazzák.⁹²

Kezdetben a katonai területen kényes célpontok likvidálására, harci és felderítési információk szerzésére alkalmazták őket a harcászati szinttől egészen a stratégiai szintig annak érdekében, hogy hozzájáruljanak az összadatforrású felderítéshez. Mára a feladatrendszerük kibővült, több légi járművet helyettesítve látják el például a célmegjelölés, hírszerzés, megfigyelés, harctéri kutatás és mentés, elektronikai és információs hadviselés feladatait. Ezenfelül a közigazgatásban, rendészetben, katasztrófavédelemben is fontos szerephez juthatnak például a csomagszállítás, járőrözés, helyszínbiztosítás,

⁹¹ UAV: Unmanned Aerial Vehicle – pilóta nélküli légi járművek.

⁹² HASSANALIAN–ABDELKEFI 2017.

kutatás-mentés, tűzfészek lokalizációja területén.⁹³ Feladatrendszerük folyamatosan bővül az eddig bemutatott területeken és új területeken is egyre szélesebb körben alkalmazhatják majd őket, például az egészségügyben vagy a mezőgazdaságban. Pontosan ennek következtében mutatkozik fellendülés a kereskedelmi célú UAV-k piacán.⁹⁴ Az egyre modernebb elgondolások realizálására való törekvések – különös tekintettel az okosvárosok koncepciójának kialakítására – miatt robbanásszerű fellendülés várható a jövőben. Az okosváros egy jól elkülöníthető földrajzi terület, ahol a csúcstechnológiás iparágak például az infokommunikációs rendszerek, logisztika, energiatermelés területén a szereplők együttműködnek abból a célból, hogy hozzájáruljanak a polgárok jólétének, életkörülményeinek javításához, a szolgáltatások intelligens fejlesztéséhez. Az okosvárost több szervezet együttesen kormányozza a város politikájának és a folyamatos fejlődés érdekében létrehozott szabályok, törvények betartásával.⁹⁵ A UAV-eket olyan, a korábban felsorolt feladatoktól eltérő területeken alkalmazzák az okosvárosokban, mint például a közlekedés, tömegirányítás, károsanyag-kibocsátás szabályozása, személyszállítás (dróntaxik), big data, heterogén rendszerek közötti koordináció.⁹⁶



19. ábra

Az amerikai légierő által előszeretettel használt UAV, a Predator

Forrás: TOMKINS 217

⁹³ NÉMETH 2018a.

⁹⁴ NÉMETH 2018b.

⁹⁵ CAMERO–ALBA 2019.

⁹⁶ KHAN et al. 2018; MOHAMMED et al. 2014.

Az urbanizáció már több évszázada tartó folyamat. Napjainkban a föld lakosságának körülbelül 55%-a már városokban él, és ez az érték a jövőben csak tovább fog emelkedni, becslések szerint 2030-ra eléri majd a 66%-ot.⁹⁷ Katonai szempontból nézve ez a városi környezetben végrehajtott műveletek számának emelkedését feltételezi. Ez összefügg az UAV-k alternatív valóságok területén való megjelenésével. Véleményem szerint különös igény jelentkezik majd a mesterséges intelligenciával ellátott UAV-k iránt, különös tekintettel a különböző felismerő és azonosító rendszerekre. A felismerő rendszerek hatásfokának javításában kiemelt szerep jut a gépi tanulás és a mélytanulás különböző módszereinek, aminek következtében folyamatosan növekedni fog a felismerés hatékonysága, legyen szó emberi arcokról, járművekről vagy egyéb objektumokról.

Katonai orvoslás

A katonák harcképességének fenntartása, egészségének megőrzése és életüknek megmentése tartozik a katonai orvoslás fő feladatai közé. Ahhoz, hogy a katona minél hosszabb ideig legyen harcképes, fiziológiai szükségleteinek folyamatos kielégítése mellett, mentális állapotát magas szinten kell tartani, feladat-végrehajtásának eredményessége érdekében. Az emberi szervezetben lezajló folyamatok megfigyelése, a változások detektálása úgynevezett body-LAN-okba⁹⁸ szervezett egészségügyi érzékelőkkel lehetséges. A katona állapotáról szóló információkat rádió-összeköttetésen keresztül lehetne továbbítani a vezetési pontok egészségügyi elemző részlege felé. A miniatürizált technológiai eszközöket (számítógép, szenzorok, érzékelők) a katona egyenruhájának anyagában, zsebeiben lehetne elhelyezni.⁹⁹ Jelen koncepció megvalósítása az MH vezetési rendszerében még nem aktuális a technológia kiforratlansága és a szükséges infrastrukturális háttér hiánya miatt, ugyanakkor a már napjainkban is zajló fejlesztések során célszerű figyelembe venni a jövőben várható kihívásokat.

A katonai műveletek, harctéri cselekmények során jelentős lehet a sérülések kockázata, amelyek szakszerű ellátását minél rövidebb időn belül meg kell kezdeni. Ennek első lépcsője az elsősegély ellátás, amely minden katona számára egy kötelezően elszámolt jártasság. Második fokozata a mentőellátás, harmadik pedig a kórházi ellátás. A harctér és a kórházak közti távolságot a lehető legrövidebb időn belül, biztonságosan kell megtenni a sérült egészségének az érdekében. Ehhez általában különböző légimentőegységeket alkalmaznak, mint például a MedEvac és a CasEvac (Casualty Evacuation). Előbbi esetben egységesített, kimondottan mentési célokra létrehozott járműveket alkalmaznak, amelyek képesek a sérült ellátására az út megtétele közben is. Utóbbi esetben a legközelebbi, sérült szállítására elegendő hellyel rendelkező járműveket kell érteni, függetlenül azok orvosi ellátási képességétől. Sajnos előfordul, hogy a beteget

⁹⁷ *The world's cities in 2016* (2017).

⁹⁸ LAN: Local Area Network – helyi hálózat.

⁹⁹ HAIG et al. 2013.

még így sem sikerül időben a kórházba szállítani, a mentőellátás nem elegendő, vagy pedig nem tudják az adott kórházban időben ellátni. A problémák egy részére megoldást jelenthet az úgynevezett „távellátás”. A mai kiterjedt informatikai hálózatoknak és nagy sávszélességnek köszönhetően képesek vagyunk akár távműtétek végrehajtására is. Ez a jelenlegi technológiai szinten azt jelenti, hogy egy orvos a műtétet végrehajtó orvoscsapatot látja el instrukciókkal, de a jövőben akár azt is jelentheti, hogy VR-sisakokkal és szemüvegekkel robotkarok közvetítésével egy orvos akár egy másik kontinensről is képes életmentő beavatkozásokat végezni.¹⁰⁰

A fegyveres konfliktusok alkalmával különböző okok miatt a katonát olyan hatások érhetik, amelyek szellemi teljesítőképességére jelentős hatással lehetnek. Sokan nem képesek megbirkózni ezekkel a nehézségekkel, és poszttraumatikusstressz-szindróma (PTSD)¹⁰¹ alakulhat ki. E kifejezés nem összekeverendő a harci/harctéri stresszel, amely az összecsapások alatt jelentkezik a katonánál.¹⁰² A katonáknál magas százalékban fellelhető ez a szorongási zavar, amelynek gyógyítási lehetőségei közé tartozik a megfelelő szakemberekkel történő konzultáció, különböző gyógyszerek szedése vagy az expozíciós terápiák. Az expozíciós terápia egy olyan kognitív viselkedésterápia,¹⁰³ amely során a beteget ellenőrzött körülmények között szembesítik a traumát okozó történéssel, így segítik annak feldolgozását.¹⁰⁴ E gyógykezelés VR-ral kibővített változata az úgynevezett virtuális valóság expozíciós terápia (a továbbiakban: VRET),¹⁰⁵ amely hatékonyabb megoldást jelenthet a PTSD kezelésére, mint a hagyományos gyógymódok. A VRET lényege, hogy a páciens elbeszélése alapján felépítenek egy olyan virtuális környezetet, amely megfeleltethető a beteg traumatikus élményét okozó környezetnek. Különböző VR-eszközök segítségével befolyásolják a beteg érzékeit, hogy minél jobban el lehessen mélyülni ebben a környezetben. Itt a beteg a számítógépes grafikai megjelenítés segítségével felidézi a szorongásának okait, és a szakemberek segítségével megtanulja kezelni azt.¹⁰⁶

Repülőorvosi alkalmassági vizsgálatra is van lehetőség VR segítségével. Ennek egyik úttörői lehetünk, hiszen az MH EK (Egészségügyi Központ) Kecskeméten működő Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézetében egy kisebb csapat a repülésélettani stressz szintjének mérésével kapcsolatos kutatásokat végez. Ehhez felhasználják a Magasság-élettani Osztály által rendelkezésre bocsájtott barokamrát,¹⁰⁷ speciális

¹⁰⁰ JIUSHENG 2012.

¹⁰¹ PTSD: Post Traumatic Stress Disorder – poszttraumatikusstressz-szindróma.

¹⁰² SZTANKAI 2014.

¹⁰³ A kognitív viselkedésterápia célja, hogy a beteg megtanulja kezelni félelmeit, szorongásait, viselkedésének, gondolatainak befolyásolásával.

¹⁰⁴ FODOR–BITTER 2015.

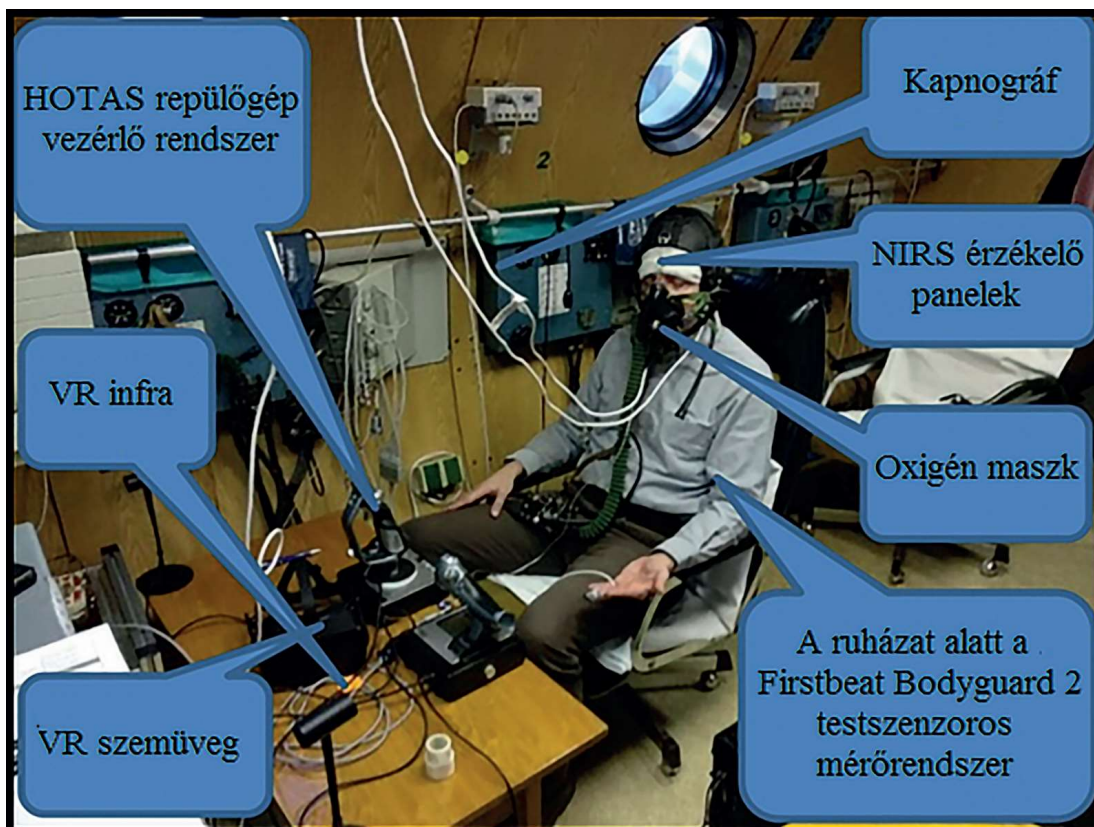
¹⁰⁵ VRET: Virtual Reality Exposure Therapy – virtuális valóság expozíciós terápia.

¹⁰⁶ WENRUIA et al. 2019.

¹⁰⁷ Barokamra: funkcionális diagnosztikai vizsgálatok (például terheléses elektrokardiográfia) futtatására alkalmazott szerkezet/szoba.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

eszközöket (NIRS,¹⁰⁸ Kapnográf,¹⁰⁹ Firstbeat Bodyguard 2),¹¹⁰ a Domján Károly zászlós által készített HMD-t, a csapat által kidolgozott teszt sorozatokat (Step by step, LIVE TEST, NETWORKING LIVE TEST). Nagyon fontos, hogy az ilyen vizsgálati rendszerek úgy épüljenek fel, hogy a lehető legjobb közelítéssel a valós behatásokat tárják elénk. A VR repülésbiztonsági szerepe megkérdőjelezhetetlen, ugyanis a jövőben az utólagos balesetek kivizsgálásánál, bekövetkezett, vagy éppen be nem következett légi események elemzésénél, új elgondolások tesztelésénél az objektív kontroll egyik igen komoly eszközévé válhat. A szimulációs repülések alatt valós feladatok végrehajtását is előre megvalósíthatjuk, így előre lehet számolni bizonyos stresszösszetevők megjelenésével, hatásával.¹¹¹



20. ábra

Teszt sorozatra való felkészülés a barokamrában

Forrás: DOMJÁN 2018, 172. alapján a szerző szerkesztése

¹⁰⁸ NIRS – Near Infrared Spectroscopy – közel infravörös spektroszkópia: az agy jobb és bal féltekének homloklebenyén mérhető véroxigénszint mérésére szolgáló eszköz.

¹⁰⁹ Kapnográf: a kilélegzett széndioxid mérésére szolgáló eszköz.

¹¹⁰ Firstbeat Bodyguard 2: a Fusion Vital által kifejlesztett pulzusvariancián alapuló testszenzoros mérőrendszer.

¹¹¹ DOMJÁN 2018.

A Magyar Honvédség előtt álló lehetőségek

A Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési program 2017-es bejelentésével elindult az MH megújítása, amelynek kivitelezéséhez több mint 3500 milliárd forintot biztosítanak a szervezet számára.¹¹²

Azóta olyan eredményeket lehet már felmutatni, mint például:

- a helikopterképesség növelése a H145M típusú helikopterek katonai változatának beszerzésével, a Mi 17-es szállítóhelikopterek felújításával, a Mi 24-es harci helikopterek üzemidő-hosszabbítást célzó rekonstrukciójával;
- az A319-es csapatszállító repülőgépek beszerzése;¹¹³
- az új 2015M hadi gyakorló-egyenruha rendszeresítése;
- több száz Suzuki Vitara szolgálati gépjármű átadása;
- CZ-HU P-07, CZ-HU P-09, CZ-HU Scorpion EVO3 A1, CZ-HU Bren 2 A1 fegyverek gyártása;
- 44 darab Leopard 2 harckocsi és 24 darab PzH 2000 önjáró löveg beszerzése.¹¹⁴

Amint azt olvashattuk, a program sok terület modernizációját érinti. Az anyagi források elosztásának a módjáról a felsővezetők sok szempontot figyelembe véve döntenek. Úgy vélem a Zrínyi 2026 keretébe illeszkedne a különböző képességek (elsősorban a kiképzés területén) alternatív valóságokkal – különös tekintettel a VR-ra – történő kiegészítése, fejlesztése, amelyet átcsoportosításokkal vagy új források bevonásával lehetne fedezni.

Javaslataim

A VR egyértelműen azon szofisztikált rendszerek csoportjába tartozik, amelyek az új típusú oktatás és kiképzés egyik tartópillére lehet a jövőben, ugyanis a hagyományos tanítási módszerekkel ellentétben képes aktívan bevonni a hallgatókat és a kiképzendő állományt a tudásátadás folyamatába. A hálózatalapú társadalommá fejlődés következtében ez egy egyre kiemelkedő tényezővé válik, hiszen a világon minden területen tapasztalható nagyfokú felgyorsulás miatt az eddigi nevelési-tanítási technikák nem kielégítőek a diákok számára. Az igény tehát adott egy olyan komplex ingereket generáló rendszerek alkalmazására, mint a VR-rendszerek.¹¹⁵

¹¹² A HM fejezet 2019. évi költségvetési javaslata (2018).

¹¹³ ELŐD 2018.

¹¹⁴ Zrínyi 2026: a magyar haderő fejlesztése (2019).

¹¹⁵ VIRÁGH 2019.

Virtuális kiképzési környezet létrehozása

Az előző fejezetben kifejtett VR-lehetőségekkel ellátott szimulátorok közül bármelyiket be lehetne építeni az MH kiképzési rendszerébe különböző területeken, azonban úgy vélem, hogy a VBS3- és a PARASIM-szimulátorok együttes integrálásának lehetőségével nyerhet a legtöbbet a katonai szervezet. A VSTS- és DSTS-rendszerek integrációja esetén az Amerikai Egyesült Államok Hadseregével kellene szorosan együttműködni és adott esetben szerződést kötni, ami a két ország katonai és gazdasági potenciáljában meglévő különbségek miatt nem biztos, hogy célravezető lenne. Kétséget kizáróan a DSTS integrációjának lehetősége lenne a legideálisabb katonai kiképzés szempontjából, azonban a licenszek megvásárlása és a szükséges technikai eszközpark beszerzése több száz millió forintos beruházást igényelne. Hosszú távú célként azonban még érdemes gondolni rá. A VRLT esetében már földrajzilag is hozzánk közelebb álló nemzettel (Egyesült Királyság) tudnánk tárgyalni, ugyanakkor a szimulátorról kevés információ érhető el, jelenlegi tudásom szerint még nem is került teljesen kifejlesztésre. A VBS3 egy folyamatosan fejlődő szimulátor. Fejlesztői, a BiSim egy cseh vállalat, amely a korábban említett partnerek közül a legideálisabb jelölt hazánk kapacitásait is figyelembe véve, nem is beszélve arról, hogy V4-országként¹¹⁶ szoros kapcsolatot ápolunk velük. Úgy gondolom, hogy VBS3 által felvázolt lehetőségeket VR-al kiegészítve már egy kielégítő immerzitásélményt nyújtó rendszert kapunk, amelynek beillesztése indokolt a korábban fejezetben leírt területeken. Külön szeretném kiemelni a tisztképzésbe történő integráció lehetőségét, ugyanis modernebb oktatási módok alkalmazása motivációs hatással bírhat a tisztjelöltekre és az oktatókra egyaránt. Erre igen nagy szükség van, hiszen túlságosan magas a szervezet fluktuációja – elsősorban a fiatal tisztek körében –, ami számos tényező mellett a képzési, kiképzési és egyéni fejlesztési lehetőségek korlátozottságának is köszönhető, és szervezetünk hatékony működését hátrányosan befolyásolja.¹¹⁷

A VBS3 környezetében futtatható PARASIM esetleges integrációja modernizálhatja az ejtőernyős képzést olyan feladatokkal, mint a helyes gépelhagyási pozíció felvétele, a szabályos földre érkezés, légi járművön való tevékenységek rendje. Mivel személyes tapasztalattal nem rendelkezem erről a szimulátorról, így nem javasolhatom egyértelműen ennek integrációját, azonban megfontolandó ötletnek tartom, hogy a felderítő specializáción tanuló honvédtisztjelölteket, valamint a szerződéses és hivatásos állományból kiválasztott, leendő ejtőernyősöket egy nagytapasztalatú ejtőernyős kíséretében delegáljunk olyan külföldi eseményekre, ahol lehetőség van a PARASIM kipróbálására. Jelenleg az MH 86. Szolnok Helikopter Bázison használatban vannak olyan földi szerek, amelyekkel meg tudják közelíteni a valóságos élményt,¹¹⁸ azonban a PARASIM beszerzésére

¹¹⁶ V4: visegrádi együttműködés, vagy ahogy gyakrabban emlegetik, a V4-ek, Csehország, Lengyelország, Magyarország és Szlovákia regionális szervezete az Európai Unión belül.

¹¹⁷ *Adatok a Magyar Honvédségről* (2018).

¹¹⁸ FARKAS 2018.

irányuló pozitív döntés esetén ezek együttes használatával vagy azok teljes kiváltásával tudják felkészíteni a jövőben a kiképzendőket.

Kísérleti jelleggel virtuális terepasztal fejlesztéséhez szükséges infrastruktúra biztosítását javaslom az MH Modernizációs Intézet számára. Véleményem szerint létre kell hozni a szervezeten belül egy kutatás-fejlesztési csoportot, akik kimondottan az erre a technológiára épülő képesség megteremtésével foglalkoznak. Javaslatom magában foglalja a Microsoft fejlesztőivel való kapcsolatfelvételt, ugyanis az általuk fejlesztett HoloLens 2 szemüvegre már terveztek hasonló térképészeti megoldásokat. Amennyiben a megfelelő virtuális térképi környezet kialakításra kerülne, végre lehetne hajtani a továbbiakban annak csapatpróbáztatását, majd a kiképzési rendszerbe történő integrálását.

Virtuális vezetési és irányítási pontok létesítése

A VCP rendszerének fejlesztése a 2000-es évek elején felfüggesztésre került. Úgy gondolom, hasonló komplex rendszer kiépítése nem feltétlenül szükséges az MH keretein belül, viszont remekül működhet a NATO szervezetében. Mivel nagy hangsúlyt kell fektetnie a tagállamoknak a NATO-interoperabilitásra, egy olyan virtuális vezetési és irányítási rendszer kidolgozása, amelynek hazánk is része, előnyös lehet, és megkönnyítheti a szervezet jövőbeni működtetését. Úgy gondolom, hogy a mai kor biztonsági kihívásaihoz igazodva fontos a döntési ciklus időszükségletének minimalizálása, tehát a kvázi azonnali reagálás képességének megteremtése, amit az ilyen rendszerek biztosítani tudnak.

Úgy gondolom, hogy a CPOF vagy a Command Post 2025 megismerése mindenféleképpen előnyös lenne a honvédségnek. Tapasztalat híján hasonló rendszer bevezetését nem javasolhatom egyértelműen, azonban kiküldhetnénk az USA-ba olyan delegációt, akik kimondottan e rendszerek megismerésére törekednének. A szükséges ismeretek megszerzését követően dönteni kell arról, hogy Magyarországon szükséges-e hasonló vezetési pontok és hasonló virtuális vezetési környezet kiépítése.

Mesterséges intelligencia kutatása

UAV-k esetében a VR számos területen, így a missziók esetében is fontos szerepet játszhat, különös tekintettel a városi környezetben történő feladatok végrehajtása során. A mesterséges intelligenciával felruházott UAV-k a felderítést emberi beavatkozás nélkül, önállóan is végre tudják majd hajtani. Az általuk szerzett adatok egy adatgyűjtő, feldolgozó, értékelő, elemző és szétosztó központba (esetleg a korábban tárgyalt virtuális vezetési és irányítási központ) kerülnek továbbításra, majd a különböző feladatok során felhasználásra. Úgy vélem, hogy a UAV-k által rögzített és továbbított képeket, felvételeket VR-szemüvegek vagy HMD-k segítségével valós időben követheti az operátor,

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

így akár azonnal be is vonhatják a különböző tervezési, döntési folyamatokba.¹¹⁹ Ilyen megoldásokkal az élőkép mellett akár valós időben létrehozható a parancsnokok munkáját közvetlenül támogató, dinamikusan változó virtuális terepasztal. A megoldás technikai alapjai már léteznek, egy variáció az alábbi demó videóban megtekinthető.



21. ábra

Egy drón által készített 3D-s modell

Forrás: Virtual Reality: The Future Of Military Training (2016).

Katonai orvosi ellátás modernizálása

Szintén elsősorban missziós környezetben lehet hasznos a távellátás, távműtétek lehetőségének megteremtése. Amennyiben az ezekre képes eszközökből mobilis verziók kerülnének kifejlesztésre, a MedEvac és CasEvac egységeket fel lehetne velük szerelni, így a kórházi ellátást lényegesen rövidebb idő alatt lennének képesek biztosítani a sérültek számára. Ez az elképzelés az orvosi állomány védelmét is szolgálja, ugyanis kevesebb orvosnak kellene műveleti területen tartózkodnia.

Véleményem szerint a PTSD-ben szenvedő magyar katonák ellátása teljes mértékben az állam kötelessége. Az ellátás során előnyben kell részesíteni azokat a kezeléseket, amelyek a lehető leghatékonyabbak, és a lehető legkisebb egészségügyi kockázatnak teszik ki a pácienszt. A függőség kialakulásának és egyéb negatív mellékhatások kockázatával járó gyógyszeres kezeléseknek mellőzésével a szakpszichológusoknak, pszichiátereknek

¹¹⁹ GREENE—STOTTS—GREENBERG 2011.

meg kell adni az alternatív gyógyítás lehetőségét. Ezt az alternatívát biztosíthatja a VRET. Mivel hatékonysága számunkra ismeretlen, így kísérleti fázisban egy ilyen terápiára alkalmas szoba kialakítását javaslom az MH EK Honvédkórházban, ahol szigorúan ellenőrzött körülmények között felügyelnék az ellátást. Amennyiben pozitív kimenetelű eredmények születnének, úgy a jelenlegi gyógyítási eljárásaink egy egészen új irányt vehetnének a VR felé.

A kecskeméti barokamra VR-lehetőségekkel való kibővítésének eredményeként a repülésélettani stressz standardizálható bizonyos cselekvésekhez, amelyek a kiképzésben, feladatok végrehajtásában, különböző elemzői munkákban játszhatnak majd szerepet a jövőben.¹²⁰ Ezek alapján javaslom az ezzel foglalkozó kutatócsoport erkölcsi, anyagi és technikai eszközökkel való kiemelt támogatását.

Összegzés

Dolgozatomban 4 fejezetre bontva részletesen tárgyaltam a VR és annak katonai alkalmazási lehetőségeinek témakörét. Az 1. fejezetben a VR fogalmának értelmezését, működését, valamint a hozzá kapcsolódó alternatív valóságok közötti hasonlóságokat és különbségeket tárgyaltam. A 2. fejezetben a VR polgári környezetben való alkalmazási lehetőségeiről számoltam be. Munkámban négy olyan területet érintettem, ahol véleményem szerint a legnagyobb potenciál mutatkozik az alternatív valóságok esetében. Közülük külön kiemelve az oktatás témakörét tartom a legfontosabbnak, ugyanis hazánk oktatási rendszerének reformja véleményem szerint időszerű kérdés. A 3. fejezetben a VR katonai felhasználási lehetőségeiről írtam. Itt is négy területre kategorizáltam be az alkalmazási lehetőségeket. Ezekre alapozva fogalmaztam meg javaslataimat a következő fejezetben. A 4. fejezetben javaslataimat fogalmaztam meg az MH képzési/kiképzési és vezetési rendszerének, egészségügyi ellátásának a modernizálásához, a műveleti területen való tevékenységek hatékonyabb felderítési, kiértékelési és elemzői megoldásokkal való támogatásához.

Javaslatot tettem a DSTS- és a VBS3-szimulátor kiképzési rendszerbe történő integrálására, valamint a PARASIM-szimulátor vizsgálata, kedvező eredmények esetén a VBS3-mal való együttes integrációjára. A virtuális térképek, illetve terepasztal-képesség megteremtéséhez szükséges kutatási környezet kialakítására és egy fejlesztői csoport létrehozása az MH Modernizációs Intézet keretein belül. Egy, a VCP-hez hasonló komplex virtuális vezetési rendszer NATO-szintű kialakításának kezdeményezésére, valamint a CPOF és a Command Post 2025 hazai alkalmazása lehetőségeinek vizsgálatára. A mesterséges intelligencia kutatása irányába történő orientáció megkezdésére, különös tekintettel az UAV-k képességeinek előre mozdtítása érdekében. Egészségügyi távollátásra alkalmas eszközök beszerzésére és fejlesztésére, valamint a PTSD gyógyításának elősegítése céljából a VR expozíciós terápiával kapcsolatos kutatómunka

¹²⁰ DOMJÁN 2018.

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

beindítására az MH EK Honvédkórházban. A kecskeméti barokamra VR-lehetőségeinek kihasználásával foglalkozó kutatócsoport erkölcsi, anyagi és technikai eszközökkel történő támogatására.

Úgy vélem sikerült a bevezetésben megfogalmazott célkitűzéseimnek eleget tenni, illetve remélem, hogy az általam végzett kutatási munka hozzá tud majd járulni a magyar katonai képességek fejlődéséhez a javaslataimban megfogalmazott felhasználási lehetőségek integrációján keresztül.

Felhasznált irodalom

- A HM fejezet 2019. évi költségvetési javaslata* (2018). www.parlament.hu/irom41/00503/adatok/fejezetek/13.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 09. 30.)
- Adatok a Magyar Honvédségről* (2018). Országgyűlés Hivatala. Elérhető: www.parlament.hu/documents/10181/1489583/Infotablo_2018_7_honvedelmi_adatok.pdf/b576c3a8-d457-8db0-62e9-749482615fe1 (A letöltés dátuma: 2019. 10. 11.)
- Andrew, Stuart (2019): *British Army tests innovative virtual reality training*. Elérhető: www.gov.uk/government/news/british-army-tests-innovative-virtual-reality-training (A letöltés dátuma: 2019. 08. 04.)
- Aukstakalnis, Steve – Blatner, David (1992): *Silicon Mirage: The Art and Science of Virtual Reality*. Berkeley, Peachpit Press.
- Bink, Martin L. – Ingurgio, Victor J. – James, David R. – Miller, John T. (2015): *Training Capability Data for Dismounted Soldier Training System*. Tudományos jelentés, United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Bognár Eszter Katalin (2019): *Szenzorok és Szenzorhálózatok*. Előadás, Budapest, NKE.
- Bokros Judit – Nagy Zoltán Péter (2017): *Kevés a pedagógus, a probléma sokrétű, az egyik ok a nyugdíjba vonulás*. Elérhető: www.feol.hu/kozelet/helyi-kozelet/iskola-pedagogusok-szakma-2111289/ (A letöltés dátuma: 2019. 09. 14.)
- Burmaoglu, Serhat – Saritas, Ozcan (2017): Changing characteristics of warfare and the future of Military R&D. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 116. 151–161.
- CAC-T for STAND-TO! (2010): *Integrated Training Environment to Link Training Tools Systems*. Elérhető: www.army.mil/article/39555/integrated_training_environment_to_link_training_tools_systems (A letöltés dátuma: 2019. 02. 18.)
- Camero, Andrés – Alba, Enrique (2019): Smart City and information technology: A review. *Cities*, Vol. 93. 84–94.
- CERDEC Command Post Concepts (2018). *Youtube*. Elérhető: www.youtube.com/watch?v=gseh1_-_z0U (A letöltés dátuma: 2019. 10. 09.)
- Cheok, Adrian David – Karunanayaka, Kasun (2018): *Virtual Taste and Smell Technologies for Multisensory Internet and Virtual Reality*. Springer.
- Craig Alan B. – Sherman, William R. – Will, Jeffrey D. (2009): *Developing Virtual Reality Applications, Foundations of Effective Design*. Morgan Kaufmann.
- Dehua, Chi (2018): *China develops a new VR military training system*. Elérhető: <https://gbtimes.com/china-develops-a-new-vr-military-training-system> (A letöltés dátuma: 2019. 08. 05.)
- Domján Károly (2018): A virtuális valóság hardveres és szoftveres környezet kialakításának, fejlesztésének és alkalmazhatóságának lehetőségei repülőorvosi környezetben. *Repüléstudományi Közlemények*, 30. évf. 2. sz. 163–176.

- Előd Fruzsina (2018): Folytatódik a hadsereg fejlesztése, jövőre helikoptereket szereznek be. *Index*. Elérhető: https://index.hu/belfold/2018/10/19/folytatodik_a_hadsereg_fejlesztese_jovore_helikoptereket_szereznek_be/ (A letöltés dátuma: 2019. 09. 30.)
- Farkas Péter (2018): *Ejtőernyős kiképzésen a felderítő specializáción tanuló honvéd tisztjelöltek*. Elérhető: <https://honvedelem.hu/galeriak/ejtoernyos-kikepzesen-a-felderito-specializacion-tanulo-honved-tiszt-jeloltek/> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 08.)
- Fehér Katalin (2002): A virtuális valóság szemlélete a teóriától a gyakorlatig és vissza. *Az Eszterházy Károly Főiskola tudományos közleményei. Új sorozat*, 29. köt. Acta Academiae Paedagogicae Agriensi. 70–77.
- Flavián, Carlos – Ibáñez-Sánchez, Sergio – Orús, Carlos (2019): The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*, Vol. 100. 547–560.
- Fodor Kinga – Bitter Istvan (2015): Pszichológiai intervenciók traumatikus események után a poszttraumás stressz zavar megelőzésére. *Orvosi Hetilap*, 156. évf. 33. sz. 1321–1334.
- Fóti Péter (2009): *Poroszos-e a mai magyar iskolarendszer?* Elérhető: www.foti-peter.hu/porosz.html (A letöltés dátuma: 2019. 09. 14.)
- Fraden, Jacob (2010): *Handbook of Modern Sensors, Physics, Designs, and Applications (Fourth Edition)*. Springer.
- Galambos Adrienn (1997): *Virtuális Valóság, A tapasztalás új módjai és formái*. Szakdolgozat, Miskolc.
- Greene, Harry – Stotts, Larry – Paterson, Ryan – Greenberg, Janet (2011): *Command Post of the Future: Successful transition of a science and technology initiative to a program of record*. Defence Acquisition University. Elérhető: www.slideshare.net/simandef/military-command-post-of-the-future (A letöltés dátuma: 2019. 10. 09.)
- György Péter (1994): Szép Új Világkép, Virtuális Valóság. *Filmvilág*, 9. sz.
- Haig Zsolt – Kovács László – Munk Sándor – Ványa László (2013): A virtuális valóság – az alkalmazási lehetőségek új határvidéke a hadtudományokban. In Kovács László – Tózsza István szerk.: *Az infokommunikációs technológia hatása a hadtudományokra*. Budapest, NKE. 103–123.
- Hassanalian, Mostafa – Abdelkefi, Abdessatar (2017): Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace Sciences*, Vol. 91. 99–131.
- Janiszewski, John T. (2014): *Panel 1: Future Holistic Training Environment – Live/Synthetic*. Prezentáció, U.S. Army Combined Arms Center Training.1051
- Jiusheng, Wang (2012): The procedure of CASEVAC/MEDEVAC in UNMIS. *Journal of Medical Colleges of PLA*, Vol. 27, No. 1. 47–57.
- Ji-yeon, Kim (2016): *Arirang News: Korean startup releases VR simulators for military training*. Elérhető: www.youtube.com/watch?v=Et5BsV0U1Lw (A letöltés dátuma: 2019. 09. 04.)
- Jung, Bernhard (2006): *Virtuelle Realität, Teil 6: Aural and Haptic Displays*. Elérhető: www.informatik.tu-freiberg.de/lehre/pflicht/VR/ws06/VR06_Nonvisual-Displays.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 06. 25.)
- Jung, Kyungboo – Lee, Sangwon – Jeong, Seungdo – Choi, Byung-Uk (2008): Virtual Tactical Map with Tangible Augmented Reality Interface. *International Conference on Computer Science and Software Engineering*, Vol. 2. 1170–1173.
- Kardong-Edgren, Suzan – Farra, Sharon L. – Alinier, Guillaume (2019): A Call to Unify Definitions of Virtual Reality. *Clinical Simulation in Nursing*, Vol. 31. 1–7.
- Khan, Muhammad Asghar – Alvi, Bilal A. – Safi, Engr Alamgir – Khan, Inam Ullah (2018): *Drones for Good in Smart Cities: A Review*. Elérhető: www.researchgate.net/publication/316846331_Drones_for_Good_in_Smart_CitiesA_Review (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)
- Knight, Chris (2018): *Businesses Can Learn From the Military in Embracing Chatbots and Mixed Reality*. Elérhető: <https://medium.com/@ChrisKnightcms/businesses-can-learn-from-the-military-in-embracing-chatbots-and-mixed-reality-197508b3c907> (A letöltés dátuma: 2019. 10. 10.)

A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra

- Komló Csaba (é. n.): *Virtuális szemináriumok*. Elérhető: <https://docplayer.hu/11243242-Virtualis-szeminariumok.html> (A letöltés dátuma: 2019. 03. 10.)
- Lampton, Donald R. – Jerome, Christian (2010): *Evaluation of the Virtual Squad Training System*. Elérhető: www.researchgate.net/publication/235019222_Evaluation_of_the_Virtual_Squad_Training_System (A letöltés dátuma: 2019. 07. 25.)
- Milgram Paul – Takemura, Haruo – Utsumi, Akira – Kishino, Fumio (1994): *Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. Kyoto, ATR Communication Systems Research Laboratories.
- Qin, Catherine (2018): *10 things you can do in Windows Mixed Reality right now*. Elérhető: <https://blogs.windows.com/windowsexperience/2018/04/09/windows-10-tip-10-things-you-can-do-in-windows-mixed-reality-right-now/#21tMreASpLCQrYtp.97> (A letöltés dátuma: 2019. 09. 11)
- Mohammed, Farhan – Idries, Ahmed – Mohamed, Nader – Al-Jaroodi, Jameela – Jawhar, Imad (2014): *UAVs for smart cities: Opportunities and challenges. International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, 267–273.
- Morgenthaler, Mark – Steiner, Glenn – Mayk, Israel (1995): *The Virtual Command Post*. Elérhető: http://rubyquest.com/glenn/resume/publications/virtual_command_post.htm (A letöltés dátuma: 2019. 10. 09.)
- Moss, Richard (2018): *Mixed reality and business: bringing value to VR*. Elérhető: <https://exchange.telstra.com.au/mixed-reality-and-business-bringing-value-to-vr/> (A letöltés dátuma: 2019. 09. 11.)
- Motomatsu, Haruka (2014): *Virtual Reality in the Medical Field. UC Merced Undergraduate Research Journal*, Vol. 7, No. 1. 207–217.
- Munk Sándor (2000): *A közös munkavégzés új lehetőségei és módszerei, virtuális vezetési pontok. Új Honvédségi Szemle*, 54. évf. 2. sz. 35–44.
- Németh András (2018a): *UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során II. Hadmérnök*, 13. évf. 3. sz. 68–86.1052
- Németh András (2018b): *UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során I. Hadmérnök*, 12. évf. 2. sz. 37–60.
- Psotka, Joseph (1995): *Immersive training systems – Virtual reality and education and training. Instructional Science*, Vol. 23. 405–431.
- Robertson, Adi (2017): *VR football didn't actually help me learn football, but it's still a lot of fun*. Elérhető: www.theverge.com/2017/2/4/14503082/vr-sports-challenge-football-super-bowl (A letöltés dátuma: 2019. 09. 14.)
- Sherman, William R. – Craig, Alan B. (2018): *Understanding Virtual Reality (Second Edition); Interface, Application, and Design*. Morgan Kaufmann.
- Speicher, Maximilia – Hall, Brian D. – Nebeling, Michael (2019): *What is Mixed Reality?* CHI ,19: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Association for Computing Machinery, New York.
- State of the Polish Video Game Industry* (2017). Elérhető: http://digitaldragons.pl/wp-content/uploads/2018/07/state_of_polish_video_game_industry17_web.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 06. 27.)
- Stewart, Todd (2017): *How Augmented Reality Will Change the Field Service Industry*. Elérhető: <https://fsd.servicemax.com/2017/10/30/augmented-reality-will-change-field-service-industry/> (A letöltés dátuma: 2019. 09. 11.)
- Stone, Adam (2016): *Army Rethinks Mobile Command Post Architecture*. Elérhető: www.govtechworks.com/army-rethinks-mobile-command-post-architecture/ (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)
- Survey Shows that Teachers See Potential for Virtual Reality in Education* (2017). Forrás: <https://news.samsung.com/global/survey-shows-that-teachers-see-potential-for-virtual-reality-in-education> (A letöltés dátuma: 2019. 09. 14.)
- Székely Noémi (2017): *A Pokémon GO-jelenés és a kiterjesztett valóság. Filológia*, 8. évf. 1–2. sz. 66–73.

- Sztankai Krisztián (2014): A külföldi missziók pszichés kockázatai. *Hadtudományi Szemle*, 7. évf. 1. sz. 270–286.
- Szűcs László (2014): *Tíz globális biztonsági kihívás*. Elérhető: www.honvedelem.hu/cikk/43607_tiz_globalis_biztonsagi_kihivas (A letöltés dátuma: 2019. 07. 01.)
- Szűcs Péter (2014): Műholdas rendszerek EMP elleni védelme. *Nemzetbiztonsági Szemle*, 2. évf. 4. sz. Elérhető: https://epa.oszk.hu/02500/02538/00007/pdf/EPA02538_nemzetbiztonsagi_szemle_2014_04_044-058.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 11. 19.)
- The world's cities in 2016* (2017). United Nations. Elérhető: www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf (A letöltés ideje: 2019. 09. 25.)
- Tomkins, Richard (2017): *New SkyGuardian variant of Predator B drone announced*. Elérhető: www.upi.com/Defense-News/2017/01/30/New-SkyGuardian-variant-of-Predator-B-drone-announced/8051485798896/ (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)
- Tóth László (2019): *A mély neuronhálók beszédtechnológiai alkalmazásai*. Előadás, Digitális Katona 2.0 – „Fókuszban a katona” nemzetközi konferencia. Budapest.
- VBS3 v17.1 (2017). Elérhető: <http://dogsofwarvu.com/forum/index.php?topic=4183.0> (A letöltés dátuma: 2019. 07. 03.)
- Virágh Krisztián (2019): *Harcszimulátorok integrálásának lehetőségei a hazai katonai kiképzés rendszerébe*. Országos Tudományos Diákköri Konferencia dolgozat.
- Virágh Krisztián (2019): *Harcszimulátorok integrálásának lehetőségei a hazai katonai kiképzés rendszerébe*. Országos Tudományos Diákköri Konferencia dolgozat.
- Virtual reality parachute training simulator. High Succes, low risk* (é. n.). Elérhető: <https://parasim.com/> (A letöltés dátuma: 2019. 07. 03.)
- Virtual Reality: The Future Of Military Training (2016). Youtube. Elérhető: www.youtube.com/watch?v=i6-pEbpNM1Q4 (A letöltés ideje: 2019. 10. 10.)
- Wenruia, Deng – Diea, Hu – Shenga, Xu – Xiaoyua, Liu – Jingwena, Zhao – Qiana, Chen – Jiayuanb, Liu – Zhengb, Zhang – Wenxiuc, Jiang – Lijund, Ma – Xinyie, Hong – Shengronge, Cheng – Boyae, Liu – Xiaominga, Li (2019): The efficacy of virtual reality exposure therapy for PTSD symptoms: Asystematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, Vol. 257. 698–709.
- Yao, Hua-ping – Liu, Yu-zhong – Han, Chang-song (2012): Application Expectation of Virtual Reality in Basketball Teaching. *Procedia Engineering*, Vol. 29. 4287–4291.
- Zimmermann, Christopher (2019): *The History of VR – In VR*. Elérhető: <https://blog.magnolia-cms.com/author/christopher-zimmermann/history-of-vr-in-vr.html> (A letöltés dátuma: 2019. 09. 14.)¹⁰⁵⁰
- Zrínyi 2026: a magyar haderő fejlesztése (2019). *Index*. Elérhető: https://index.hu/aktak/magyar_honvedseg_haderofejlesztes_zrinyi_2026_harckocsi_fegyver_leopard_2_pzh_2000_puma/ (A letöltés dátuma: 2019. 09. 30.)

Rövidítések Jegyzéke

Rövidítés	Angol kifejezés	Magyar kifejezés
3GPP	3rd Generation Partnership Project	harmadik generációs partnerségi projekt
5G NR	5G New Radio	5G rádiószabvány
AAR	After Action Review	bevetés utáni kiértékelés (BUK)
ABV	–	atom-, biológiai és vegyi védelem
AG	Air-Ground	levegő-földi
AGL	Above Ground Level	fölfelszín feletti szint
ALARP	As Low As Reasonably Practicable	olyan alacsony, amely ésszerűen megvalósítható
AMPS	Advanced Mobile Phone System	fejlett mobiltelefon-rendszer
AR	Augmented Reality	kibővített/kiterjesztett valóság
ARP	Auto Radio Phone	autórádió
ARP	Aerodrome Reference Point	repülőtér viszonyítási pont
ASK	Amplitude-Shift Keying	amplitúdóbillentyűzés
ASN	Aviation Safety Network	repülésbiztonsági hálózat
ATC	Air Traffic Control	légi forgalmi irányítás
ATZ	Aerodrome Traffic zone	repülőtér-forgalmi körzet
BDMA	Beam Division Multiple Access	sugárzásos többször hozzáférés
BiSim	Bohemia Interactive Simulations	–
BLOS	Beyondline-Of-Sight	látóhatáron túl
BVLOS	Beyond Visual Line of Sight	–
C2	Command and Control	vezetés és irányítás
C2C	Car-to-Car	autó-autó
C2C CC	Car-to-Car Communication Consortium	autó-autó kommunikációs konzorcium
C2P	Car-to-Pedestrian	autó-gyalogos
C2R	Car-to-Road	autó-út
C4I	Command, Control, Communications Computers, Intelligence	vezetés, irányítás, kommunikáció, számítástechnika, hírszerzés
CASA	Civil Aviation Safety Authority	Polgári Légiközlekedés-biztonsági Hivatal

Rövidítés	Angol kifejezés	Magyar kifejezés
CasEvac	Casualty Evacuation	sebesültek evakuálása, harctéri (egészségügyi) menekítés
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment	–
CDMA	Code Division Multiple Access	kódosztásos többszörös csatorna-hozzáférés
CEP	Civil Emergency Planning	polgári vészhelyzeti tervezés
CHAMP	Counter-electronics High Power Microwave Advanced Missile Project	fejlett elektronika elleni nagy-energiájú mikrohullám-rakéta projektje
C-IED	Counter Improvised Explosive Devices	rögtönzött robbanóeszközök elleni védelem
CNPC	Control and Nonpayload Communication	irányítás és nem hasznos teher kommunikáció
CP CE	Command Post Computing Environment	a vezetési pont programozási környezete
CPOF	Command Post of the Future	a jövő vezetési pontja
CS	Cyber Surveillance	kiberfelderítés
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency	fejlett védelmi kutatási projektek ügynöksége
DEMG	Disk Explosive Magnetic Generator	lemezes robbanó mágneses generátor
DoS	Denial of Service	szolgáltatás megtagadása
DSC	Distributed Control System	elosztott irányító rendszer
DSRC	Dedicated Short Range Communications	dedikált rövid hatótávolságú kommunikáció
DSTS	Dismounted Soldier Training System	gyalogoskatona-kiképző rendszer
EDGE	Enhanced Data rate for GSM Evolution	továbbfejlesztett adatátviteli sebesség gsm számára
EDT	Eastern Daylight Saving	keleti nyári időszámítás
EK	–	Egészségügyi Központ
EMP	Electromagnetic Pulse	elektromágneses impulzus

Rövidítés	Angol kifejezés	Magyar kifejezés
EMPRESS	Electromagnetic Pulse Radio-frequency Environment Simulator for Ships	rádiófrekvenciás elektromágneses impulzus környezet szimulátor hajók számára
ENSZ	–	Egyesült Nemzetek Szervezete
EOD	Explosive Ordnance Disposal	robbanóanyag hatástalanítás
EST	Engagement Skills Trainer	–
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	Európai Távközlési Szabványügyi Intézet
EXCON	Exercise Control	gyakorlatirányító
FCG	Flux Compression Generator	fluxus kompressziós generátor
FD	Full Duplex	teljes duplex
FDD	Frequency Division Duplex	frekvenciaosztásos duplexelés
FDMA	Frequency Division Multiple Access	frekvenciaosztásos többszörös csatorna-hozzáférés
FPS	First Person Shooter	belső nézetű (első szám egyes személyű)
FR1/FR2	Frequency Range 1/2	frekvenciatartomány 1/2
FSK	Frequency-Shift Keying	frekvenciabillentyűzés
FSZB	–	Szövetségi Biztonsági Szolgálat
GEO	Geosynchronous Earth Orbit	geostacionárius pálya
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying	gauss minimumeltolás-billentyűzés
GNSS	Global Navigational Satellite System	globális navigációs műholdrendszer
GNSS	Global Satellite Navigation System	globális műholdas navigációs rendszer
GPRS	General Packet Radio Service	általános csomagszolgáltatás
GPS	Global Positioning System	globális helymeghatározó rendszer
GPS	Global Positioning System	globális helymeghatározó rendszer
GRU	–	Felderítő Főcsoportfőnökség
GSM	Global System for Mobil Communication	globális mobilkommunikációs rendszer

Rövidítés	Angol kifejezés	Magyar kifejezés
HAP	High Altitude Platform	nagy magasságú platform
HD	High Definition	nagy felbontású
HEMP	High Altitude Electromagnetic Pulse	nagy magasságú elektromágneses impulzus
HMD	Head Mounted Display	virtuálisvalóság-sisak / fejre illeszthető kijelző
HP	Home Point	kiindulópont
HPM	High Power Microwave	nagy erejű mikrohullám
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access	nagysebességű Downlink csomagkapcsolat
HSL	Health and Safety Laboratory	egészség és biztonsági laboratórium
HSN	Human Sensor Network	ember-szenzorhálózat
HSPA	High-Speed Packet Access	nagysebességű csomagkapcsolat
IAEA	International Atom Energy Agency	Nemzetközi Atomenergia-ügynökség
ICAO	International Civil Aviation Organization	Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet
IDMA	Interleave Divison Multiple Access	átlapolódásos multiplexelés
IED	Improvised Explosive Devices	rögtönzött robbanóeszközök
IFR	Instrument Flight Rules	műszeres repülési szabályok
IHL	International Health Law	nemzetközi humanitárius jog
IMTS	Improved Mobile Telephone System	továbbfejlesztett mobiltelefonrendszer
IoT	Internet of Things	dolgok internete
ISQMS	Integrated Safety and Quality Management System	integrált repülésbiztonság- és minőségirányítási rendszer
ITAR	International Transfer of Arms Regulation	nemzetközi fegyverszállítási szabályok
ITE	Itegrated Training Environment	integrált kiképzési környezet
ITU	International Telecommunication Union	Nemzeti Távközlési Egyesület
ITU	International Telecommunication Union	Nemzetközi Távközlési Egyesület

Rövidítés	Angol kifejezés	Magyar kifejezés
LAN	Local Area Network	helyi hálózat
LAS-CDMA	Large Area Synchronized Code Division Multiple Access	nagy kiterjedésű szinkronizált kódosztásos multiplexelés
LEO	Low Earth Orbit	alacsony Föld körüli pálya
LIDAR	Light Detection and Ranging	lézeralapú távérzékelés
LOS	Line Of Sight	pont-pont összeköttetés
LT	–	légügyi törvény
LTE	Long Term Evolution	hosszú távú fejlődés
LTE Advanced	Long Term Evolution Advanced	előrehaladott hosszú távú fejlődés
MC-CDMA	Multi-Carrier Code Division Multiple Access	többvívós kódosztásos multiple-xelés
MEC	Multi-Access Edge Computing	többszörös hozzáférésű peremhálózati számítástechnika
MedEvac	Medical Evacuation	sérült mentés
MH	Hungarian Defence Forces (HDF)	Magyar Honvédség
MIMO	Multiple Input Multiple Output	több bemenet – több kimenet
MMS	Multimedia Messaging Service	multimédiás üzenetküldési szolgáltatás
MOS	Metal-Oxide Semiconductor	fém-oxid félvezető
MR	Mixed Reality	kevert valóság
MSK	Minimum Shift Keying	minimumeltolás-billentyűzés
MTA	Mobile Telephony System A	mobiltelefon-rendszer A verzió
MTOW	Maximum Take -off Weight	maximális felszálló tömeg
NIRS	Near Infrared Spectroscopy	közel infravörös spektroszkópia
NMHH	National Media and Infocommunication Authority	Nemzeti Média- és Hírközlési hatóság
NMT	Nordic Mobile Telephone	skandináv mobiltelefon
NOMA	Non-Orthogonal Multiple Access	nem ortogonális csatorna-hozzáférés
NOTAM	Notice to Airman	–
NSA	Non Standalone	nem önálló
NSC	National Simulation Center	Nemzeti Szimulációs Központ
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access	ortogonális frekvenciaosztásos többszörös csatorna-hozzáférés

Rövidítés	Angol kifejezés	Magyar kifejezés
OSVR	Open-Source Virtual Reality	nyílt forráskódú virtuális valóság
PKI	Public Key Infrastructure	nyilvános kulcsú infrastruktúra
PLC	Programmable Logic Controller	programozható logikai vezérlő
PMC	Private Military Company	katonai magánvállalat
PMSC	Private Military Security Company	katonai biztonsági magánvállalat
POW	Prisoners Of War	hadifogoly
PPDR	Public Protection and Disaster Relief	közüvédelem és katasztrófaelhárítás
PSK	Phase-Shift Keying	fázisbilleentyűzés
PSTN	Public Switched Telephone Network	nyilvános célú hálózat
PTSD	Posttraumatic Stress Disorder	poszttraumatikusstressz-szindróma
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	kvadratúra amplitúdó moduláció
QRF	Quick Reaction Force	gyorsreagálású erők
ROE	Rules of Engagement	harcérintkezés szabályai
RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics	repüléstechnikai rádiótechnikai bizottság
RTH	Return to Home	hazatérés
SA	Standalone	önálló
SAF	Semi-Automated Force	félautomata erők
SC	Smart City	okosváros
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	felügyeleti irányítás és adatgyűjtés
SC-FDMA	Single Carrier – Frequency Division Multiple Access	egyvivős frekvenciaosztásos többszörös csatorna-hozzáférés
SDMA	Space-Division Multiple Access	térosztásos többszörös csatorna-hozzáférés
SIM	Subscriber Identity Module	előfizetői azonosító modul
SMS	Short Message Service	rövidüzenet-szolgáltatás
SMS	Safety Management System	repülésbiztonság-irányítási rendszer

Rövidítés	Angol kifejezés	Magyar kifejezés
SOP	Standing Operating Procedure	hatályos működési eljárások
SSP	State Safety Plan	nemzeti repülésbiztonsági program
TACS	Total Access Communication System	teljes hozzáférésű kommunikációs rendszer
TCAS	Traffic Alert and Avoidance System	forgalmiütközés-előrejelző rendszer
TDD	Time Division Duplex	időosztásos duplexelés
TDMA	Time Division Multiple Access	időosztásos többszörös csatorna-hozzáférés
ToRPEDO	Tracking via Paging mEssage DistributiOn	követés személyhívó üzenet útján
UA	Unmanned Aircraft	pilóta nélküli légi jármű
UAS	Unmanned Aerial System	pilóta nélküli légi jármű rendszer
UAS	Unmanned Aircraft System	pilóta nélküli légi jármű rendszer
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	pilóta nélküli légi jármű
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	személyzet, pilóta nélküli légi jármű
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	pilóta nélküli légi jármű
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	pilóta nélküli repülőeszközök
UAV-RTH	Unmanned Aerial Vehicle – Return to Home	pilóta nélküli légi jármű hazatérése
UGV	Unmanned Ground Vehicle	személyzet nélküli szárazföldi jármű
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System	univerzális mobil távközlési rendszer
USB	Universal Serial Bus	univerzális soros busz
UTM	UAS Traffic Management	UAS forgalomirányítás
UTM	Unmanned Traffic Management	pilótanélküli légiforgalmi szervezési rendszer
V2D	Vehicle-to-Device	jármű-eszköz
V2I	Vehicle-to-Infrastructure	jármű-infrastruktúra
VANET	Vehicular ad-hoc Network	jármű ad-hoc hálózat
VBS	Virtual Battlespace	virtuális hadszíntér

Rövidítés	Angol kifejezés	Magyar kifejezés
VCP	Virtual Command Post	virtuális vezetési pont
VFR	Visual Flight Rules	látva repülési szabályok
VIRCATOR	VIRtual CATHode oscillaTOR	virtuális katód oszcillátor
VIRTSIM	Virtual Simulation	virtuális szimuláció
VLOS	Visual Line of Sight	látószög
VMC	Visual Meteorological Condition	látásmeteorológiai körülmények
VPL	Virtual Programming Language	–
VR	Virtual Reality	virtuális valóság
VRET	Virtual Reality Exposure Therapy	virtuális valóság expozíciós terápia
VRLT	Virtual Reality in Land Training	virtuális valóság a szárazföldi erők kiképzésében
VSMM	Virtual Soldier Manned Modules	viselhető virtuális katona modul
VSMW	Virtual Soldier Multi-Functional Work Stations	multifunkcionális virtuális katona munkaállomás
VSTS	Virtual Squad Training System	virtuális rajkiképző rendszer
WAP	Wireless Application Protocol	vezeték nélküli alkalmazás pro- tokoll