

Szerző: Virágh Krisztián

Szerkesztő: Csengeri János

Munkacím: Antológia a tudományi diákköri munkákból

Alcím: Virtuális valóság (VR) technológiák alkalmazási lehetőségei,
különös tekintettel a katonai aspektusokra

Tartalomjegyzék

Bevezetés	3
1. A virtuális valóság	5
1.1 Értelmezése.....	5
1.1.1 Rendeltetése	6
1.1.2 Kibővített/Kiterjesztett Valóság.....	6
1.1.3 Kevert Valóság.....	7
1.1.4 Az alternatív valóságok viszonya	8
1.2 Működése.....	11
1.2.1 Beviteli technológiák	11
1.2.2 Kiviteli technológiák.....	12
2. A virtuális valóság polgári alkalmazási lehetőségei	17
2.1 Szórakoztató ipar	17
2.2 Orvostudomány	18
2.3 Oktatás	19
2.4 Sport.....	21
3. A virtuális valóság katonai alkalmazási lehetőségei.....	22
3.1 Virtuális kiképzési környezet	23
3.2 Virtuális vezetési és irányítási pontok	31
3.3 Pilóta nélküli légijárművek.....	34
3.4. Katonai orvoslás	36
4. A Magyar Honvédség előtt álló lehetőségek	39
4.1 Javaslataim.....	39
4.1.1 Virtuális kiképzési környezet létrehozása.....	40
4.1.2 Virtuális vezetési és irányítási pontok létesítése.....	41
4.1.3 Mesterséges intelligencia kutatása	42
4.1.4 Katonai orvosi ellátás modernizálása.....	43
Utószó	44
Irodalomjegyzék	45

Bevezetés

Dolgozatomat a „Harcsszimulátorok integrálásának lehetőségei a hazai katonai kiképzés 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 (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 (továbbiakban: ITE¹), amelynek segítségével egyes katonák teljeskörű képzése elérhetővé válik kizárólag szimulátorok használatával. (CAC-T FOR STAND-TO! 2010) Ezen kiképzési környezet létrehozásának alapját különböző virtuális valóság (továbbiakban: VR²) technológiákat 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, melynek 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 VR sisakról (továbbiakban: HMD³), amely képes forradalmasítani a repülő szimulátorokat és a légijármű személyzet alkalmassági

¹ ITE: Integrated Training Environment – Integrált Kiképzési Környezet

² VR: Virtual Reality – Virtuális Valóság

³ HMD: Head Mounted Display – Virtuális Valóság Sisak / Fejre Illeszthető Kijelző

vizsgálatokat. Részt vettem a 2019 szeptember 9-12. között megrendezett ITU⁴ 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 (AR⁵, MR⁶);
- 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.

⁴ ITU: International Telecommunication Union – Nemzetközi Távközlési Egyesület

⁵ AR: Augmented Reality – Kibővített / Kiterjesztett valóság

⁶ MR: Mixed Reality – Kevert valóság

1. A virtuális valóság

1.1 Értelmezése

A VR napjainkban használt értelmezésének megalapozása érdekében érdemes kiindulni a virtuális szónak a vizsgálatából. A latin *virtualis* szóból ered, melynek jelentése látszólagos, valódinak tűnő. (GALAMBOS 1997) 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 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.”⁷

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 puszta képzeletet is.”⁸

⁷ KOMLÓ Csaba (é. n.): *Virtuális szemináriumok*, Forrás: <https://docplayer.hu/11243242-Virtualis-szeminariumok.html> (A letöltés dátuma: 2019.03.10.)

⁸ GYÖRGY Péter (1994): *Szép Új Világkép, Virtuális Valóság*, Filmvilág, 9. sz.

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. (AUKSTAKALNIS – BLATNER 1992)

Természetesen új definíciók még ma is születnek a VR megmagyarázásra, 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. (FLAVIÁN – IBÁÑEZ-SÁNCHEZ – ORÚS 2019)

1.1.1 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. (FEHÉR 2002)

1.1.2 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 tekinteni az összes alternatív valóságot.

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. (KARDONG-EDGREN – FARRA – ALINIER 2019) 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 módja⁹

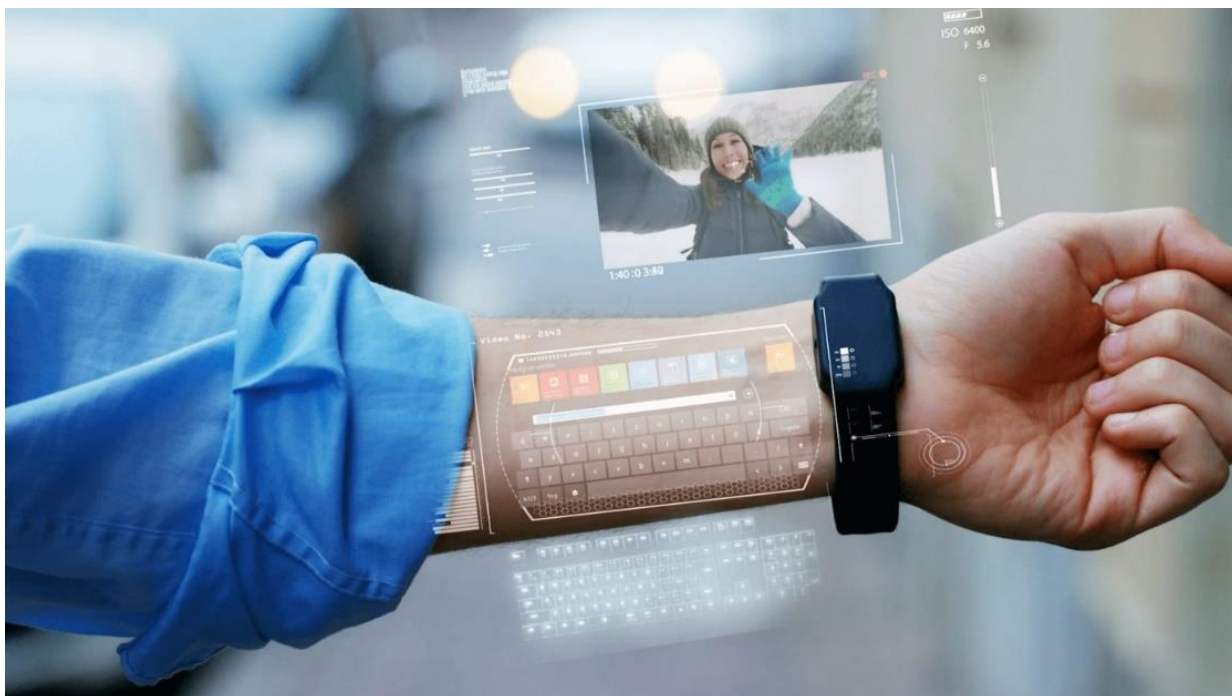
Maga az AR mint fogalom köztudatba kerülése inkább egy másik alkalmazáshoz, a Pokémon GO-hoz köthető, amely a 2016-os év egyik legsikeresebb játéka volt. Itt a geoinformációs adatbázisokban lévő térképekre digitális rétegeket húztak rá. A valóságban haladva a digitális térképen is ugyanúgy haladunk, és a virtuális világban lévő pokémonokkal, valamint az ott lévő avatarokkal (a valós játékos virtuális mása) tudunk interakcióba lépni. (SZÉKELY 2017)

1.1.3 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

⁹ STEWART, Todd (2017): *How Augmented Reality Will Change the Field Service Industry*, Forrás: <https://fsd.servicemax.com/2017/10/30/augmented-reality-will-change-field-service-industry/> (A letöltés dátuma: 2019.09.11.)

környezetben. (SPEICHER – HALL – NEBELING 2019) Bonyolultnak tűnhet a meghatározás, ami nem véletlen, hiszen a kutatók sem igazán tudják jelenleg elhelyezni az MR-t a valóság-virtualitás kontinuumában. (MILGRAM et al. 1994) A mindennapokban a kevert valósággal a saját számítógépünkön is találkozhatunk, feltéve, hogy Windows 10 operációs rendszer van arra telepítve. A Windows Mixed Reality használatához szükségünk van egy HMD-re és kontrollerekre. Az eszközök kalibrációja után megtekinthetjük a saját MR otthonunkat, amit kedvünkre szerkeszthetünk. Ezen kívül lehetőség van még streamelésre, immerzív videók, applikációk megtekintésére is. (QIN 2018) 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 módja¹⁰

1.1.4 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

¹⁰ MOSS, Richard (2018): *Mixed reality and business: bringing value to VR*, Forrás: <https://exchange.telstra.com.au/mixed-reality-and-business-bringing-value-to-vr/> (A letöltés dátuma: 2019.09.11.)

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. (FLAVIÁN – IBÁÑEZ-SÁNCHEZ – ORÚS 2019) Az alternatív valóságok jellemzőit az alábbi táblázat tartalmazza.

1. táblázat A valóságok közötti különbségek összefoglalása (ford. a szerző)¹¹

	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 ráillesztve 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

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

¹¹ 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. 550.

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 magába. (FLAVIÁN – IBÁÑEZ-SÁNCHEZ – ORÚS 2019) Véleményem szerint mindmáig nem született pontosabb leírás a különböző valóságok viszonya tekintetében ennél a diagramnál, így ismertetése mindenképpen indokolt volt.



3. ábra: A valóság-virtualitás kontinuum (ford. a szerző)¹²

¹² PEGRUM, Mark (é. n.): *Virtual reality*, <https://markpegrum.com/tools-for-digital-learning/virtual-reality/> (A letöltés dátuma: 2019.09.11.)

1.2 Működése

1.2.1 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 (továbbiakban: GPS¹³) globális műholdas navigációs rendszer (továbbiakban: GNSS¹⁴), inerciális szenzorok, mágneses szenzorok, nyomásérzékelő szenzorok, bioszenzorok. (SHERMAN – CRAIG 2018)

1.2.1.1 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. (BOGNÁR 2019) 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, 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. (FRADEN 2010)

¹³ GPS: Global Positioning System – Globális Helymeghatározó Rendszer

¹⁴ GNSS: Global Satellite Navigation System – Globális Műholdas Navigációs Rendszer

1.2.1.2 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. (TÓTH 2019)

1.2.1.3 Fizikai bemeneti eszközök

A bemeneti eszközöknek ma már vélhetően ez a legnagyobb csoportja. Ezeket a legtöbbször specifikusan tervezik egy adott alkalmazási módhoz igazodva, például játékokhoz, kiképzéshez. Ide tartoznak: (SHERMAN – CRAIG 2018)

- 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.

1.2.2 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)¹⁵ stimulálják egyidejűleg.

¹⁵ Ez esetben az agy valójában becsapásra kerül a mesterségesen keltett ingerületek által.

1.2.2.1 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. (SHERMAN – CRAIG 2018)



4. ábra: A CAVE megjelenítő rendszer¹⁶

¹⁶ ZIMMERMANN, Christopher (2019): *The History of VR - In VR*, Forrás: <https://blog.magnolia-cms.com/author/christopher-zimmermann/history-of-vr-in-vr.html> (A letöltés dátuma: 2019.09.14.)

1.2.2.2 Hangzás

Szintén rendkívül fontos információforrás a hallásunk. A vizuális megjelenítéshez hasonló szempontok szerint lehet csoportosítani a hanghatásokat kiváltó eszközöket, amiket a jobb tapasztalás érdekében előfordul, hogy együttesen alkalmaznak (CRAIG – SHERMAN – WILL 2009):

- 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.

1.2.2.3 Érintésérzet

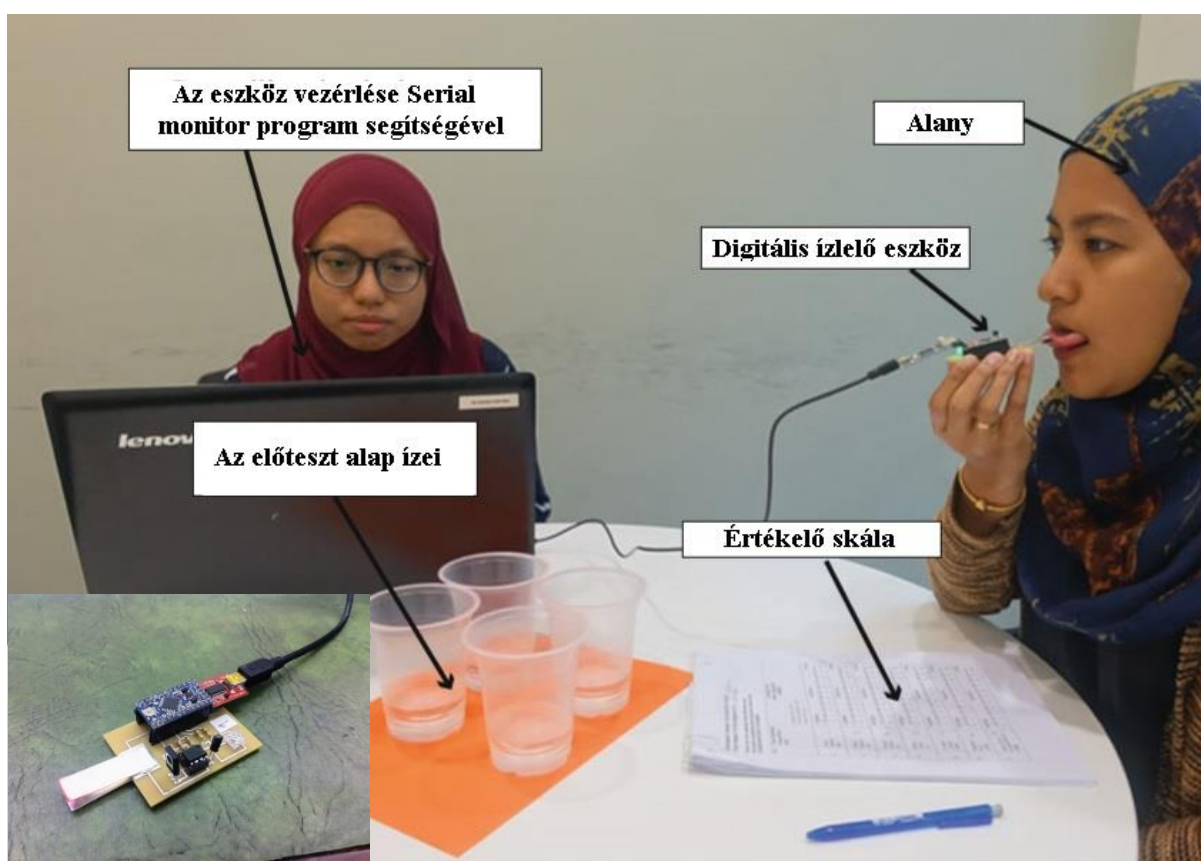
Egy kicsit félrevezethet minket az érintésérzet fogalma, ugyanis a legtöbben kizárólag a tapintásra gondolnak. VR esetében az érintésérzet nemcsak a bőr felületével, hanem az izmokkal és a csontokkal is kapcsolatban áll. Pontosan emiatt az érzékelésnek két módja van, a bőrérzékelés és a proprioceptív¹⁷ 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 alapuló¹⁸ és a robot-vezérelt 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 robot-vezérelt eszközök, melyekből ma még leginkább mindössze prototípusok léteznek, azonban csak idő kérdése, amíg nem fejlesztenek ki ezen a csoporton belül is széles körben alkalmazható megoldásokat. (JUNG 2006)

¹⁷ A propriocepció egyfajta érzékelést jelent. Érzékelői (a receptorok) az izmokban, szalagokban, ízületi tokokban megtalálható proprioceptorok. Ezek finom visszajelzéseket küldenek a testrészeink és a végtagok egymáshoz viszonyított helyzetéről. A propriocepciót másképpen ízületi helyzetérzésként is szokták említeni.

¹⁸ Az effektor olyan sejt vagy szerv, amely fiziológias válaszreakciót hoz létre, amikor valamilyen módon „ingerlődik”. Harántcsíkolt izmok, sima izmok, belső elválasztású mirigyek tartoznak ide.

1.2.2.4 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 hő alapú 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. (CHEOK – KARUNANAYAKA 2018)

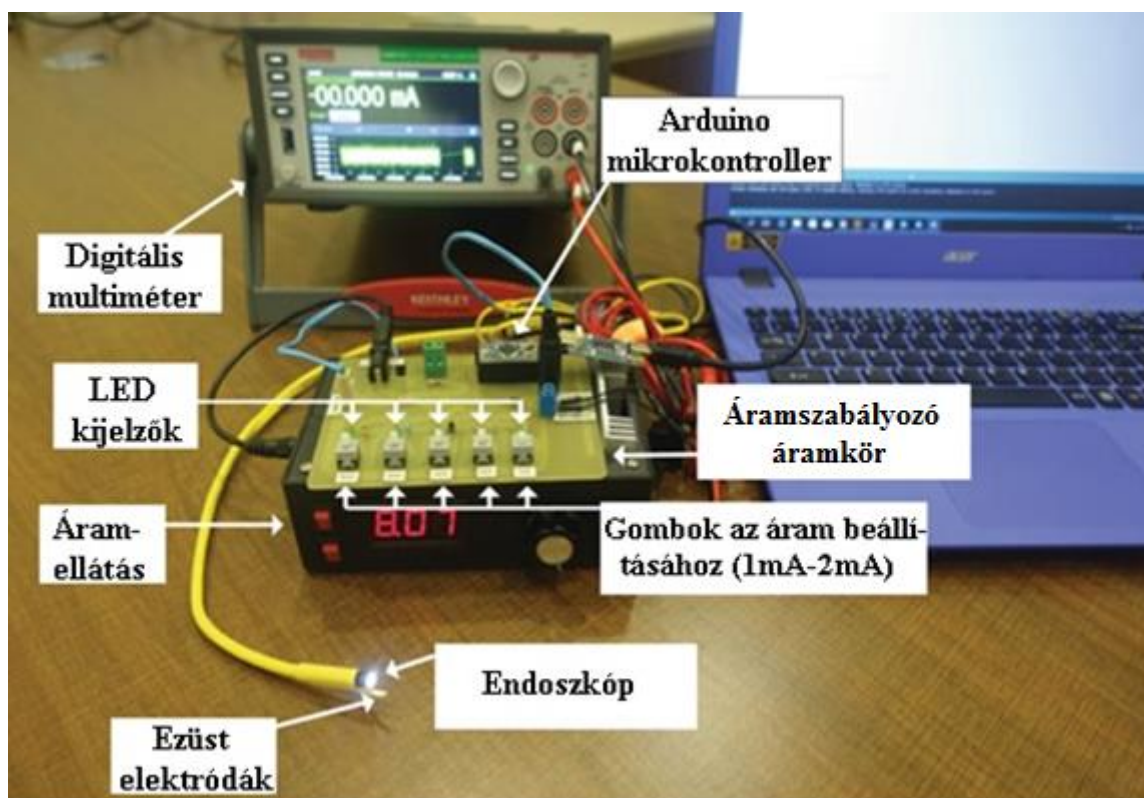


5. ábra: A digitális ízlelés eszköz és az eszközzel való kísérletezés¹⁹

¹⁹ CHEOK, Adrian David – KARUNANAYAKA, Kasun (2018): Virtual Taste and Smell Technologies for Multisensory Internet and Virtual Reality, Springer, 56. 58.

1.2.2.5 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 szaglőrendszert. A képen látható digitális szagló eszköz segítségével sikerült különböző illatokat éreztetni az alanyokkal. (CHEOK – KARUNANAYAKA 2018)



6. ábra: A digitális szaglás eszköz felépítése²⁰

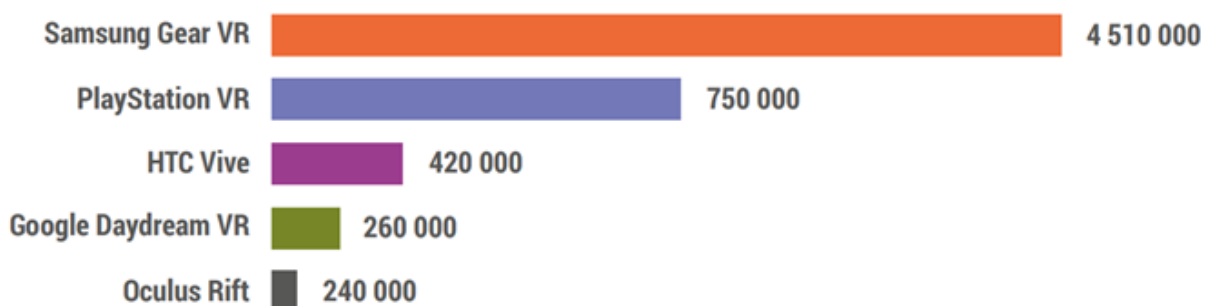
²⁰ CHEOK, Adrian David – KARUNANAYAKA, Kasun (2018): Virtual Taste and Smell Technologies for Multisensory Internet and Virtual Reality, Springer,103.

2. A virtuális valóság polgári alkalmazási lehetőségei

A VR nem olyan terület, amivel az ember minden nap találkozhat, mégis nagyon sok területen alkalmazzák. Meghallva a kifejezést sokan valamilyen új, modern eszközre vagy programra gondolnak, amit a legtöbben a szórakoztatóiparhoz, azon belül a számítógépes és konzoljátékok világához, esetleg a filmiparhoz társítanak. A VR azonban több annál, mint a játékiparban használatos hardver és szoftver technológiák összessége, ugyanis már régen túllépte ezt a szerepkört, sőt, a felhasználás lehetőségeinek valójában ez csupán egy töredék részét 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.

2.1 Szórakoztató ipar

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



7. ábra: A főbb HMD készülékek eladásának alakulása 2016-ban²¹

²¹ *State of the Polish Video Game Industry* (2017). Forrás: http://digitaldragons.pl/wp-content/uploads/2018/07/state_of_polish_video_game_industry17_web.pdf (A letöltés dátuma: 2019.06.27.)

2.2 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. 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. (MOTOMATSU 2014) 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 orvoslásban²²

²² Queen's University Launches Canada's First VR Medical Training Centre (2018).
Forrás: <https://healthsci.queensu.ca/administration/announcements/queens-university-launches-canadas-first-vr-medical-training-centre> (A letöltés dátuma: 2019.09.14.)

2.3 Oktatás

„Általánosságban megfogalmazható, hogy a korszerű, szofisztikált rendszerek – mint például a szimulátorok – alkalmazása a modern oktatási felfogás és a haladó gondolkodás ismérvei 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...”²³ Kijelenthető, hogy e követelménynek a VR rendszerek is megfelelnek. Képzeljünk el egy olyan történelem órát, 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 matematika órák is élvezhetőbbek lennének, ugyanis VR-ral könnyebb megérteni a geometriai feladatokat, vektorok tárgykörét stb. Minden tantárgynál tudunk találni lehetséges felhasználási módot.

Külön kiemelő 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 érezhetők 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. (PSOTKA 1995) Úgy vélem, hogy ezen a területen pólusváltásra van szükség. Ehhez azonban előtte meg kell oldani a jelenlegi oktatási rendszer modernizációját valamint a tanárhány 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

²³ VIRÁGH Krisztián (2019): *Harcsimulátorok integrálásának lehetőségei a hazai katonai kiképzés rendszerébe*, Országos Tudományos Diákköri Konferencia dolgozat, 11.

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. (FÓTI 2009) Úgy vélem, hogy a mesterséges intelligencia alkalmazásával pár éven belül sikerül olyan virtuális trénerket kifejleszteni, akik átvehetik a hiányzó tanárok szerepét. (BOKROS – NAGY 2017) 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.

A VR alkalmazását szakmai szemszögből a tanárok is támogatják. A Kantar EMNID német cég végzett is egy közvéleménykutatást, amelynek keretein belül 606 tanárt véleményét kérdezték meg. Válaszaik eredményeit az alábbi infografikán összegezték. Ebből egyértelműen látszik, hogy a megkérdezettek nagy része – több mint 90% – támogatja a VR-ral kiegészített oktatást, így az ebbe való befektetés indokolt. (*Survey Shows that Teachers See Potential for Virtual Reality in Education* 2017)



9. ábra: Kantar EMNID által végzett közvéleménykutatás eredménye²⁴

²⁴ 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.)

2.4 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 is 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 egy üres szobát úgy, mint egy sportpálya. (YAO – LIU – HAN 2012) 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. (ROBERTSON 2017)

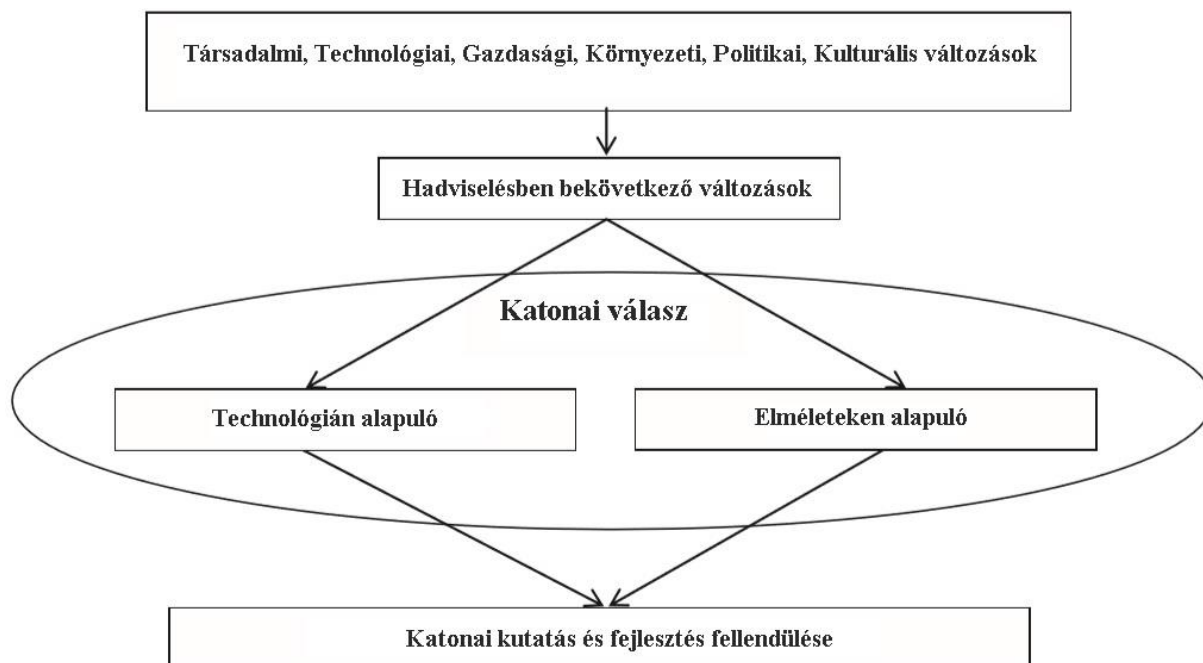


10. ábra: Amerikai football gyakorlása VR segítségével²⁵

²⁵ ROBERTSON, Adi (2017): *VR football didn't actually help me learn football, but it's still a lot of fun*,
Forrás: <https://www.theverge.com/2017/2/4/14503082/vr-sports-challenge-football-super-bowl> (A letöltés dátuma: 2019.09.14.)

3. 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 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. (SZÜCS 2014) 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. (BURMAOGLU - SARITAS 2017)



11. ábra: A katonai kutatás és fejlesztés fellendülésének folyamata (ford. a szerző)²⁶

²⁶ BURMAOGLU, Serhat – SARITAS, Ozcan (2017): Changing characteristics of warfare and the future of Military R&D, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 116. 153.

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. (HAIG et al. 2013) A kiterjesztett és a kevert valóságnak is vannak alkalmazási lehetőségei, például a pilóta nélküli repülőeszközök esetében és a katonai orvoslásban egyaránt.

3.1 Virtuális kiképzési környezet

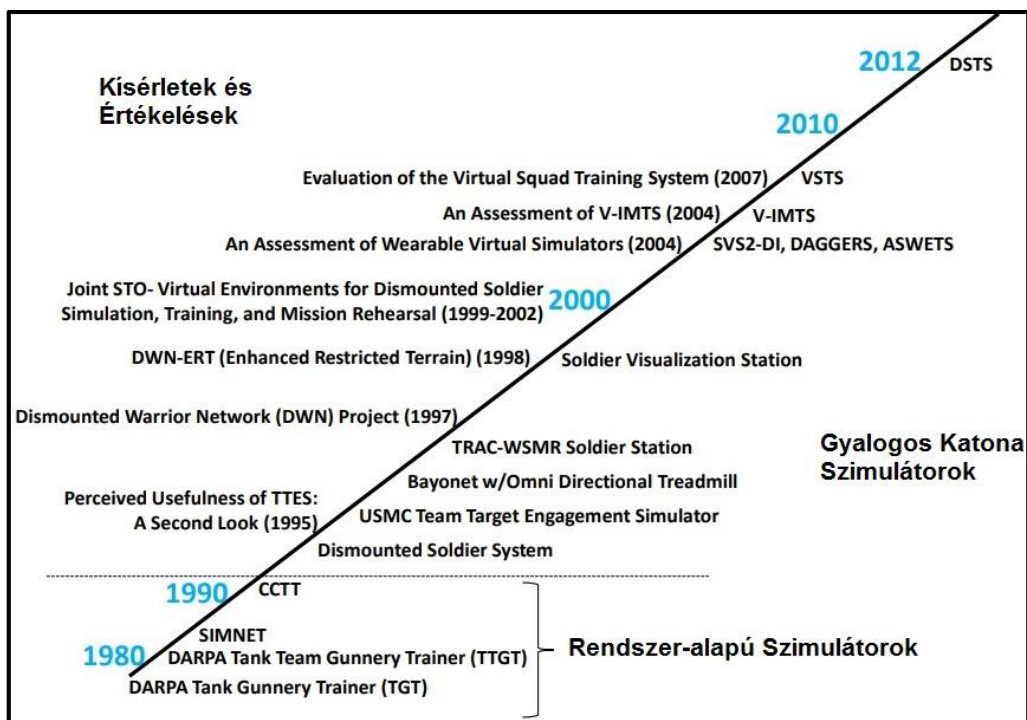
Úgy gondolom katonai felhasználási területen a legnagyobb potenciál a virtuális kiképzési környezetben rejlik. Ez főként a VR technológiájának dinamikus fejlődésének köszönhető, amellyel már igen komplex virtuális harctéri környezetet lehet kialakítani, amelyet több hadsereg már integrált kiképzési rendszerébe. 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 (továbbiakban: NSC²⁷) 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. (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 magába. Leolvasható, hogy számos projekt végbement és számos szimulátor rendszer került kiépítésre az évek folyamán a legjobb virtuális kiképzési környezet biztosítása érdekében. A szimulátorok közül a két legújabbat, a Virtuális Raj Kiképző Rendszert (továbbiakban: VSTS²⁸) és a Gyalogos Katona Kiképző Rendszert (továbbiakban: DSTS²⁹) kívánom bemutatni. (BINK et al. 2015)

²⁷ NSC: National Simulation Center – Nemzeti Szimulációs Központ

²⁸ VSTS: Virtual Squad Training System – Virtuális Raj Kiképző Rendszer

²⁹ DSTS: Dismounted Soldier Training System – Gyalogos Katona Kiképző Rendszer



12. ábra: Gyalogos katonák számára készült szimulátorok fejlődése³⁰

Ahogy a név is utal rá, a VSTS egy raj szintre tervezett szimulátor, amelyet a fokozott immerzitásemény miatt HMD készülékekkel, fegyver modellekkel (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 résztvevő katonák a szimulátor által felépített virtuális környezetben tevékenykednek. Olyan gyakorlatokat lehet végrehajtani a segítségével, mint (LAMPTON – JEROME 2010):

- elszakadás;
- rajtaütés lesállításra;
- járőrözés;
- épületharcászat;
- gyorsreagálású erők (továbbiakban: QRF³¹) támogatásának hívása, fogadása;
- sebesültek evakuálásának (továbbiakban: MedEvac³²) kezdeményezése;
- figyelőpontok telepítése.

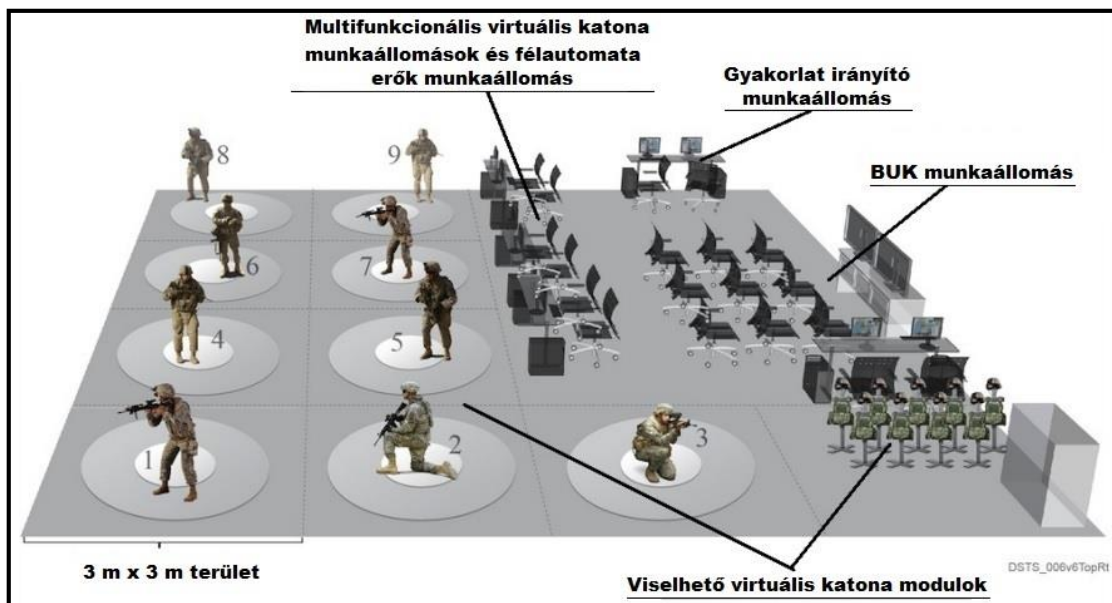
³⁰ BINK, Martin L. – INGURGIO, Victor J. – JAMES, David R. – MILLER, John T. (2015): Training Capability Data for Dismounted Soldier Training System, Tudományos jelentés, United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, 3.

³¹ QRF: Quick Reaction Force – Gyorsreagálású Erők

³² MedEvac: Medical Evacuation – Sebesültek Evakuálása, Harctéri (egészségügyi) Menekítés

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 VBS2³³ által felépített virtuális környezet mozgásterét foglalja egy keretbe. A rendszer elemei (BINK et al. 2015):

- 9 db viselhető virtuális katona modul (továbbiakban: VSMM³⁴);
- 5 db multifunkciós virtuális katona munkaállomás (továbbiakban: VSMW³⁵);
- 1 db félautomata erők munkaállomás (továbbiakban: SAF³⁶);
- 1 db gyakorlat irányító munkaállomás (továbbiakban: EXCON³⁷);
- 1 db bevetés utáni kiértékelést (továbbiakban: AAR³⁸) 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 felépítése³⁹

³³ VBS: Virtual Battlespace – Virtuális Hadszintér

³⁴ VSMM: Virtual Soldier Manned Modules – Viselhető Virtuális Katona Modul

³⁵ VSMW: Virtual Soldier Multi-Functional Work Stations – Multifunkciós Virtuális Katona Munkaállomás

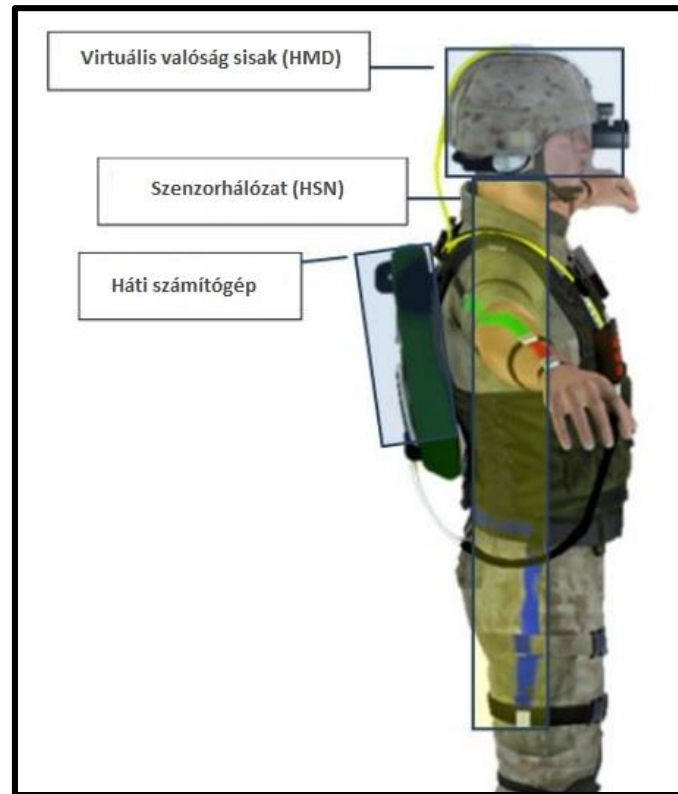
³⁶ SAF: Semi-Automated Force – Félautomata Erők Munkaállomás

³⁷ EXCON: Exercise Control – Gyakorlat Irányító Munkaállomás

³⁸ AAR: After Action Review – Bevetés Utáni Kiértékelés (BUK)

³⁹ 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, 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 (továbbiakban: HSN⁴⁰) és a padlóra kiterített, nyomásérzékelő háló követi le. (BINK et al. 2015)



14. ábra: A VSMM felépítése⁴¹

A VSMW felelős a harctéri körülmények realisztikus megjelenítéséért. Az itt dolgozó operátorok betölthetik a géppuskás erők, a jármű személyzet 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 munkaaállomás a VBS2 játékszimulátorba beépített kiértékelési funkciók segítségével üzemel, amely lehetővé teszi a szimulációk rögzítését és visszajátszását. A DSTS szimulátort

⁴⁰ HSN: Human Sensor Network – Ember-szenzorhálózat

⁴¹ 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, 4.

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. (BINK et al. 2015)

Nemcsak az USA, hanem a más nemzetek is látnak lehetőséget a VR-ral 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 a Szárazföldi Erők Kiképzésében (továbbiakban: VRLT⁴²) 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. (ANDREW 2019)

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 (továbbiakban: OSVR⁴³) 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. (VBS3 v17.1 2017) Ebből kiemelendő az úgynevezett PARASIM. Ez egy 3 szabadságfokos ejtőernyős szimulátor, amely biztonságos és költséghatékony 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. (*Virtual reality parachute training simulator. High Succes, low risk* é. n.)

⁴² VRLT: Virtual Reality in Land Training – Virtuális Valóság a Szárazföldi Erők Kiképzésében

⁴³ OSVR: Open-Source Virtual Reality – Nyílt Forráskódú Virtuális Valóság



15. ábra: A PARASIM használat közben⁴⁴

Előző tudományos diákköri konferenciára készült dolgozatomban részletesen ismertetésre kerültek a VBS3 képességei, amelyeket a témához való szoros kötődése miatt ezúttal is bemutatok. Alapkiképzés esetén a gépkarabély és pisztoly lögyakorlatok, a kézigránát dobógyakorlatok felkészítő foglalkozásait meg lehet tervezni, és vizuálisan megjeleníteni a kiképzendő állomány részére FPS⁴⁵ 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 kiemelendő a C-IED⁴⁶ képzés, ami 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 (VIRÁGH 2019):

- az összefegyvernemi támadó és védelmi harc megvívása;
- a lövész katona és alegység (harcjármű, kezelőszemélyzet, raj) felszerelésének, képességeinek ismertetése;

⁴⁴ *Free Fall Maneuvering: fly in virtual space.* (é. n.). Forrás: <https://parasim.com/solutions/free-fall/> (A letöltés dátuma: 2019.08.05.)

⁴⁵ FPS: First Person Shooter – Belső Nézet (első szám egyes személyű)

⁴⁶ C-IED: Counter Improvised Explosive Devices – Improvizált Robbanóeszközök Elleni Védelem

- 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 erő eszközeinek, szervezeteinek ismertetése.

A honvéd tisztjelöltek 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 beépítenék a szókincsükbe, akkor a nyelvi órákon túl is segíthetnék 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, váltókarral vagy joystick-kal a rendszert a különböző járművek vezetését is tudnák realisztikus környezetben és módon gyakorolni. A VBS3 a már specializációt választott honvéd tisztjelöltek 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 az összeköttetés, rádióforgalmazás biztosítása; fegyvertechnikusoknak a különböző fegyverek ismeretanyaga stb. (VIRÁGH 2019)

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. (VIRÁGH 2019)

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. (DEHUA 2018) Dél-Korea az Optimus System-mel együttműködve fejleszt ki virtuális lövészet és virtuális ejtőernyős szimulátorokat, amelyeket hamarosan alkalmazni fognak a kiképzés során. (JI-YEON 2016)

Mindenféleképpen megemlítenő 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 realiztíkusság és az interaktivitás. A realiztíkusság 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. (JUNG et al. 2008) Ilyen a képen látható NATO jelzések hozzáadása. Ha felidézzük 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 realiztíkusi lenne, és nem állna fenn annak a veszélye, hogy egyes katonák nem tudják megfelelően vizualizálni a harcászati helyzetet, ami később nehézségeket eredményezhet feladatvégrehajtás közben. Nem kellene sem papíralapú térképeket, sem természetben fellelhető alapanyagok felhasználásával létrehozott terepasztalokat alkalmazni (nem hagyunk ezáltal nyomot), ugyanis a virtuális térképeket adatbázisokban tárolhatnánk, amik 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 feladatvégrehajtásra is készen kell állnunk, azonban nem zárkozzhatunk el az új típusú hadviselés megismerésétől és alkalmazásától.



16. ábra: Virtuális térkép katonai alkalmazási lehetőségei⁴⁷

⁴⁷ KNIGHT, Chris (2018): *Businesses Can Learn From the Military in Embracing Chatbots and Mixed Reality*,
Forrás: <https://medium.com/@ChrisKnightcms/businesses-can-learn-from-the-military-in-embracing-chatbots-and-mixed-reality-197508b3c907> (A letöltés dátuma: 2019.10.10.)

3.2 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 ésszerű 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 (továbbiakban: VCP⁴⁸) volt. Nagyon fontos jellemzője a VCP-nek a C4I⁴⁹ rendszerekre alapozott mobilis, 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 termék biztosították, de lehetőség volt adott célú egyéni szobák kialakítására is, például térképszobák, eligazító termek stb. Itt elérhetőek voltak a C4I rendszerek adatbázisai által szolgáltatott információk. Az irányításban résztvevő, 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 alárendeltek felé. A valós idejű együttműködés biztosításához fontos kritérium a megfelelő adatátviteli sebesség biztosítása a késések elkerülése érdekében. (MUNK 2000) A VCP használata végül nem terjedt el.

⁴⁸ VCP: Virtual Command Post – Virtuális Vezetési Pont

⁴⁹ C4I: Command, Control, Communications Computers, Intelligence – Vezetés, Irányítás, Kommunikáció, Számítástechnika, Hírszerzés



17. ábra: A VCP központi terme⁵⁰

A 2004-től, az Egyesült Államok Hadseregében használatban lévő CPOF⁵¹ rendszert a DARPA⁵² 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 alárendeltek számára a parancsnoki elgondolást. A tervezéshez való hozzájárulás érdekében a kétirányú kommunikáció minden irányba biztosított a résztvevő 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, amivel valós időben tudunk dolgozni, akár azt interaktív módon megszerkeszteni. Mindezekhez asztali számítógépeket, laptopokat és egyéb hálózati csatlakozásra alkalmas eszközöket alkalmaznak. (GREENE et al. 2011) Összehasonlítva a VCP-vel két jelentősebb különbséget lehet észrevenni. Az egyik, hogy ablakon (képernyőn) keresztül

⁵⁰ MORGENTHAUER, Mark – STEINER, Glenn – MAYK, Israel (1995): *The Virtual Command Post*, Forrás: http://rubyquest.com/glenn/resume/publications/virtual_command_post.htm (A letöltés dátuma: 2019.10.09.)

QR-kódhoz tartozó forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=O2Qz3MPu8To> (A letöltés dátuma: 2019.10.10.)

⁵¹ CPOF: Command Post of the Future – Jövő Vezetési Pontja

⁵² DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency – Fejlett Védelmi Kutatási Projektek Ügynöksége

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, amiben 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 IoT⁵³ lehetőségekkel. A szoftver magja a CP CE⁵⁴ lesz. Ez már olyan területeket is magába 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. (STONE 2016) Az alábbi videó megtekintésével betekintést nyerhetünk abba, hogy a vezetési pontok kiépítéséhez milyen VR-on kívüli problémákkal kell szembenéznie a tervezőknek.



18. ábra: Vezetési pontok üzemeltetése (videó)⁵⁵

⁵³ IoT: Internet of Things – Dolgok Internete

⁵⁴ CP CE: Command Post Computing Environment – Vezetési Pont Programozási Környezete

⁵⁵ CERDEC Command Post Concepts (2018). Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=gseh1 - z0U> (A letöltés dátuma: 2019.10.09.)

3.3 Pilóta nélküli légi járművek

A pilóta nélküli légi járművek (továbbiakban: UAV⁵⁶), pontosabban az operátorok által távolról vezérelt, személyzetet a fedélzetén nem hordozó repülő eszközök, 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. (HASSANALIAN – ABDELKEFI 2017)



19. ábra: Az amerikai légierő által előszeretettel használt UAV, a Predator⁵⁷

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. Ezen felül a közigazgatásban, rendészetben, katasztrófavédelemben is fontos szerephez juthatnak például a

⁵⁶ UAV: Unmanned Aerial Vehicle – Pilóta Nélküli Légi járművek

⁵⁷ TOMKINS, Richard (2017): *New SkyGuardian variant of Predator B drone announced*, Forrás: <https://www.upi.com/Defense-News/2017/01/30/New-SkyGuardian-variant-of-Predator-B-drone-announced/8051485798896/> (A letöltés dátuma: 2019.09.15.)

csomagszállítás, járőrözés, helyszínbiztosítás, kutatás-mentés, tűz-fészek lokalizációja területén. (NÉMETH 2018a) 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. (NÉMETH 2018b) Az egyre modernebb elgondolások realizálására való törekvések – különös tekintettel az okos városok koncepciójának kialakítására – miatt robbanásszerű fellendülés várható a jövőben. Az okos város 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 okos várost több szervezet együttesen kormányozza a város politikájának és a folyamatos fejlődés érdekében létrehozott szabályok, törvények betartásával. (CAMERO – ALBA 2019) A UAV-eket olyan, a korábban felsorolt feladatoktól eltérő területeken alkalmazzák az okos városokban, mint például a közlekedés, tömegirányítás, káros anyag kibocsátás szabályozása, személyszállítás (drón taxik), Big Data, heterogén rendszerek közötti koordináció. (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. (UNITED NATIONS 2017) 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.

3.4. 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-LAN⁵⁸-okba szervezett egészségügyi érzékelőkkel lehetséges. A katona állapotáról szóló információkat rádióösszeköttetésen keresztül lehetne továbbítani a vezetési pontok egészségügyi elemző részlege felé. A miniatürizált technológiai eszközöket (számítógép, szenzorok, érzékelők) a katona egyenruhájának anyagában, zsebeiben lehetne elhelyezni. (HAIG et al. 2013) 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 elsajátítandó 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 légi mentő egységeket 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 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 sáv szélességnek 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

⁵⁸ LAN: Local Area Network – Helyi Hálózat

robotkarok közvetítésével egy orvos akár egy másik kontinensről is képes életmentő beavatkozásokat végezni. (JIUSHENG 2012)

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 poszttraumatikus stressz szindróma (PTSD)⁵⁹ alakulhat ki. E kifejezés nem összekeverendő a harci/harctéri stresszrel, amely az összecsapások alatt jelentkezik a katonánál. (SZTANKAI 2014) 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 viselkedésterápia⁶⁰, amely során a beteget ellenőrzött körülmények között szembesítik a traumát okozó történéssel, így segítik annak feldolgozását. (FODOR – BITTER 2015) E gyógykezelés VR-ral kibővített változata az úgynevezett virtuális valóság expozíciós terápia (továbbiakban: VRET⁶¹), 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. (WENRUIA et al. 2019)

Repülőorvosi alkalmassági vizsgálatra is van lehetőség VR segítségével. Ennek egyik úttörői lehetünk, hiszen a MH EK (Egészségügyi Központ) Kecskeméten működő Repülőorvosi-, Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézetében egy kisebb csapat a repülés-élettani stressz szintjének mérésével kapcsolatos kutatásokat végez. Ehhez felhasználják a Magasság-élettani Osztály által rendelkezésre bocsájtott barokamrát⁶², speciális eszközöket (NIRS⁶³, Kapnográf⁶⁴, Firstbeat Bodyguard 2⁶⁵), a Domján Károly zászlós által készített HMD-t, a csapat által kidolgozott teszt sorozatokat (Step by step, LIVE TEST, NETWORKING LIVE TEST).

⁵⁹ PTSD: Post Traumatic Stress Disorder – Poszttraumatikus Stressz Szindróma

⁶⁰ A kognitív viselkedésterápia célja, hogy a beteg megtanulja kezelni félelmeit, szorongásait, viselkedésének, gondolatainak befolyásolásával.

⁶¹ VRET: Virtual Reality Exposure Therapy – Virtuális Valóság Expozíciós Terápia

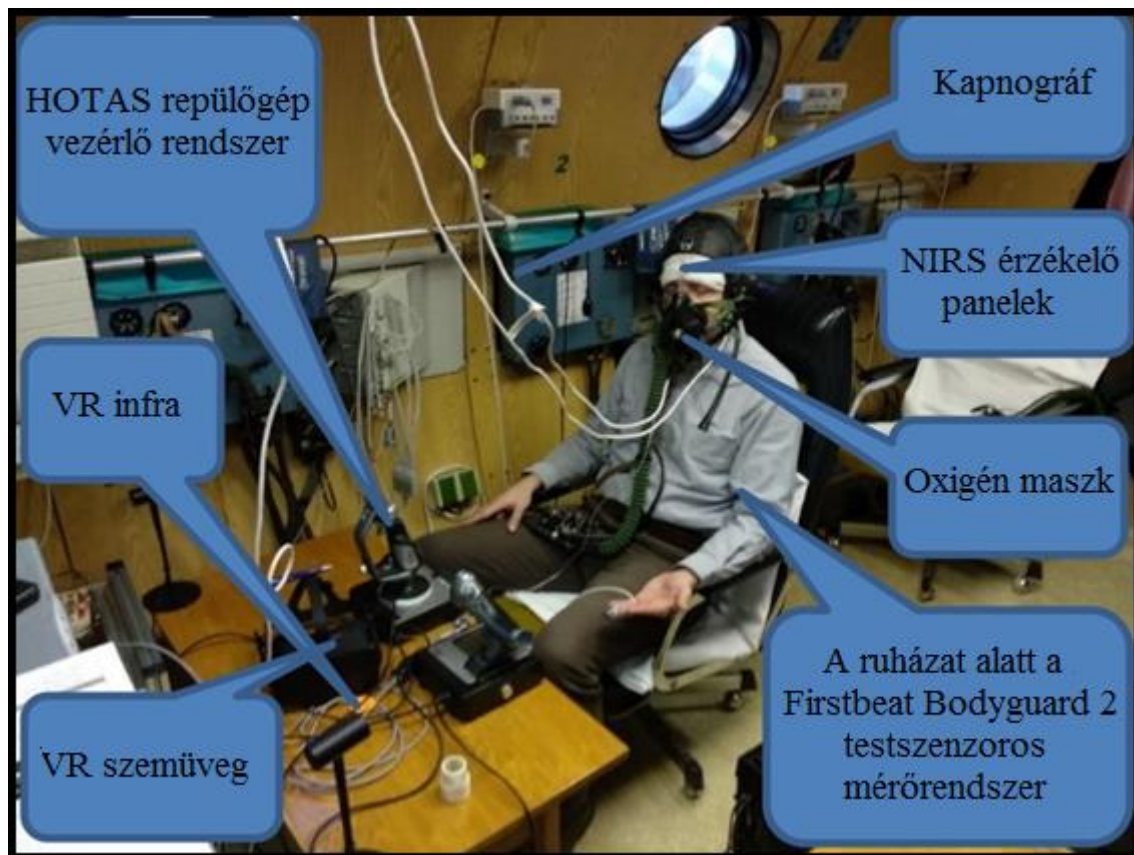
⁶² Barokamra: funkcionális diagnosztikai vizsgálatok (például terheléses elektrokardiográfia) futtatására alkalmazott szerkezet/szoba.

⁶³ NIRS – Near Infrared Spectroscopy – Közel Infravörös Spektroszkópia: az agy jobb és bal féltekének homloklebenyén mérhető véroxigén szint mérésére szolgáló eszköz.

⁶⁴ Kapnográf: a kilélegzett széndioxid mérésére szolgáló eszköz.

⁶⁵ Firstbeat Bodyguard 2: a Fusion Vital által kifejlesztett pulzusvariácián alapuló testszenzoros mérőrendszer.

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 légiesemények 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 stressz összetevők megjelenésével, hatásával. (DOMJÁN 2018)



20. ábra: Tesztsorozatra való felkészülés a barokamrában (átszerk. a szerző)⁶⁶

⁶⁶ DOMJÁN Károly (2018): *A virtuális valóság hardveres és szoftveres környezet kialakításának, fejlesztésének és alkalmazhatóságának lehetőségei repülőorvosi környezetben*, Repüléstudományi Közlemények, 30. évf. 2. sz. 172.

4. 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. (*A HM fejezet 2019. évi költségvetési javaslata* 2018)

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; (ELŐD 2018)
- az új 2015M hadi-gyakorlóegyenruha rendszeresítése;
- többszáz 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. (*Zrínyi 2026: a magyar haderő fejlesztése* 2019)

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.

4.1 Javaslataim

A VR egyértelműen azon szofisztikált rendszerek csoportjába tartozik, amelyek az újtípusú 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 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. (VIRÁGH 2019)

4.1.1 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 százmillió forintos beruházást igényelne. Hosszútávú 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 V4⁶⁷ országgént szoros kapcsolatot ápolunk velük. Úgy gondolom, hogy VBS3 által felvázolt lehetőségeket VR-al kiegészítve már egy kielégítő immerzitáseményt 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 működést hátrányosan befolyásolja. (ORSZÁGGYŰLÉS HIVATALA 2018)

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

⁶⁷ V4: Visegrádi Együttműködés, vagy, ahogy gyakrabban emlegetik a V4-ek, Csehország, Lengyelország, Magyarország és Szlovákia regionális szervezete az Európai Unión belül.

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, (FARKAS 2018) azonban a PARASIM beszerzésére 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 magába 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.

4.1.2 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, melynek 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 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.

4.1.3 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, így akár azonnal be is vonhatják a különböző tervezési, döntési folyamatokba. (GREENE et al. 2011) 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 modell⁶⁸

⁶⁸ Virtual Reality: The Future Of Military Training (2016) Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=i6pEbpNM1Q4> (A letöltés ideje: 2019.10.10.)

4.1.4 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 páciens. A függőség kialakulásának és egyéb negatív mellékhatások kockázatával járó gyógyszeres kezeléseknél mellőzésével a szakpszichológusoknak, pszichiátereknek 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 kimenetű eredmények születnének, úgy a jelenlegi gyógyítási eljárásaink egy egészen új irányt vehetnének a VR felé.

A kecskeméti barokamra VR lehetőségekkel való kibővítésének eredményeként a repülés-élettani stressz standardizálható bizonyos cselekvésekhez, amelyek a kiképzésben, feladatok végrehajtásában, különböző elemzői munkákban játszhatnak majd szerepet a jövőben. (DOMJÁN 2018) Ezek alapján javaslom az ezzel foglalkozó kutatócsoport erkölcsi, anyagi és technikai eszközökkel való kiemelt támogatását.

Utószó

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 mozdtása érdekében. Egészségügyi távellátásra alkalmas eszközök beszerzésére és fejlesztésére, valamint a PTSD gyógyításának elősegítése céljából a VR expozíciós terápiával kapcsolatos kutatómunka beindítására a 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.

Irodalomjegyzék

CAC-T FOR STAND-TO! (2010): *Integrated Training Environment to Link Training Tools Systems* Forrás:

https://www.army.mil/article/39555/integrated_training_environment_to_link_training_tools_systems (A letöltés dátuma: 2019.02.18.)

GALAMBOS Adrienn (1997): *Virtuális Valóság, A tapasztalás új módjai és formái*, Szakdolgozat, Miskolc.

AUKSTAKALNIS, Steve – BLATNER, David (1992): *Silicon Mirage: The Art and Science of Virtual Reality*, Berkeley, Peachpit Press.

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.

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.

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.

SZÉKELY Noémi (2017): *A Pokémon GO-jelenesség és a kiterjesztett valóság*, Filológia, 8. évf. 1-2. sz. 66-73.

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.

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*, Forrás: <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)

SHERMAN, William R. – CRAIG, Alan B. (2018): *Understanding Virtual Reality (Second Edition); Interface, Application, and Design*, Morgan Kaufmann.

BOGNÁR Eszter Katalin (2019): *Szenzorok és Szenzorhálózatok*, Előadás, Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Budapest

FRADEN, Jacob (2010): *Handbook of Modern Sensors, Physics, Designs, and Applications (Fourth Edition)*; Springer.

TÓTH László (2019): *A mély neuronhálók beszédtechnológiai alkalmazásai*, Előadás, Digitális Katona 2.0 – „Fókuszban a katona” nemzetközi konferencia, Budapest.

CRAIG Alan B. – SHERMAN, William R. – WILL, Jeffrey D. (2009): *Developing Virtual Reality Applications, Foundations of Effective Design*; Morgan Kaufmann.

JUNG, Bernhard (2006): *Virtuelle Realität, Teil 6: Aural and Haptic Displays*; Forrás: http://www.informatik.tu-freiberg.de/lehre/pflicht/VR/ws06/VR06_Nonvisual-Displays.pdf (A letöltés dátuma: 2019.06.25.)

CHEOK, Adrian David – Karunanayaka, Kasun (2018): *Virtual Taste and Smell Technologies for Multisensory Internet and Virtual Reality*, Springer.

State of the Polish Video Game Industry (2017). Forrás: http://digitaldragons.pl/wp-content/uploads/2018/07/state_of_polish_video_game_industry17_web.pdf (A letöltés dátuma: 2019.06.27.)

MOTOMATSU, Haruka (2014): *Virtual Reality in the Medical Field*, UC Merced Undergraduate Research Journal, Vol. 7. No. 1. 207-217.

PSOTKA, Joseph (1995): *Immersive training systems - Virtual reality and education and training*, Instructional Science, Vol. 23. 405-431.

FÓTI Péter (2009): *Poroszos-e a mai magyar iskolarendszer?*, Forrás: <http://www.foti-peter.hu/porosz.html> (A letöltés dátuma: 2019.09.14.)

BOKROS Judit – NAGY Zoltán Péter (2017): *Kevés a pedagógus, a probléma sokrétű, az egyik ok a nyugdíjba vonulás*, Forrás: <https://www.feol.hu/kozelet/helyi-kozelet/iskola-pedagogusok-szakma-2111289/> (A letöltés dátuma: 2019.09.14.)

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.)

YAO, Hua-ping – LIU, Yu-zhong – HAN, Chang-song (2012): *Application Expectation of Virtual Reality in Basketball Teaching*; *Procedia Engineering*, Vol. 29. 4287-4291.

ROBERTSON, Adi (2017): *VR football didn't actually help me learn football, but it's still a lot of fun*, Forrás: <https://www.theverge.com/2017/2/4/14503082/vr-sports-challenge-football-super-bowl> (A letöltés dátuma: 2019.09.14.)

SZÜCS László (2014): *Tíz globális biztonsági kihívás*, Forrás: https://www.honvedelem.hu/cikk/43607_tiz_globalis_biztonsagi_kihivas (A letöltés dátuma: 2019.07.01.)

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.

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*, Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Budapest, 103-123.

JANISZEWSKI, John T. (2014): *Panel 1: Future Holistic Training Environment – Live/Synthetic*, Prezentáció, U.S. Army Combined Arms Center Training.

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.

LAMPTON, Donald R. – JEROME, Christian (2010): *Evaluation of the Virtual Squad Training System*, Forrás:

https://www.researchgate.net/publication/235019222_Evaluation_of_the_Virtual_Squad_Training_System (A letöltés dátuma: 2019.07.25.)

ANDREW, Stuart (2019): *British Army tests innovative virtual reality training*, Forrás: <https://www.gov.uk/government/news/british-army-tests-innovative-virtual-reality-training> (A letöltés dátuma: 2019.08.04.)

VBS3 v17.1 (2017). Forrás: <http://dogsofwarvu.com/forum/index.php?topic=4183.0> (A letöltés dátuma: 2019.07.03.)

Virtual reality parachute training simulator. High Succes, low risk (é. n.). Forrás: <https://parasim.com/> (Letöltve: 2019.07.03.)

VIRÁGH Krisztián (2019): *Harcsszimulátorok integrálásának lehetőségei a hazai katonai kiképzés rendszerébe*, Országos Tudományos Diákköri Konferencia dolgozat.

DEHUA, Chi (2018): *China develops a new VR military training system*, Forrás: <https://gbtimes.com/china-develops-a-new-vr-military-training-system> (A letöltés dátuma: 2019.08.05.)

JI-YEON, Kim (2016): *Arirang News: Korean startup releases VR simulators for military training*, Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=Et5BsV0U1Lw> (A letöltés dátuma: 2019.09.04.)

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.

MUNK Sándor (2000): *A közös munkavégzés új lehetőségei és módszerei, virtuális vezetési pontok*; Új Honvédségi Szemle, 54.évf. 2. sz. 35-44.

GREENE, Harry – STOTTS, Larry – PATERSON, Ryan – GREENBERG, Janet (2011): *Command Post of the Future: Succesful transition of a science and technology initiative to a program of record*, Defence Acquisition University, Forrás: <https://www.slideshare.net/simandef/military-command-post-of-the-future> (A letöltés dátuma: 2019.10.09.)

STONE, Adam (2016): *Army Rethinks Mobile Command Post Architecture*, Forrás: <https://www.govtechworks.com/army-rethinks-mobile-command-post-architecture/> (A letöltés dátuma: 2019.09.15.)

HASSANALIAN, Mostafa – ABDELKEFI, Abdessatar (2017): *Classifications, applications, and design challenges of drones: A review*; Progress in Aerospace Sciences. Vol. 91. 99-131.

NÉMETH András (2018): *UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során II.*, Hadmérnök, 13. évf. 3. sz. 68-86.

NÉMETH András (2018): *UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során I.*, Hadmérnök, 12. évf. 2. sz. 37-60.

CAMERO, Andrés – ALBA, Enrique (2019): *Smart City and information technology: A review*, Cities, Vol. 93. 84-94.

KHAN, Muhammad Asghar – ALVI, Bilal A. – SAFI, Engr Alamgir – KHAN, Inam Ullah (2018): *Drones for Good in Smart Cities: A Review*, Forrás: https://www.researchgate.net/publication/316846331_Drones_for_Good_in_Smart_CitiesA_Review (A letöltés dátuma: 2019.09.15.)

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.

UNITED NATIONS (2017): *The world's cities in 2016*, Forrás: https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf (A letöltés ideje: 2019.09.25.)

JIUSHENG, Wang (2012): *The procedure of CASEVAC/MEDEVAC in UNMIS*, Journal of Medical Colleges of PLA, Vol. 27.No. 1. 47-57.

SZTANKAI Krisztián (2014): *A külföldi missziók pszichés kockázatai*, Hadtudományi Szemle, 7.évf. 1. szám, Budapest, 270-286.

FODOR Kinga – BITTER Istvan (2015): *Pszichológiai intervenciók traumatikus események után a poszttraumás stressz zavar megelőzésére*, Orvosi Hetilap, 156. évf. 33. sz. 1321-1334.

WENRUIA, Deng – DIEA, Hu – SHENGA, Xu – XIAOYUA, Liu – JINGWENA, Zhao – QIANA, Chen – JIAYUANB, Liu – ZHENGGB, 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.

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.

A HM fejezet 2019. évi költségvetési javaslata (2018): <https://www.parlament.hu/irom41/00503/adatok/fejezetek/13.pdf> (A letöltés dátuma: 2019.09.30.)

ELŐD Fruzsina (2018): Forrás: https://index.hu/belfold/2018/10/19/folytatodik_a_hadsereg_fejlesztese_jovore_helikoptereket_szereznek_be/ (A letöltés dátuma: 2019.09.30.)

Zrínyi 2026: a magyar haderő fejlesztése (2019): https://index.hu/aktak/magyar_honvedseg_haderofejlesztes_zrinyi_2026_harckocsi_fegyver_leopard_2_pzh_2000_puma/ (A letöltés dátuma: 2019.09.30.)

ORSZÁGGYŰLÉS HIVATALA (2018): *Adatok a Magyar Honvédségről*, Forrás: https://www.parlament.hu/documents/10181/1489583/Infotablo_2018_7_honvedelmi_adatok.pdf/b576c3a8-d457-8db0-62e9-749482615fe1 (A letöltés dátuma: 2019.10.11.)

FARKAS Péter (2018): *Ejtőernyős kiképzésen a felderítő specializáción tanuló honvéd tisztjelöltek*, Forrás: <https://honvedelem.hu/galeriak/ejtoernyos-kikepzesen-a-felderito-specializacion-tanulo-honved-tisztjeloltek/> (A letöltés dátuma: 2019.10.08.)