Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III.

Szerkesztette
Földi László

LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III.

Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III.

Hallgatói kötet

Szerkesztette

Földi László

LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Budapest, 2022

Szerzők

Albert Gábor
Bakos Tamás
Bencsik Gábor
Berta Katalin
Deli Gábor
Domán László
Gajdács László
Győző-Molnár Árpád
Horváth Attila
Horváth Ákos
Igaz-Danszky Tamás
Jagodics Ibolya
Kersák József Zsolt
Kiss Ádám István
Kovács Gergely
Kovács-Horváth Adrienn
Kutassy Emese
Lakatos Bence R.
Leskó György
Lévai Zsolt
Major Gábor
Marlok Tamás
Matusz Márk Péter
Szabadföldi István
Szajkó Gyula
Szilágyi Tibor
Tamás Enikő Anna
Teknős László
Terék Tamás
Tímár Attila
Tóth Bence
Vass Gyula

Lektorok

Berek Tamás
Bíró Tibor
Haig Zsolt
Horváth Attila
Kátai-Urbán Lajos
Németh András
Padányi József

Ludovika Egyetemi Kiadó
Székhely: 1089 Budapest, Orczy út 1.
Kapcsolat: info@ludovika.hu
A kiadásért felel: Deli Gergely rektor
Felelős szerkesztő: Karácsony Fanni
Olvasószerkesztő: György László
Korrektor: Bíró Csilla, Pokorádi Zsófia
Tördelőszerkesztő: Stubnya Tibor

ISBN 978-963-531-703-5 (elektronikus PDF) | ISBN 978-963-531-704-2 (ePub)

© A szerkesztő, 2022
© A szerzők, 2022
© Ludovika Egyetemi Kiadó, 2022

Minden jog védve.

Tartalom

Előszó 11

Bakos Tamás: Kijelölt létfontosságú rendszerelem védelme a pandémiás veszélyhelyzet idején 13
Bevezetés 13
Létfontosságú rendszerelemmé történő kijelölés résztvevői és folyamata 14
Az üzemeltetői biztonsági terv (ÜBT) 16
A védelmi intézkedések 19
A pandémiás veszélyhelyzet kezelése 23
Összefoglalás 25
Felhasznált irodalom 26

Bencsik Gábor – Tóth Bence: A NATO-tagországok védelmi kiadásainak klaszteranalízis-alapú összehasonlító vizsgálata 27
Bevezetés 27
Az adatsokaság elemzése 30
Összefoglalás 41
Felhasznált irodalom 43

Berta Katalin: Kétéltű járművek alkalmazhatósága vadmentések során 45
Bevezető 45
A PTSZ–M története 46
Jogszabályi háttér 49
Állatmentési feladatok árvizeknél 52
Következtetések, javaslatok, a PTSZ–M használatának lehetőségei 54
Felhasznált irodalom 57

Deli Gábor: A sugárkárosodás laboratóriumi vizsgálatának katonai jelentősége 59
Bevezetés 60
Tárgyalás 61
Következtetések 74
Felhasznált irodalom 75

Domán László: Katonai helikopterek önvédelmi elektronikai hadviselési rendszereinek értékelési szempontjaival összefüggő súlyszámok meghatározása a fuzzy AHP módszer felhasználásával 79
Bevezetés 79
Több szempontú döntési modellek bemutatása 81
A katonai helikopter elektronikai hadviselési eszközeinek értékelési szempontjai 83
Az AHP- és a fuzzy AHP módszer 83
Az eredmények értelmezése és összehasonlítása 95
Következtetések 98
Felhasznált irodalom 99

Gajdács László – Major Gábor: Katonai célú drónok fejlesztése a jelenkorban, a jövőt vizionálva 101
Bevezetés 102
A hadseregekben alkalmazott katonai „példányok” 103

Konklúzió 117
Felhasznált irodalom 118

Győző-Molnár Árpád: Mobil vezetési pontok a magyar katasztrófavédelemben 121
Bevezető 121
Katasztrófavédelmi operatív munkaszervek 122
A katasztrófavédelem mobil vezetési pontjai 123
Összegzés 126
Felhasznált irodalom 127

Horváth Ákos: A katonai ruházat és egyéni hordfelszerelés szabványosításának kérdései 129
Bevezetés 130
Vizsgálandó termékcsoport azonosítása 131
Előállító ipar 134
Rendszerbe kerülés és kivonás 135
Műszaki dokumentáció 138
Szabványok 138
Az USA védelmi beszerzési szabványrendszere 139
Katonai ruházatra és hordfelszerelésre vonatkozó szabványok 140
Következtetések 141
Összegzés 142
Felhasznált irodalom 142

Igaz-Danszky Tamás: A katasztrófavédelmi műveletirányítást támogató szoftver fejlesztései és tapasztalatai 145
Bevezetés 145
A PAJZS-szoftver felülete 146
A PAJZS-szoftver 147
A szerek kezelése a PAJZS-rendszerben 150
A PAJZS térképes felülete 152
A PAJZS-szoftver adatlapjának kezelése 155
Értesítési rendszer a PAJZS-ban 156
A fejlesztések összegzése 157
A felhasználók véleménye a rendszerről 158
Tapasztalatok összegzése 165
Javaslatok megfogalmazása 166
Befejezés 167
Felhasznált irodalom 167

Jagodics Ibolya: A felhőtechnológia adatvédelmi megfelelősége a GDPR fényében 169
Bevezetés és kutatási részletek 169
A GDPR 170
A felhőalapú technológia 172
A felhőszolgáltatás GDPR-szempontú elemzése 176
Felhőszolgáltatás és a GDPR-megfelelőség értékelése 181
Következtetés 183
Felhasznált irodalom 184

Kersák József Zsolt: Az önkéntesség jelentősége a német lakosságvédelmi feladatrendszerben 185
Bevezetés 185
Irodalmi kitekintés 187
A német szövetségi és tartományi hierarchia értelmezése a lakosságvédelem rendszerében 188
Műszaki Segítségnyújtás, Technisches Hilfwerk feladatrendszere az önkéntesség tükrében 191
Funkcionális megközelítés a polgári szerepvállalás, önkéntesség magyarázatára Németországban 192
Következtetések 194
Felhasznált irodalom 195

Kiss Ádám István: Az RFID-technológia alkalmazása a hivatásos katasztrófavédelmi szerv eszköznyilvántartása és leltározása során 197
Bevezetés 197
Adatgyűjtő rendszerek és kialakulásuk 198
Az RFID felhasználási lehetőségei a leltározásban 204
Következtetések 205
Felhasznált irodalom 206

Kovács Gergely: A VR-alapú eszközök alkalmazásának humán digitáliskompetencia-igénye a védelmi szférában 207
Bevezető 208
A honvédelem állományának feladatai és kompetenciái 210
A honvédelmi kiképzés és felkészítés jelenlegi hazai formái 211
A korszerű felnőttképzés jelentősége, módszerei, eszközei 213
A korszerű felnőttképzési formák 213
A VR alkalmazásának előnyei az oktatásban 216
A korszerű eszközök alkalmazási lehetősége a védelmi szféra képzési területén 217
Befejezés 219
Felhasznált irodalom 221

Kovács-Horváth Adrienn: A pandémia során kialakult globális logisztikai problémák hatása a katonai logisztika rendszerén belül az ellátási láncra 223
Bevezető 223
A Covid–19 logisztikára gyakorolt hatása 224
A globális logisztikai problémák hatása a katonai logisztika rendszerére 229
A katonai logisztika lehetőségei a Covid–19 után 231
Összefoglalás 233
Felhasznált irodalom 234

Kutassy Emese – Tamás Enikő Anna: A Rezéti-Duna és a Nyéki-Holt-Duna feltöltődési ütemének összehasonlítása a régi felmérések felhasználásával 237
A gemenci hullámtér kialakulása 238
Nyéki-Holt-Duna 241
Rezéti-Duna 245
Mérési eredmények 246
Következtetések 255
Összegzés 256
Felhasznált irodalom 257

Lakatos Bence R. – Vass Gyula – Teknős László: A lakosság védelmi képességét javító applikációk technikai hátterének elemzése 259
Bevezetés 259
Az önvédelmi képességek helye, szerepe a lakosságvédelemben 261
Az önvédelmi képességek aktív és passzív jellege 265
A lakosságvédelem terén alkalmazható mobil eszközök tulajdonságai 267
A lakosságvédelmi applikáció technikai háttere, működési metodikája 269
Következtetések 273
Felhasznált irodalom 273

Leskó György: A talajvizsgálatok szerepe és alkalmazási lehetőségei a katonai műveleti területen 275
Bevezetés 275
A hazai jellemző talajok és a műveletek következtében keletkező lehetséges talajváltozások és -sérülések 277
Műveletek következtében keletkező talajváltozások és -sérülések 283
A katonai műveletek során használható talajvizsgálatok lehetőségei 285
Következtetések, javaslatok 288
Felhasznált irodalom 288

Lévai Zsolt – Albert Gábor – Horváth Attila: A vasútvonalak átbocsátóképességének hatásai az áruszállítás versenyképességére és az országvédelemre 291
Bevezetés 292
A vasúti áruszállítás versenyképességi tényezői 293
Az országvédelmi követelmények vasúti vonatkozásai 294
A vasúti versenyképesség javításának hatása az árufuvarozásra 298
A vasúti áruszállítás és az országvédelmi érdekek összhangjának biztosíthatósága 299
Összefoglalás 304
Felhasznált irodalom 306

Lévai Zsolt – Tóth Bence: A vasútállomásokon alkalmazható védelmi intézkedések és az utazási idő összefüggésének turizmusbiztonsági szempontú vizsgálata 307
Bevezetés 308
Vasútállomások felépítése 309
A vasútállomások hálózatban betöltött szerepe 312
A vasútállomásokon alkalmazható védelmi intézkedések 313
Az utazási idő és a turizmusbiztonság összefüggése 315
A vasútüzemi területek védelme 319
Összefoglaló megállapítások 320
Köszönetnyilvánítás 322
Felhasznált irodalom 322

Marlok Tamás: A VR-eszközök alkalmazhatósága a taktikai kiképzésben 323
Bevezetés 323
VR mint a taktikai kiképzés új korszaka 325
A taktikai kiképzésben alkalmazható VR-eszközök 328
A VR-eszközök működése és technológiai hátterük 329
A VR-rendszerek alkalmazhatósága a taktikai kiképzésben 332

Következtetések 336
Felhasznált irodalom 337

Matusz Márk Péter: A Magyar Honvédség többlépcsős egészségügyi ellátásának működtetése a Covid–19-világjárvány idején 339
Bevezető 339
A tudományos probléma megfogalmazása 340
Kutatási célkitűzés 341
Alkalmazott kutatási módszerek bemutatása 342
A járvány és jellemzői 342
Miben segíthet a telemedicina? 345
A *home care,* azaz otthoni gondoskodás rendszere 346
Következtetések 348
Felhasznált irodalom 349

Szabadföldi István: A mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségei az elektronikai hadviselésben 351
Bevezető 352
Mi a mesterséges intelligencia (MI)? – Áttekintés és demisztifikáció 352
Feltörekvő és formabontó technológiák (*emerging and disruptive technologies* – EDT) társadalmi és biztonsági vonatkozásai 356
Az MI fejlődésének menete 356
Az MI katonai alkalmazása 357
Az MI kritikus kihívásai 360
Elektronikai hadviselés (EHV) – electronic warfare (EW) 362
A mesterséges intelligencia alkalmazása az elektronikai hadviselésben 365
Gépi tanuláson alapuló zajszerű jeladás (featureless signalling) 367
Következtetések 368
Felhasznált irodalom 369

Szajkó Gyula – Horváth Attila: A közlekedési hálózatok értékelése a hadszíntéri logisztikai felderítés végrehajtásakor 371
Bevezető 372
A hadszíntér logisztikai felderítése 373
Követelmények a közlekedési hálózatok helyszíni szemrevételezéséhez 376
A hadszíntéri logisztikai felderítést végző csoportok 381
Összegzés 383
Felhasznált irodalom 384

Szilágyi Tibor: Tervezés-fejlesztés-védelem. A környezetgazdálkodás eszközrendszerének alkalmazása a Honvédelmi Minisztérium 2014–2020-as időszaki környezeti és energiahatékonysági célú nemzeti/EU-s társfinanszírozású fejlesztési projektjeiben 385
Bevezetés 385
Környezetgazdálkodás – az emberi dilemma 386
A HM tárcaszintű EU-s fejlesztési szervezeti rendszer és szabályozási környezet a 2014–2020-as időszak során 390
Az EU-s fejlesztések tárcaszintű tervezési rendszere 391
A tárca 2014–2020 időszaki KEHOP-keretből támogatott EU-s fejlesztési projektjei 392

A tárca 2014–2020 időszaki környezeti és energiahatékonysági célú KEHOP-fejlesztéseinek környezetgazdálkodási szempontú elemzése 394
Következtetések 397
Felhasznált irodalom 398

Terék Tamás: A harcanyagok hadihasználhatóságának fenntartása mint az életútmenedzsment része a hazai és a nemzetközi szabályozási gyakorlatban 399
Bevezetés 399
Fogalommeghatározások 401
Harcanyagok hadihasználhatósága 406
A nemzetközi gyakorlat 408
A hazai szabályzás átalakítási lehetőségei 412
Összefoglalás 413
Felhasznált irodalom 414

Tímár Attila: Árvízvédelmi töltések állékonyságvizsgálata 415
Bevezetés 415
Árvizes jelenségek kialakulása 416
Töltések rézsűállékonysága 418
A Hármas-Körös bal oldali töltése 419
A védmű anyagára vonatkozó adatok 420
A geofizikai mérés célja 425
A mérési terület 429
Rétegszelvények létrehozása 431
Állékonyságszámítás GEO5 modellel 432
Az eredmények összefoglalása 438
Felhasznált irodalom 440

Marlok Tamás

A VR-eszközök alkalmazhatósága a taktikai kiképzésben

Absztrakt

A VR- (virtuális valóság) technológián alapuló eszközök már az 1990-es években megjelentek, de fejlettségük az elmúlt évtizedben érte el azt a szintet, hogy akár a rendészeti és katonai kiképzésben is alkalmazhatóvá váljon. Mára a videójáték-ipar mind a hardver, mind a szoftver tekintetében olyan fejlődésen ment keresztül, amely már kis cégeknek is lehetővé teszi olcsó, magas színvonalú eszközök előállítását.
Napjaink VR-ja azáltal, hogy megszünteti az ember-gép interfészek indirekcióját, valamint a valósághoz közeli audiovizuális visszacsatolást tesz lehetővé, megteremtette a lehetőséget fejlett szimulációk új képzési területekre való hatékony bevezetésére. A taktikai kiképzések területe is ilyen, ahol alapvető elvárás az immerzivitás[1] *és a természetes bevitel, amit ezen rendszerek már biztosítani tudnak.*
Kutatásomban az említett taktikai kiképzések igényeihez igazodó technológiai lehetőségeket és fejlesztési irányokat vizsgálom egy saját fejlesztés elindítása érdekében.
Kulcsszavak: *virtuális valóság, VR-eszközök, oktatás, taktikai kiképzés*

Applicability of Virtual Reality Devices in Tactical Training

Devices based on virtual reality (VR) technology appeared in the 1990s, but their development over the past decade has reached a level where they can be used in law enforcement and military training. Nowadays, the advanced hardware and software solutions from the video game industry are enabling small companies to produce low-cost, high-quality devices in this field.
Today's VR by eliminating the indirection of human–machine interfaces and enabling near-reality audiovisual feedback, allows the advanced computer simulations to be utilised in new training areas. Such area is the tactical training, where immersion and natural inputs are basic requirements.
In my research, I examine the technological possibilities and development directions adapted to the requirements of the mentioned tactical training devices in order to investigate the possibility of an in-house development.
Keywords: *virtual reality, VR devices, education, tactical training*

Bevezetés

A katonai és rendészeti szervek állományának kiképzésében, gyakoroltatásában a számítógép-alapú szimulációs rendszerek egyre nagyobb szerepet kapnak. A költséghatékonyság,

[1] Beleélhetőség, jelenlétérzet.

ismételhetőség és mérhetőség alapvető előnyei ennek a megközelítésnek, de a tudásátadás hatékonysága nagymértékben függ az alkalmazott technológia fejlettségétől, lehetőségeitől. A VR-eszközök fejlődése, elterjedése és könnyű hozzáférhetősége új lehetőségeket teremtett az oktatás és kiképzés területén is, mivel a tudásátadás hatékonyságát képes növelni azáltal, hogy olyan komplex szituációk is gyakoroltathatók, amelyek más formában nem oldhatók meg, vagy túl veszélyesek lennének.

A komplex vagy számítógép-központú modern eszközök, mint például harcjármű, vagy légi jármű használatára történő felkészítésre sík képernyőkön (számítógép-monitorokon), a kezelőszemélyzet munkaállomásait másoló, fizikailag megépített szimulátorokon vagy az eszközbe integrált gyakoroltató üzemmódokon *(embedded training, trenázs üzemmód)* keresztül már régóta van lehetőség. Ezen a területen csak a hardver és a szoftver képességei, valamint a fejlesztésbe befektetett erőforrások szabtak határt. A kis késleltetésű, nagy pontosságú és jó minőségű audiovizuális ingereket generáló virtuálisvalóság-eszközök megjelenése előtt viszont a közvetlen emberi mozgáshoz kapcsolódó területeket, mint például kézifegyverek használata, csak áttételesen és részben lehetett digitalizálni. A virtuális valóság használatba vételével ezen terület kiképzési feladatait is szimulátorokba helyezhetjük, hogy a kiképzendő állomány – összetett feladatok végrehajtásán keresztül – a túlélési esélyeket növelő készségeket tudjon szerezni. Az eddig kifejlesztett és használatba vett, más technológiájú számítógép-alapú eszközök már hatékonyan tudják támogatni a lőkiképzés és harcászat egyes ágait, de költségeik magasak, a képzés volumene alacsony, a személyre szabhatóság és kiértékelés lehetősége kicsi. A számítógéppel támogatott ilyen eszközök egyik csoportja a lőszimulátorok, ahol a lőfegyverekre szerelt eszközök valamilyen fizikai elven szimulálják a lövést (lézer- vagy infravörösfény-kibocsájtás), amit a rendszer egy másik darabja képes kiértékelni mint találatot. Ebbe a csoportba tartozik például a rendszeresített MILES 2000 rendszer.[2] A másik csoportba az olyan éleslövészetet támogató eszközöket és céltárgyakat sorolnám, amelyek vezérlése elektronikát, esetleg számítógépet tartalmaz abból a célból, hogy valamilyen komplexitást vigyen a lövészetbe, valamint a feladatértékelést megkönnyítse. Mindkét csoport számos előnnyel rendelkezik, de különböző hiányosságaik, hátrányaik is vannak. Az éleslövészetet támogató eszközök a lőterek kialakítása miatt korlátozottak, a különböző feladatok gyakoroltatására való átalakítás nehézkes lehet, interaktivitása relatíve alacsony, a költségei is magasak, valamint az időegységre eső képzés volumene viszonylag alacsony. A MILES 2000 és több más lőszimulátor esetén a feladat ismételhetősége nem megoldható, csak adott környezetben lehet gyakorolni, illetve szintén magas költségekkel lehet számolni. A két csoport mellett külföldön már megjelentek a különböző virtuális valóságon (vagy alternatív valóságon) alapuló kiképző- és gyakoroltató eszközök, amelyek működése, koncepciója lényegesen eltér a korábbi megoldásoktól, sok előnyével és néhány hátrányával együtt. Jelen cikkel célom rövid áttekintést adni arról, hogy a technológia lehetőségei hol tartanak, és ezt egy saját fej-

[2] *Magyar Honvédség Bakony Harckiképző Központ Szervezeti és Működési Szabályzata 2017.* 2017. május.

lesztés útján hogyan lehetne hazánkban kiaknázni azzal a céllal, hogy a kiképzések egy speciális területét nemzetközileg is kimagasló szintre emeljük.

VR mint a taktikai kiképzés új korszaka

A taktikai kiképzés mint képzett fogalom

A VR forradalma sok más lehetőség mellett a kézifegyverekkel végrehajtott feladatok szimulátoros gyakoroltatását, az azok során megszerzendő képességek és készségek elsajátítását is lehetővé teszi. A taktikai kiképzés egy absztrakció útján létrehozott fogalomként szerepel kutatásaimban, amely több rendészeti (BM) és katonai szervezet, valamint NAV-kiképzők igényeinek felmérése alapján alakult ki. Az 1. ábrán látható egy tipikus taktikai VR kiképző rendszer, az Egyesül Államok Légierő Biztonsági Erejének *(USAF Security Forces)* katonáin, amely tipikus esete a viszonylag új megoldásoknak. Ezt a rendszert már COTS-,[3] azaz kereskedelmi forgalomban is kapható hardvereszközök integrálásával és egyedi szoftverfejlesztéssel hozták létre.[4]

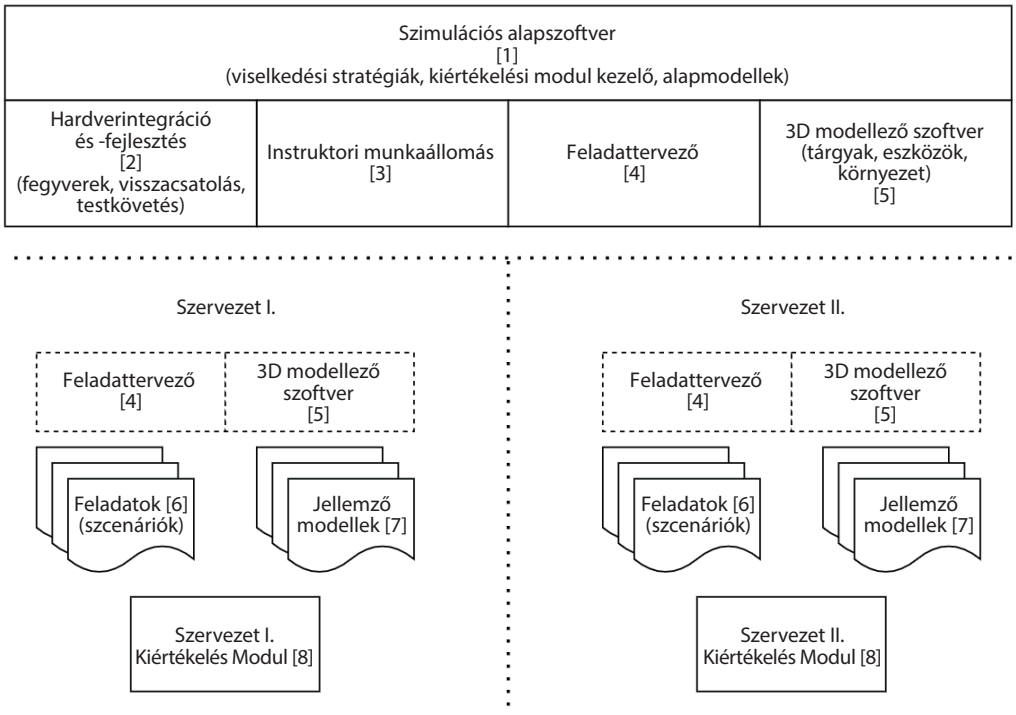
1. ábra: A SURVIVR VR taktikai kiképzőeszköze az Egyesült Államok Légierő Biztonsági Erőinek használatában
Forrás: www.auganix.org/survivr-awarded-sbir-phase-iii-contract-to-provide-virtual-reality-training-to-us-air-force/

[3] *Commercial (consumer) off-the-shelf* – kereskedelmi forgalomban kapható (termék).
[4] Lásd a SURVIVR-rendszer gyártói honlapját: www.survivr.com/blogs/virtual-reality-security-forces-training

Olyan képzési formáról beszélünk, amelynek célja a lőfegyverek szakszerű, biztonságos alkalmazása összetett szituációkban. Ha egy kicsit pontosabban akarjuk meghatározni a területet, akkor azt láthatjuk, hogy jellemzően rendészeti szerveknél és katonai állomány esetén végzett felkészítésről beszélünk, ezen belül is az intézkedéstaktika, harcászat és lőkiképzés bizonyos elemeiről van szó. A feladatokat egy vagy több fő hajtja végre, és olyan éles helyzetekre készülnek fel, ahol személyi lőfegyver és eszköz használata lehetséges, szükséges (pisztoly, karabély, kényszerítőeszközök). A valós feladat során az állomány helyzetét nagy bizonytalanság, nagy kockázat és gyors döntéshozatali kényszer jellemzi, valamint kiemelt az emberi tényezők szerepe. A szemben álló oldal egy ember vagy emberek csoportja, kiszámíthatatlan viselkedési formákat követhetnek, a képzendők oldalán pedig az emiatti magas stresszfaktor jellemző, amit kezelniük kell. Az emberi tényezőkön felül a környezet is összetett, sok az eredményességet befolyásoló változó. A szituációkban nehéz sémákat alkalmazni, nagyon magas az eszkalációs és kimeneteli lehetőségek száma. A sikeres képzés ebből adódóan több mozzanat készségszintű elsajátítását, gyors döntéshozatali rutin kialakítását igényli, amelyhez optimálisan több szintű képzésen és sok szituációs gyakorlaton keresztül lehet eljutni. Ebben a felsorolásomban a katonai és rendészeti képzés esetén előforduló közös jellemzőket gyűjtöttem ki, de ki kell emelni, hogy a végrehajtás jogi és fizikai környezete alapvetően eltér. Egy járőrfeladatnál, igazoltatásnál, épületbiztosításnál hasonló, de nem azonos elemeket találunk, viszont katonai épületharcászat és például egy rendészeti szerv által végrehajtott magánlakásból történő előállítás esetén már kevesebb a közös elem. A taktikai kiképzés és eszközei tehát az összetettebb feladatok megoldására való felkészítésre szolgálnak, nem pedig a lőfegyverek biztonságos használatának elsajátítására a lőkiképzés első fázisaiban.

A taktikai kiképzőeszközök mint többcélú eszközök

A fenti gondolat mentén, ha a kihasználhatóság szemszögéből vizsgáljuk az ilyen rendszereket, látható, hogy a kezdetektől egy többcélú eszköz fejlesztésében érdemes gondolkodni. A különböző szervek kiképzési gyakorlatának megkülönböztetése a feladatok kiértékelése során fontos, illetve a feladatok környezetükben változhatnak. A technológiai háttér, azaz a hardver- és szoftverfejlesztés nagy része teljesen közös lehet, és csak egy viszonylag „vékony” réteg szolgál a különböző specializálódásokra. Ez nagyban csökkentheti a fajlagos fejlesztési és rendszerbentartási költségeket. A szoftvermodulok egy része egységesen kezelve tudja a különböző igényeket kiszolgálni, az alaprendszer kifejlesztése után a szükséges modulok felhasználó szervenként testreszabhatók. Ennek indoka, hogy az alaprendszer egyszeri kifejlesztése után az modulárisan újrakonfigurálható, az új eszközök, feladatok, helyszínek modellezéséhez csupán pár informatikai szakember szükséges. Előrelátó tervezéssel ki lehet alakítani más rendszerekhez is csatlakoztatható, valós idejű interfészeket, amelyek főleg katonai szimulációs gyakorlatok esetén fontosak.



2. ábra: Többcélú, VR taktikai szimulátorrendszer egy lehetséges felépítése
Forrás: a szerző szerkesztése

Egy többcélú VR taktikai kiképzőrendszer jellemző felépítésének főbb moduljai láthatók a 2. ábrán. Az egész rendszer központi elemei a közös szimulációs szoftver [1] és a hozzá tartozó hardverelemek [2]. A központi elemek a 3D modellező eszköz [5] által készített jellemző környezeti digitális modelleket [7] tartalmazó feladatokat [6] mint különböző szimulációs helyzeteket képesek futtatni. A futtatás során az instruktorok az instruktori munkaállomás [3] segítségével követhetik a feladat végrehajtását, instrukciókat adhatnak, vagy akár a szimulációba is beavatkozhatnak. Az instruktori munkaállomás az utólagos kiértékelést és elemzést (AAR[5]) is lehetővé teszi a szervezetenként testreszabható kiértékelési modulokkal [8]. Az egyszerűen használható, felhasználóbarát feladattervező [4] és 3D modellező szoftverek [5] kihelyezhetők az adott szervezethez, kezelői akár az állomány átlagos informatikai ismeretekkel rendelkező tagjaiból is kiképezhetők.

Egy így felépített rendszer biztosítja a felhasználók számára a hosszú távú lehetőséget arra, hogy saját területükön kiképzési feladataikat frissíthessék, s a tapasztalatok alapján újakat hozzanak létre. A rendszer biztosítja azt is, hogy olyan szervezetek esetén, ahol a taktikai fogások vagy a már megtörtént eseteket feldolgozó feladatok, esetleg

[5] AAR – *after action review:* feladat végrehajtása utáni kiértékelés.

helyszínek, védendő információt jelentenek, mások számára ne legyenek elérhetők. A fejlesztést tehát a különböző szervezetek igényeinek figyelembevételével, de azoktól függetlenül (vagy laza függőségben) lehet végrehajtani, a fejlesztő cég vagy szervezet pedig azonos rendszereket tud karbantartani és továbbfejleszteni.

A taktikai kiképzésben alkalmazható VR-eszközök

Nagy vonalakban már megismertük a rendszer összetevőit és a taktikai kiképzés jellemzőit, érdemes tisztázni és behatárolni a másik kapcsolódó fogalmat, azaz hogy mit értünk VR-rendszerek alatt. Alapvetően több rokon megoldás létezik a nemzetközi irodalomban, ezeket összefoglaló néven kiterjesztett vagy alternatív valóságnak *(xR – extended reality)* hívják. Ezen belül három jól elkülöníthető megközelítését ismerünk:[6] a kibővített valóság, azaz AR *(augmented reality),* a virtuális valóság, azaz VR *(virtual reality),* valamint a kevert valóság, azaz az MR *(mixed reality).* Az AR, azaz kibővített valóság (itthon szokás kiterjesztett valóságnak is hívni) élő képre pozíció- és mérethelyesen tesz rá egy vagy több, számítógép által képzett háromdimenziós objektumot, esetleg kétdimenziós címkét az információátadás érdekében. Az interakció foka itt alacsony, az élő kép szemszögének pozicionálásával az objektumok a térben a „helyükön maradnak", mintha egy valóságos tér elemei lennének. A kevert valóság esetén szintén a valós környezetre kerülnek rá szintetikus elemek, de itt a környezet helyett már a digitális tartalmon van a lényeg, a környezet és a digitális elemek interakcióba léphetnek. Mivel a kevert és kibővített valóság esetén is láthatjuk a valós környezet is, mindkettő alapvetően a Milgram–Kishino-féle kevert valóság skálán helyezkedik el.[7] Eszerint a különbséget úgy lehet érzékeltetni, hogy míg a kibővített valóság egy digitális réteget generál a valós kép fölé (kibővíti a valóságot), addig a kevert valóság a fizikai valóságot vonja be a virtuális „élménybe" (kibővíti a virtualitást). A virtuális valóság (VR) esetén a teljes környezet és digitális tartalom is számítógép által generált, amiből következik, hogy az eszköz a felhasználó teljes látóterét kitakarja, így vizuálisan ő csak a virtuális környezetet érzékeli.

A három csoport közül a teljes látóteret kitakaró és valós háromdimenziós teret érzékeltető VR-eszközök a legígéretesebbek és legelterjedtebbek a taktikai kiképzés szempontjából. A helyszínek, környezetek, fényviszonyok és sok más paraméter akár végrehajtásról végrehajtásra változtatható, a különböző feladatok és környezetek közötti átállási idő rövid, a gyakoroltatás helyszükséglete viszonylag kicsi.

Az xR-eszközöknek nemcsak kiképzési, hanem harctéri használati lehetőségei is vannak. Az Egyesült Államok hadserege közel 22 milliárd dolláros szerződést kötött a Microsoft vállalattal, hogy a HoloLens technológiájukat alkalmazó eszközök fejlesztése által

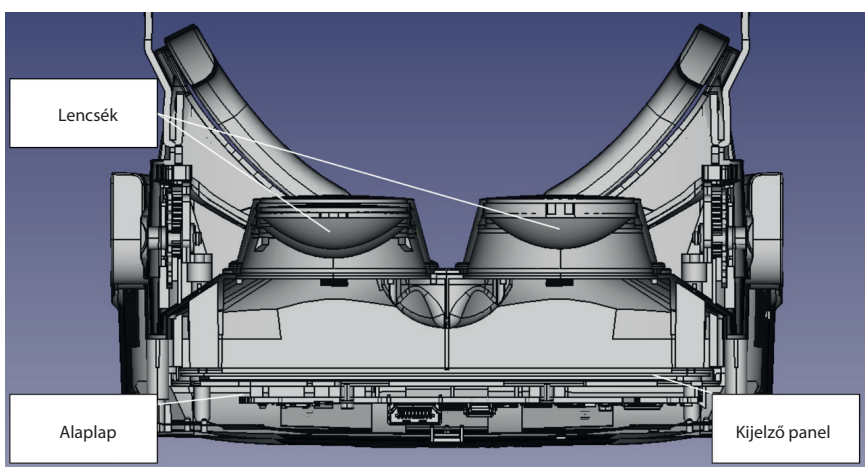
[6] Nancy Gupton – Patrick J. Kiger: What's the Difference between AR, VR, and MR? *The Franklin Institute,* 2017. szeptember 21. (2020. január 6.)

[7] Paul Milgram – Fumio Kishino: A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems,* 12. (1994), 12. 1321–1329.

a katonák helyzetfelismerő, helyzetértékelő[8] képességeit növeljék.[9] A fejlesztés alatt álló kevert valóság eszköz természetesen kiképzési célokra is használható, de mint a későbbi fejezetekben láthatjuk, egy többes felhasználású taktikai kiképzőeszköz követelményeit VR-eszközökkel hatékonyabban, jövőállóbban és olcsóbban is ki lehet elégíteni.

A VR-eszközök működése és technológiai hátterük

A VR-technológia műszaki megoldásait is érdemes röviden áttekinteni, azaz azt, hogy milyen hardvereszközök teszik lehetővé egy ilyen rendszer létrehozását. Az 1., 4., 5. és 6. ábrán különböző fejlettségi szintű, de azonos célú eszközök fényképeit láthatjuk. A hardverek száma, minősége és a rendszerbe való integráltsága alapvetően adja meg az eszköz által elérhető tudástranszfer színvonalát. Mindhárom képen láthatjuk a VR-szemüveget, avagy HMD-t[10] (4. és 5. ábra [1]), amely a felhasználó teljes látóterét kitakarja, és amely a sztereoszkopikus, teljes háromdimenziós vizuális érzékelést tesz lehetővé, emellett térhatású hangot szolgáltat. A HMD-ben a mobiltelefonhoz hasonló méretű kijelzőpanelek kaptak helyet, ezek külön-külön képet szolgáltatnak a bal és a jobb szem számára. Ettől 4–5 cm-re levő, nagy görbületű speciális lencsék teszik láthatóvá a felhasználónak a körülbelül fél méter fókuszálási távolságban érzékelt, viszonylag nagy látómezőt elfoglaló képet.



3. ábra: Az Oculus Rift DK2 HMD-jének metszete
Forrás: https://github.com/facebookarchive/riftdk2 alapján a szerző szerkesztése

[8] Situational awareness.
[9] Debora Bach: *U.S. Army to Use HoloLens Technology in High-Tech Headsets for Soldiers.* 2021. június 8.
[10] HMD – *head mounted display:* fejen viselt kijelző, azaz a virtuális valóság „szemüveg” vagy „sisak”.

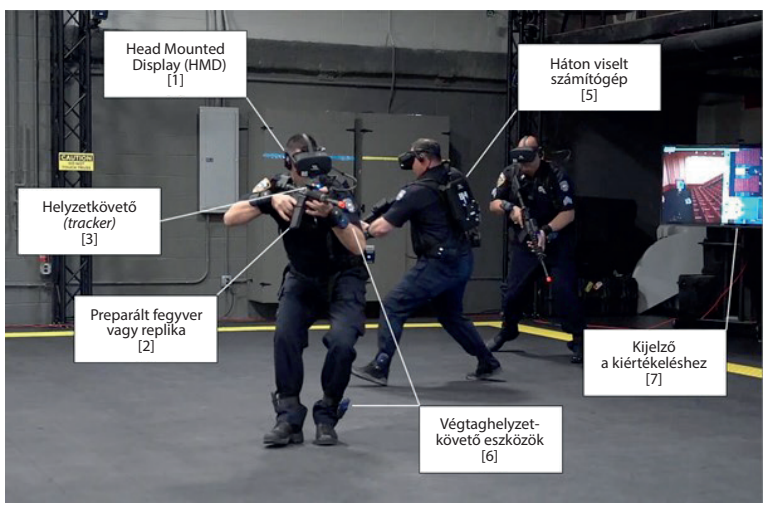
A fent leírt HMD-k azonkívül, hogy valós háromdimenziós képet érzékeltetnek a felhasználóval, szenzorokkal vannak felszerelve, amelyek lehetővé teszik a taktikai kiképzésben elengedhetetlen természetes bevitelt. Ez azt jelenti, hogy az indirekt számítógépes interfészek, mint az egér vagy billentyűzet helyett a mozgás átvitele a virtuális térbe a felhasználó saját mozgásának digitalizálásával történik meg. A valóssal közel azonos látótér mellett, a fejünk mozgatásával tehát a virtuális világban is körbenézhetünk. A természetes bevitel alatt tehát azt értjük, amikor a saját mozdulataink indirekció nélkül, természetes és automatikus módon áttevődnek a szimulációs környezetbe.

Szükség van egy nagy számítási kapacitású és erős 3D grafikus képességekkel rendelkező számítógépre, amely a dinamikus és nem helyhez kötött mozgás érdekében a legtöbb rendszernél egy a felhasználó hátán viselt számítógépet jelent (5. ábra [5]). A szimulációt futtató számítógépet külön is el lehet helyezni, de ez esetben kábellel (4. ábra [4]) vagy a szabad mozgás érdekében, pár éve elterjedt megoldással, vezeték nélküli adapteren keresztül lehet csatlakoztatni. Az eddigi felsorolt eszközök teljesen azonosak a videójátékiparban kifejlesztett és forgalomba került VR-eszközökkel, és kiképzőeszközként való használatukhoz a megfelelő szoftver mellett már csak egy további hardverelem szükséges, amellyel a lőfegyver vagy fegyverreplika pontos pozícióját és az elsütést lehet regisztrálni. Ez a hardverelem a *trakcer,* azaz egy pozíciókövető berendezés, amellyel valós tárgyak helyzetét vihetjük be a szimulációba. A szórakoztatási célú VR-rendszerek általában multifunkcionális, a kéz funkcióit imitáló trackereket használnak a virtuális térben történő interakciókhoz, de ez a taktikai kiképzőeszközök esetén nem elégséges.

4. ábra: Az amerikai légierő 92nd Security Forces Squadronjának katonája VR-kiképzés közben, Street Smarts VR-eszközzel

Forrás: www.fairchild.af.mil/News/Photos/igphoto/2002626942/ alapján a szerző szerkesztése

A pozíciókövető berendezések térbeli geometriai alakzatba (általában henger) rendezett infravörös LED-eket[11] tartalmaznak, amelyek fényét, ezáltal pozícióját a HMD-n vagy külső bázisállomásokon elhelyezett kamerák érzékelik. Az infravörös LED-ekből kirajzolódó, kamera által látott kép és a trackerbe épített inerciális szenzorok (g-szenzor, gyorsulásérzékelő, giroszkóp) adatai alapján a tracker térbeli pozíciója, helyzete nagy pontossággal és kis késleltetéssel meghatározható, így az ahhoz rögzített tárgy bevihető a virtuális térbe. A taktikai kiképzőeszköz esetén ez általában fegyver, valamilyen személyi eszköz követését jelenti, mint ahogy a 4. ábrán láthatjuk a szolgálati pisztolyba helyezett speciális tárat, a hozzá rögzített mozgáskövető berendezéssel [3]. Itt is a természetes bevitel megteremtése a cél, azaz a virtuális fegyver pozícióját és irányát, ezáltal a lövés irányát a valós fegyver helyzete határozza meg. Ezenfelül már csak az elsütés pillanatát kell regisztrálni és a szimulációba juttatni, ami többféle megoldással is lehetséges, akár a tracker is kiegészíthető ilyen érzékelővel. A szimuláció minőségét és a feladat-végrehajtás kiértékelési lehetőségeit további hardverelemekkel lehet növelni, mint például a testhelyzet követésére szolgáló trackerek elhelyezése a végtagokon (5. ábra [6]) vagy a fizikai (haptikus) visszajelzést szolgáltató speciális kesztyűk, esetleg a testre szerelt találatjelzők.[12] Hasznos eleme még a kiképzőeszközöknek a nagy méretű hagyományos kijelző vagy kivetítő (5. ábra [7]), amelyen a végrehajtás valós időben követhető, illetve kiértékelés során visszajátszható.



5. ábra: A V-Armed VR-kiképzőrendszer használat közben
Forrás: www.unrealengine.com/en-US/spotlights/efficient-police-virtual-training-environment-in-vr-by-v-armed alapján a szerző szerkesztése

[11] *Light-emitting diode:* fényemittáló dióda, alacsony energiaigényű fényforrás.
[12] Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – technológiai háttér (II. rész). *Haditechnika,* 55. (2021), 3. 8–16.

A VR-rendszerek alkalmazhatósága a taktikai kiképzésben

Külföldi tapasztalat és korszakok

VR taktikai kiképzőrendszerek már több mint egy évtizede megjelentek, az első ismert ilyen fejlesztés a Raytheon cég VirtSim rendszere, ami mai napig is használatban van, illetve modernizált változatát Dauntless néven kiképzési[13] és szórakoztatási célokra is alkalmazzák. Azóta, a technológia könnyű hozzáférhetősége miatt számos cég alkotott ilyen kiképzőrendszert, az ázsiai és észak-amerikai gyártókon túl holland, svájci és belga megoldásokkal is találkozhatunk. Ezek a rendszerek különböző követelményrendszerek mentén készültek, a legtöbb esetben a megrendelő igényeire szabva, illetve a technológiai lehetőségeket figyelembe véve. A 2010-es évben az Egyesült Államok hadserege egy másik, manapság már kezdetlegesnek tűnő, VR-alapú rendszert kezdett el bevezetni, a gyalogos katonákat kiképző rendszert (*dismounted soldier training system* – DSTS). Ez alapjául a cseh Bohemia Interactive Simulations Virtual Battlespace (VBS) 2 szoftvere szolgált, és annak munkaállomásaiból és egy viselhető hardvereszköz-rendszerből állt. A FITE JCTD jelentés szerint[14] a kiértékelés során megállapították, hogy a rendszer megfelel az előzőleg megfogalmazott hét követelménynek. Ezek a követelmények nagy részben megfelelnek a korunkban is szükséges, későbbiekben tárgyalt kívánalmaknak. A DSTS nagyon összetett, a teljes harctér szimulálását tűzte ki célul, így több kiegészítő munkaállomással is fel van szerelve, amelyek többek között további virtuális harctéri szereplők viselkedését vezérlik (félautomata erőket vezérlő munkaállomások), valamint az eredeti tervek szerint a szimulációban részt vevőknek lehetősége volt a tüzérségi és egyéb támogató csapatokkal kommunikálni, azok segítségét kérni.[15]

A rendszer leszállítása során, technikai nehézségek miatt a rendszer képzési képességeit is csökkentették, illetve az üzemeltetés nehézkes volt, nagy létszámú technikai apparátusra volt szükség. A rendszer kiképzésbe integrálását 2012 és 2015 között vizsgáló, szöveges visszajelzéseken alapuló kutatás[16] főleg a technológia kiforratlansága miatti problémáról számolt be, viszont a fejlesztési javaslatokat tartalmazó, építő jellegű kritikák és kiképzésben való felhasználhatóság pozitív visszajelzései is nagy számban megjelentek.

A VirtSim és a DSTS első verziói a VR-eszközök széles körű elterjedése előtti időszakból származnak, és viszonylag kezdetleges, első generációs technológiát alkalmaztak. Azóta a VR-technológia sokat fejlődött, az említett rendszereknek újabb verziói is

[13] Ismert VirtSim és Dauntless felhasználók: Presidential Guard Command, Abu Dhabi, UAE; Polisi Ozel Harekat (SWAT), Ankara, Turkey; Australian Army, Townsville, QLD Australia stb.

[14] Future immersive training environment (FITE) joint capability technology demonstration (JCTD): jövőbeni immerzív kiképzési környezet, többfegyvernemi képesség technológiai demonstrátor projekt.

[15] Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek (IV. rész). *Haditechnika,* 55. (2021), 5. 2–7.

[16] Emilie A. Reitz – Kevin Seavey: *Virtual Dismounted Infantry Training: Requiem for a Dream*. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2016.

megjelentek. A fejlődés alapja, hogy a mikroelektronika egyre több lehetőséget biztosított, a kijelzők felbontása és fényereje javult, az inerciális szenzorok, egységek (IMU[17]) pontossága és integráltsága nőtt, méretük, áruk drasztikusan csökkent. A számítási kapacitás és grafikus képességek növekedése a hardvereszközök méretének csökkenése mellett szintén jó hatással volt a területre. A Facebook Oculus Quest VR készletei,[18] amelyek önálló, számítógép nélkül használható eszközök, a teljes szimulációkhoz szükséges hardverkörnyezetet a HMD-be integrálják mobiltelefonokban is alkalmazott technológiákat felhasználva, méghozzá úgy, hogy az eszköz képességei a pár évvel azelőtti, különálló számítógépet igénylő rendszerek képességeit megközelítik. A videójátékszoftverek területén elterjedtek az agilis fejlesztési módszertanok, amelyek gyorsabb piacra lépést tettek lehetővé a felhasználók általi gyors visszacsatolásra építve. Az olcsó és jó minőségű VR-technológia gyors fejlődését és széles körű elterjedését főleg a szórakoztató- és videójáték-ipar teremtette meg, amelynek egyik úttörője az Oculus volt, amely olcsón készített fejlesztői készleteket, mint az Oculus Rift DK1 és DK2.[19] Ezeknek a készleteknek a teljes tervdokumentációja mára már bárki számára hozzáférhető,[20] de magas technológiai fölénye ellenére a megjelenésük korában is csupán 300 dolláros árban lehetett az HMD-khez hozzájutni. A hardvereszközök és a szoftverfejlesztési módszertanok fejlődésével párhuzamosan a 3D programozói keretrendszerek is egyre könnyebben használhatókká váltak, manapság a Unity[21] vagy Unreal[22] szoftverkörnyezetek segítségével és programozói tudással órák alatt működőképes, VR-ban használható szimulációt lehet összeállítani.

Ebben a környezetben sorra jelennek meg a cégek, amelyek rendészeti vagy katonai képzési célokra alkalmazható VR-kiképzőeszközöket ajánlanak, főleg második generációs VR-készletekre építve, mint a például a szolnoki szimulátorközpontban alkalmazott HTC Vive.[23] Ezek a kiképzőrendszerek a fejlesztéskor elérhető technológiától, a befektetett erőforrásoktól és a megcélzott képességektől függően igen eltérő lehetőségeket biztosítanak, de a velük szemben támasztott követelmények nagyrészt azonosak, és szakértők bevonásával viszonylag jól behatárolhatók.

[17] IMU, *inertial measurement unit* (inerciális mérőegység): csipbe integrált szenzoreszköz, amely gyorsulásmérőket, gravitációs szenzort, valamint giroszkópokat tartalmaz, célja pedig egy inerciális referencia koordináta-rendszerben nagy pontossággal mérni és szolgáltatni gyorsulási és elfordulási értékeket.

[18] *Quest 2*. (É. n.) Online: www.oculus.com/quest-2/

[19] DK – development kit: a fejlesztőknek szánt hardver- és szoftverkészletek.

[20] Patel, Nirav: *Oculus Developer News.* 2017. október 10.

[21] Unity fejlesztői keretrendszer. Lásd: https://unity.com/

[22] Unreal fejlesztői keretrendszer. Lásd: www.unrealengine.com/

[23] Lásd a HTC Vive rendszer gyártói honlapját: www.vive.com/eu/.

A főbb követelmények áttekintése

Ahhoz, hogy a kiképzőeszköz a célnak valóban megfeleljen, szigorú követelményrendszert kell felállítani. Az alábbi, szakmai szempontból meghatározott főbb követelmények egy része a hardver technológiai paramétereivel szemben támasztható, másik része pedig a szoftvermegoldás képességeivel kapcsolatos.

Az egyik kulcsszó és általános elvárás az ilyen kiképzési eszközöknél az immerzivitás. Az immerzivitás ez esetben a beleélhetőséget, avagy saját jelenlét érzetét jelenti, és a felszerelés képességeitől függően különböző szintjei lehetnek. A megfelelően immerzív eszköz esetén a felhasználó teljesen kizárja, „elfelejti" a külvilágot, olyan szinten képes megélni a szimulációt, amely a valós végrehajtáshoz közeli fiziológiai változásokat (stressz) eredményez,[24] és mélyebb bevésődéshez vezet.[25]

Az immerzivitás egyik alapja a korábban már említett, a digitális világba természetes, indirekció nélkül történő bevitele az emberi mozgásnak. A fej és végtagok mozgása tehát a szimuláció végrehajtása során azonos a valós mozgásokkal. A mozgás bevitelénél fontos tényező a rendszer és elemeinek reakcióideje, azaz a bevitel minél kisebb késleltetéssel történjen meg. Egy fegyver célra tartása, tüzelés, körbenézés, fedezék mögül történő kihajolás gyakorlása során nemcsak a szimulált helyzetben történő döntéshozatalt lehet megtanulni, hanem az izommemória is kialakul. A fegyvereket és egyéb személyi eszközöket ezért valamilyen technikai megoldással (trackerek) digitalizálni kell, és a szimuláció során azokat a valóssal azonos módon kell tudni működtetni. Az izommemória pontos kialakítása érdekében a szoftver- és hardverelemek hangolása által a szögek és méretek érzékelésének a virtuális és valós térben egyeznie kell.

A beleélhetőség, immerzivitás másik fontos feltétele a minél valósághűbb audiovizuális ingerek közlése, amely az alkalmazott hardvereszköztől, a HMD-től függ. A kijelzők felbontása, fényereje és látótere a szimulációban történő vizuális tájékozódáshoz, a környezet elemeinek és szereplőinek felismeréséhez, valamint a veszélyek azonosításához elengedhetetlen. A látott kép minőségétől például nagyban függ az a távolság, amelyen belül a feladat végrehajtható, a célok azonosíthatók és leküzdhetők. A térhatású, háromdimenzióban érzékelt hangok, hanghatások is a tájékozódást szolgálják, kiegészítve a látott képet.

Az immerzivitást biztosító tényezők főleg a hardver típusának és kiegészítő eszközeinek függvénye. A kereskedelmi forgalomban kapható és itt is alkalmazható hardverelemek minősége folyamatosan javul, a rendszer szempontjából ezt figyelembe véve

[24] Adam Halley-Prinable: *The Oculus Rift and Immersion through Fear.* Bournemouth, Bournemouth University, School Of Design, Engineering & Computing, 2013.

[25] Fabrizia Mantovani – Gianluca Castelnuovo: Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through Learning Experience in Virtual Environments. In Giuseppe Riva – Fabrizio Davide – Wijnand A. IJsselsteijn (szerk.): *Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments.* Amsterdam, Ios Press, 2003. 164–181.

gyártó- és típusfüggetlen megoldást kell előnyben részesíteni. A további követelmények főleg már a szimulációt futtató szoftverrel szemben támasztandók.

Képesnek kell lenni különböző kiképzési szituációk szimulálására különböző nehézségi szinteken, a lehető legtöbb paraméter hangolhatósága mellett, rajszintű egységek részére. A paraméterezhetőség a tanulóközpontú képzés szempontjából fontos, mivel az egyéni képességek fejlesztése ezeken keresztül hatékonyan valósulhat meg.[26] A különböző feladatok tehát a különböző valós szituációk sikeres megoldásának valószínűségét növelhetik, a nehézségének, dinamikájának hangolása pedig az egyének, csapatok képességeinek fokozatos kialakítását segítik.

A virtuális valóságban végrehajtott szimulációk környezetének változtathatónak kell lennie mind napszak, fényviszonyok, mind területi, környezeti jellegzetességek szempontjából. Az adott környezet, kultúra jellemző viselkedésformáit, vizuális támpontjait, dinamikáját is modellezni kell mind baráti, mind ellenséges, mind civil környezeti szereplők esetén. A környezeti szereplőknek, azaz a szimulált környezetben, számítógép által vezérelt karakterek viselkedésének valószerűsége is elengedhetetlen. Az épületek, műtárgyak, valamint a virtuális szereplők célballisztikai modellezése is alapvető igény, mivel a feladat-végrehajtások során – a biztonság érdekében – figyelembe kell venni a lehetséges lövedékgurulatokat, -áthatolásokat.

6. ábra: Feladat-végrehajtás utáni kiértékelés a holland RE-liON cég Blacksuit rendszerével
Forrás: www.re-lion.com/blacksuit.html

A rendszernek kulcseleme, hogy a végrehajtást – azontúl, hogy kiképzői felügyelet mellett történik – a teljes adattartalommal rögzítik, az visszajátszható és kiértékelhető. A kiképzők így szemléletesen és teljes mélységben, szisztematikusan tudják kiértékelni

[26] Paula J. Durlach – Jessica Ray: *Designing Adaptive Instructional Environments: Insights from Empirical Evidence.* Technical Report 1297. U.S. Army Research Institute for Behavioral and Social Sciences, 2011.

a kiképzettek teljesítményét, döntéseit és az egyéb végrehajtási paramétereket, ami nagyban növeli a kiképzés hatékonyságát.[27]

A cikkben felvázolt taktikai kiképzőrendszer egy önállóan is hatékonyan használható alaprendszer, de ebben a formában viszonylag kis területen végrehajtott, ember-ember vonatkozású konfliktus gyakoroltatására szolgál. A katonai rendszerek esetén, mint például a DSTS, további követelmény a hadszíntér résztvevőinek szélesebb körű modellezése, azaz a különböző egységek és támogató erők bevitele a rendszerbe. Ezt további fejlesztések által, más szimulátorrendszerekhez interfészeken történő fokozatos csatoláson keresztül lehet elérni.

Következtetések

A VR-alapú taktikai kiképzőrendszerek számos előnnyel rendelkeznek. Az immerzivitás által a tudásátadás hatékonysága magasabb, mint más interaktív módszereké, ezáltal az állomány számára a készségek és taktikai döntéshozatali képességek magasabb minőségű elsajátítása lehetséges. A képzési, gyakoroltatási költségek csökkennek, a képzést szinte bárhol végre lehet hajtani, emiatt a képzés volumene növelhető. Alfred Grey amerikai tengerészgyalogos tábornok nevéhez fűződő szállóige, miszerint „minden tengerészgyalogos elsődlegesen és elsősorban lövészkatona", azt jelenti, hogy a fegyveres szervezeteknél szolgálatot teljesítőknek lőfegyverüket biztonsággal és hatékonyan kell tudniuk alkalmazni, legyen az irodai szolgálatot ellátó személy, repülőgép-vezető vagy akár harci tapasztalatot szerzett különleges egység tagja. Annak ellenére, hogy az állomány nagy része nem találkozik szolgálata során olyan éles helyzettel, amikor a taktikai képzésben, lőkiképzésben tanultakat alkalmaznia kellene, a költséghatékony VR-képzés szélesebb körben lehetővé teszi az ilyen irányú felkészítést, a valós helyzetek megértését. A VR-eszközök továbbá nemcsak képzésre, hanem rendészeti beavatkozó egységek műveleteinek előzetes elgyakorlására is alkalmazhatók. A szimulációs eszközök esetén a feladatok végrehajtásának minden paraméterét kiértékelik, ezért az egyéni képzettségi színvonal mérhető. A jövőben ez megteremti a tanulóközpontú képzés és – a keletkező adatokon – a mesterségesintelligencia-alapú elemzés lehetőségét. Természetesen a technológiának vannak olyan korlátai, amit figyelembe kell venni: a képzési célokat és feladatokat pontosan meg kell tervezni, ezért az ilyen módszereket a hagyományos kiképzési formákkal együtt kell alkalmazni.

Mint ahogy a sorra megjelenő rendszerek bizonyítják, ilyen eszköz fejlesztése a rendelkezésre álló, kereskedelmi forgalomban kapható hardverelemek és szoftveres keretrendszerek mellett egy képzett szoftverfejlesztő csapatnak már szinte rutinfeladat. A kiképzésszakmai hátteret biztosítva, a többes rendeltetés elvét megtartva hazánkban

[27] Anton J. Villado – Arthur Winfred Jr. – Winston Bennett: *After-Action Review Training Approach: An Empirical Test.* 24th Annual Conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, 2009. április. 13.

egy világszínvonalú termék fejleszthető és gazdaságosan üzemeltethető hosszú távon. Emellett a külföldről vagy a hazai képzési igényektől függetlenül fejlesztett eszközök beszerzése kockázatos lehet a hatékonyság, a jövőállóság és a hosszú távú költséghatékonyság szempontjából. Mind a technológia, mind hazánk céljainak és lehetőségeinek szempontjából optimális időszakban vagyunk egy ilyen rendszer kialakításához.

Felhasznált irodalom

Bach, Debora: *U.S. Army to Use HoloLens Technology in High-Tech Headsets for Soldiers.* 2021. június 8. Online: https://news.microsoft.com/transform/u-s-army-to-use-hololens-technology-in-high-tech-headsets-for-soldiers/

Durlach, Paula J. – Jessica Ray: *Designing Adaptive Instructional Environments: Insights from Empirical Evidence.* Technical Report 1297. U.S. Army Research Institute for Behavioral and Social Sciences, 2011.

Gupton, Nancy – Patrick J. Kiger: What's the Difference between AR, VR, and MR? *The Franklin Institute,* 2017. szeptember 21. (2020. január 6.) Online: www.fi.edu/difference-between-ar-vr-and-mr

Halley-Prinable, Adam: *The Oculus Rift and Immersion through Fear.* Bournemouth, Bournemouth University, School Of Design, Engineering & Computing, 2013.

Magyar Honvédség Bakony Harckiképző Központ Szervezeti és Működési Szabályzata 2017. 2017. május. Online: https://webtar.kozadat.hu/webfarm/download/mhbhk/tev_muk_adat/kozerd_igeny/MH-BHK-SZMSZ.2017.-05.-30-hiteles.pdf

Mantovani, Fabrizia – Gianluca Castelnuovo: Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through Learning Experience in Virtual Environments. In Giuseppe Riva – Fabrizio Davide – Wijnand A. IJsselsteijn (szerk.): *Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments.* Amsterdam, Ios Press, 2003. 164–181. Online: http://doi.org/10.1089/109493103322725487

Milgram, Paul – Fumio Kishino: A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems,* 12. (1994), 12. 1321–1329.

Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – technológiai háttér (II. rész). *Haditechnika,* 55. (2021), 3. 8–16. Online: http://doi.org/10.23713/HT.55.3.02

Németh András – Virágh Krisztián: Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek (IV. rész). *Haditechnika,* 55. (2021), 5. 2–7. Online: http://doi.org/10.23713/HT.55.5.01

Patel, Nirav: *Oculus Developer News.* 2017. október 10. Online: https://developer.oculus.com/blog/open-source-release-of-rift-dk2/

Quest 2. (É. n.) Online: www.oculus.com/quest-2/

Reitz, Emilie A. – Kevin Seavey: *Virtual Dismounted Infantry Training: Requiem for a Dream*. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2016. Online: www.researchgate.net/publication/312083833

Villado, Anton J. – Arthur Winfred Jr. – Winston Bennett: *After-Action Review Training Approach: An Empirical Test.* 24th Annual Conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, 2009. április.

A Katonai Műszaki Doktori Iskolában folyó képzés és fokozatszerzés igen széles kutatási palettát jelent. A haditechnikai fejlesztések mellett – azokkal párhuzamosan – kiterjedt kutatások folynak a katasztrófavédelem és a vízügyi kérdések területén is. Úgy is mondhatjuk, hogy a doktori iskola három lábon áll.

Ez a sokszínűség nagy lehetőségeket rejt. Az eltérő tudományágakban kutató doktoranduszok közvetlenül látnak rá más tudományterületek módszereire, eszközeire, kutatási témáira, amelyekből új inspirációkat nyerhetnek. Általános jelenség ez a tudományos kutatásban, így ezeket a lehetőségeket mi sem hagyhatjuk ki.

A doktori iskolában folyó kutatásokkal szemben elvárás, hogy az új tudományos eredmények hasznot hozzanak. Ez a követelmény a doktori iskola mindhárom területére vonatkozik. Ez a kötet egyik eleme ennek a felelősségteljes munkának.