

Nemzeti Közsolgálati Egyetem

Doktori (PhD) értekezés

Kovács Gergely

Budapest, 2025.

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
HADTUDOMÁNYI ÉS HONVÉDTISZTKÉPZŐ KAR
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA

Kovács Gergely

KORSZERŰ ESZKÖZÖK ÉS ELJÁRÁSOK A VÉDELMI
TEVÉKENYSÉGGEL ÉS MŰVELETEKKEL
ÖSSZEFÜGGŐ KÖRNYEZETKÁROSÍTÁS
MEGELŐZÉSÉRE ÉS A KÁROK FELSZÁMOLÁSÁRA

Doktori (PhD) értekezés

Témavezető:

Dr. Hornyacsek Júlia (PhD)

témavezető

Budapest, 2025

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS.....	5
A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA	6
A KUTATÁS HIPOTÉZISEI	10
A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI.....	11
A KUTATÁS MÓDSZEREI.....	13
A KUTATÁSI TÉMA KÖRÜLHATÁROLÁSA, SZŰKÍTÉSE	15
AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE	16
A RELEVÁNS SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE	18
1 A KÖRNYEZETI KIHÍVÁSOK ÉS AZ AZOKRA ADOTT VÁLASZOK A VÉDELMI (KATONAI) SZFÉRÁBAN	27
1.1 KÖRNYEZETVÉDELMI ALAPVETÉSEK ÉS A VÉDELMI TERÜLET KÖRNYEZETRE GYAKOROLT HATÁSAI.....	32
1.2 A KÖRNYEZETTERHELÉS ÉS KÁROSÍTÁS CSÖKKENTÉSÉT CÉLZÓ VÁLASZOK	36
1.2.1 A környezetvédelmi törekvések nemzetközi szabályozói háttere és a környezetvédelmi programok ..	36
1.2.2 Egyéb környezetvédelmi eszközök.....	42
1.2.3 Magyarországi környezetvédelmi szabályozók stratégiák és programok	45
1.3 A KÖRNYEZETTUDATOS HAZAI KATONAI TEVÉKENYSÉGEK FŐBB CSOPORTJAI ÉS A KÖRNYEZETVÉDELMI TEVÉKENYSÉGEK MEGVALÓSULÁSA	49
1.4 DIGITÁLIS ÉS TECHNOLÓGIAI INNOVÁCIÓK A KÖRNYEZETTERHELÉS SZOLGÁLATÁBAN A VÉDELMI SZÉKTORBAN	56
1.5 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK.....	61
2. A VR-TECHNOLÓGIA VÉDELMI KÉPZÉSBE VALÓ INTEGRÁCIÓJÁNAK TECHNOLÓGIAI ÉS PEDAGÓGIAI HÁTTERE.....	65
2.1 A VR HARDVER- ÉS SZOFTVERHÁTTERE, LEHETŐSÉGEK ÉS ÚJÍTÁSOK A VÉDELMI TERÜLETEN	68
2.2 AZ IKT-ALAPÚ ÉS VR-TÁMOGATOTT KÉPZÉS PEDAGÓGIAI SZEMPONTÚ ELŐNYEI A VÉDELMI SZFÉRA OKTATÁSI RENDSZEREIBEN	76
2.3. A VR-ESZKÖZÖK VÉDELMI TERÜLETEN VALÓ ALKALMAZÁSÁT LEHETŐVÉ TÉVŐ SPECIÁLIS TECHNOLÓGIAI JELLEMZŐK	85
2.4. JÖVŐBELI TRENDK ÉS INNOVÁCIÓK A VÉDELMI VR TECHNOLÓGIÁBAN.....	89
2.5. MŰSZAKI ÉS EGÉSZSÉGÜGYI KIHÍVÁSOK ÉS KORLÁTOK A VÉDELMI VR ALKALMAZÁSOKBAN	91
2.6 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK.....	95
3 A VR-SZEMÜVEG HASZNÁLATA SORÁN FELMERÜLŐ ÉRZETEK C. KUTATÁS ALAPVETÉSEI ÉS BEMUTATÁSA	97
3.1 A VIRTUÁLIS VALÓSÁG TECHNOLÓGIA EGÉSZSÉGÜGYI ÉS PSZICHOLÓGIAI HATÁSAINAK ELMÉLETI HÁTTERE, A KUTATÁS ALHIPOTÉZISEI, CÉLJA, MÓDSZEREI	98
3.2 A KUTATÁS FŐBB LÉPÉSEI, A KÉRDŐÍV, A KÍSÉRLETI KERET ÉS A MINTA ALAKULÁSA	102
3.3. A KUTATÁS EREDMÉNYEINEK BEMUTATÁSA	109
3.4 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK.....	119
4. A VR-ESZKÖZ KIVÁLASZTÁSÁNAK ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI KÉRDÉSEI.....	125
4.1 A KUTATÁS ALAPVETÉSEI, ALHIPOTÉZISEI, CÉLKITŰZÉSEI, MÓDSZEREI	127
4.2 MINTAVÉTELEZÉS, ADATGYŰJTÉS ÉS AZ ADATBÁZIS KÉSZÍTÉSE	131
4.3 A MINTA ÉS A NYERT ADATOK BEMUTATÁSA.....	135
4.4 ESZKÖZVÁLASZTÁSI MÓDSZERTAN.....	148
4.5. SZÁMÍTÁSOK 3 ALAPVETŐ ESZKÖZKATEGÓRIÁRA	154
4.5.1 Alapvető kiképzési célra használt SST headset kiválasztása.....	154
4.5.2 Professzionális taktikai lövész vagy pilóta képzésnél használt headset kiválasztása	159
4.5.3 MR döntéstámogatás: egészségügyi szakfeladat és logisztika megoldások területén használt headset kiválasztása	166
4.6 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK.....	172
ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK	174
ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	180

AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI.....	181
A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA.....	183
FELHASZNÁLT IRODALOM.....	184
FELHASZNÁLT SZABÁLYOZÓK.....	193
A SZERZŐ TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓI	195
MELLÉKLETEK:.....	196
1.1. SZ. MELLÉKLET: FOGALMAK ÉS RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE.....	198
1.2. SZ. MELLÉKLET: ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	204
2.1.SZ. MELLÉKLET - HADIK XR SST RENDSZER LEÍRÁSA.....	206
3.1.SZ. MELLÉKLET KÉRDŐÍV A VR-SZEMÜVEG HASZNÁLATA KÖZBEN KELETKEZŐ ÉRZETEK MÉRÉSÉRE	208
4.1.SZ. MELLÉKLET: KIVÁLASZTÁS / PONTOZÁS TÁBLÁZAT: AZ ADATTÁBLA ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ.....	215
4.2. SZ. MELLÉKLET – A KATEGÓRIÁK FELOSZTÁSA C. TÁBLÁZATBAN SZEREPLŐ VÁLTOZOK MAGYAR FORDÍTÁSA KATEGÓRIÁNKÉNT CSOPORTOSÍTVA	225
4.3. SZ. MELLÉKLET – „KIVÁLASZTÁSI KATEGÓRIA” BŐVÍTETT CSOPORT-LEÍRÁSAI.....	227
4.4. SZ. MELLÉKLET - VR/MR SZEMÜVEGEK ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZAT	230

BEVEZETÉS

Napjainkban egyre inkább előtérbe kerülnek azok a kérdések, amely a környezetünk állapotának megőrzését, a környezetterhelés csökkentését, a környezetkárosítás elkerülését vetik fel. E témakör nemcsak a szakembereket, az állampolgárokat, hanem a tudóstársadalmat is foglalkoztatja, melynek eredményeként megnövekedett az ezzel kapcsolatos kutatások száma. A védelmi szektorban is stratégiai kérdéssé vált a környezetvédelmi célkitűzések megvalósításában való részvétel. Nyilvánvaló azonban a biztonságért folytatott tevékenységek és a fenntarthatóság kettőssége, amely kihívás elé állítja a védelmi szervezetek vezetőit és szakembereit egyaránt. A társadalmi elvárások, a globális környezetvédelmi célkitűzések és a nemzetközi szabályozói keretrendszerek egyaránt azt sugallják, hogy a védelmi területen a klasszikus, eredményközpontú gondolkodásnak világszerte új, holisztikus nézőpontokkal kell kiegészülnie. A hagyományos infrastruktúra-központú létesítés, működés, üzemeltetés és fenntartás mellett például, egyre nagyobb hangsúlyt kap a működés hosszú távú fenntarthatósága, a szervezeti ökológiai lábnyom csökkentésének igénye. A védelmi tevékenységek – kiképzések, gyakorlatok, szállítások és infrastrukturális fejlesztések stb. – hatása a környezetre ma már nem másodlagos szempont, hanem egy lehetséges környezetterhelés-csökkentő megoldás, amennyiben ezek tervezése és végrehajtása környezettudatos.¹

Kutatásom kiindulópontja az, hogy a gyorsan terjedő újszerű digitális technológiák – például a VR és MR² – képesek a környezetvédelmi célkitűzéseket szolgálni és a védelmi szakterület ezirányú törekvéseit segíteni. A környezetvédelem és a technológiai innováció viszonya különösen érdekes akkor, ha olyan eszközökről beszélünk, amelyeket eredetileg nem is környezetvédelmi céllal fejlesztettek, de használatuk során mégis környezetterhelés-csökkentő hatásuk van. Ezek a technikák robbanásszerűen törtek be a mindennapjainkba a védelmi területen is.

Ha figyelembe vesszük, hogy a VR-alapú képzések képesek lehetnek kiváltani a nagy energia- és erőforrás-igényű terepgyakorlatokat, csökkenthetik az utazási igényeket, és minimalizálhatják az oktatás és a terepi gyakorlatok³ környezeti lábnyomát, valamint a

¹ NAGY–HORNYACSEK 2014: 109–131

² VR (Virtual Reality) Virtuális Valóság: Olyan technológia, amely teljesen virtuális környezetet hoz létre, lehetővé téve a felhasználó számára a valóságtól független interakciót.

AR (Augmented Reality) Kiterjesztett Valóság: A valós világra vetített digitális elemeket integráló technológia, amely kiegészíti a környezetet digitális információkkal.

MR (Mixed Reality) Keverett Valóság: Olyan technológia, amely ötvözi a VR és AR elemeket, lehetővé téve a felhasználóknak, hogy a valós és a virtuális világ elemeivel egyaránt kölcsönhatásba lépjenek.

³ LESKÓ 2020: 111–127

művelet során keletkező hulladékot vagy anyaghasználatot is minimalizálhatják, akkor el kell fogadnunk, hogy nagy a jelentőségük. A kevert valóság (MR) rendszerek a fenti előnyökön túl a döntéstámogatás területén is hasznosak, hiszen olyan valós idejű információkhoz juttathatják a felhasználókat a döntéseikhez, amelyek révén csökkenthető a környezetterhelést fokozó vagy esetleg károkat okozó események elhárításának ideje, ezáltal mérsékelhető azok hatása is. Ezek az összefüggések azonban csak akkor lesznek mérhetők és érdemben elemezhetők, ha a kérdéskört komplexitásában kezeljük és nemcsak a technológia rendelkezésre állását, hanem az eszközök kiválasztásának kérdését és a rendszerek kiképzési és döntéshozatali struktúrákba való integrálásának hátterét is vizsgáljuk.

A tudományos probléma megfogalmazása

A XXI. század első évtizedeiben a biztonság fogalmának új értelmezési keretei alakultak ki, amelyek túlmutatnak a klasszikus katonai fenyegetések kezelésén. Kiemelt területté vált a környezetet érintő tevékenységek hatásának mérése és figyelemmel kísérése. Egyre inkább a gondolkodás szerves részévé vált a fenntarthatóság, a környezeti kockázatok, az energiatakarékos működés, valamint a technológiai tényezők kiegyensúlyozott együttműködése. Napjainkra nyilvánvalóvá vált, hogy a környezetvédelem össztársadalmi feladat, melyben minden szakterületre, szervezetre, intézményre és az állampolgárokra is jelentős szerep hárul. A védelmi szféra sem kivétel ez alól.

A nemzetközi és hazai szakirodalom (lásd később) egyaránt megerősíti, hogy a védelmi rendszerek működése jelentős környezeti terheléssel jár, amely nemcsak ökológiai, hanem társadalmi és gazdasági szempontból is kihívásokat jelent.⁴ A haditechnikai fejlesztések, a katonai kiképzések, valamint a logisztikai és műveleti tevékenységek optimalizálása során egyre fontosabbá válik tehát a fenntartható és környezettudatos működés biztosítása. A katonai szakterület törekszik arra, hogy a tevékenysége, működése környezettudatos legyen, minimalizálja a környezetterhelést, másrészt jó eredményekkel tesz is a környezet megóvásáért, hozzájárul a globális és lokális környezeti célok megvalósításához.

Ez azonban csak akkor lehet tartósan eredményes, ha ismerjük, hogy milyen hatása lehet a védelmi munkának és az arra való felkészülésnek a környezetre, mik lehetnek a környezeti kihívásokra adott válaszok a mindennapok során a védelmi területen. Jó eredmény a környezeti célkitűzésekben csak akkor várható, ha rendelkezésre állnak a jogszabályi keretek, vannak megfelelő programok és akciótervek és ismerjük azokat a korszerű módszereket és

⁴ MARLOK– TAKÁCS 2024: 19–37

eszközöket, amelyek a hazai és nemzetközi gyakorlatban szegregáltan már beváltak. Nemcsak ismerjük, de szervezeti szinten integráljuk őket a mindennapi tevékenységbe. Ezek aktualitásainak tudományos igényű feltárása ezért időszerű és hozhat a napi gyakorlatban hasznosítható eredményeket.

A digitális technológiák elterjedése és alkalmazása új korszakot nyit és számtalan szakmai eredményt hozott már, hiszen a védelmi szakterületen sok helyen kezdtek el alkalmazni újfajta digitális, például VR/MR rendszereket a kiképzési, döntéstámogatási és logisztikai folyamatok során, elsősorban költségcsökkentési, időhatékonysági és biztonsági megfontolásokból.⁵ Ezek lehetővé teszik a valós idejű döntéstámogatást vagy a gyakorlatok fizikai modellezését, amelyek révén csökkenthető a helyszíni gyakorlatok száma, a fizikai károsodás kockázata, valamint a gyakorlat környezeti lábnyoma is. Felmerül azonban, hogy a kérdés, hogy a helyenként spontán alkalmazási gyakorlat hozhat-e eredményt, egyáltalán mik azok a paraméterei ezeknek az eszközöknek, amelyekből biztonsággal kimondható a hasznosságuk. További kérdés, hogy az óriási választékból, amely ellepte a piacot, milyen jellemzők mentén válasszanak az eszközt alkalmazni kívánók, milyen tulajdonságok teszik az egyik technológiát egy adott feladatra alkalmasabbá, mint a másikat.

A problémakör túlmutat az alkalmazók szakmai körén, hiszen emellett tudományos elemzésekre és vizsgálatokra van szükség. A felvetett kérdések és összefüggések elemzése ezért időszerű és több tudományterület eredményeinek integrálását igényli, mint a hadtudomány, a környezetpolitika, az oktatásmélt, a technológiai fejlesztés határterületek eredményei. Csak ezeknek a területeknek az együttes figyelembevételével érthetjük meg valójában, hogy mit jelent a VR/MR technológiák tudatos, fenntartható, környezetterhelés csökkentő és emberközpontú integrációja a védelmi gyakorlatba.⁶

A védelmi szektor digitális modernizációja és a fenntartható működésre való törekvés olyan kihívás, amely túlmutat a hagyományos haditechnikai és stratégiai megközelítéseken.

A globális és hazai környezeti terhelés csökkentésére irányuló társadalmi és politikai elvárások, valamint a védelmi képzési rendszerek hatékonyságának növelése új szemléletmódot és eszközöket követel. Mindez különösen hangsúlyos lesz a jövőben a kiképzések és felkészítések területén, amelyek az ökológiai lábnyom növekedését okozhatják, különösen akkor, ha azok kizárólag valós térben, jelentős energia- és anyagigény mellett zajlanak. A jelenlegi képzési gyakorlatok ökológiai szempontú újragondolása tehát nemcsak fenntarthatósági kérdés, hanem a haditechnikai innovációk bevezetésének feltétele is.

⁵ Modern Battlespace 2023

⁶ BALATONI– MÁTHÉ– PONGRÁCZ– SZEGEDI 2023: 29–46

A VR-eszközök – különösen a kiképzési célú alkalmazások – adhatnak megoldást a problémákra, de nemcsak a környezeti kérdésekhez, hanem egy új tanulási kultúra hordozói is lehetnek a védelmi képzésekben, kiképzésekben, oktatásban. Ennek a kultúrának elengedhetetlen eleme a tanulási fokozatosság, a kognitív terhelés szabályozása, valamint a tanulási motiváció és a visszacsatolási mechanizmusok megerősítése. Annak megítélése azonban, hogy ezek a technikák megfelelnek-e a korszerű pedagógiai elvárásoknak, illeszkednek-e a pedagógia tudományának a tanulási hatékonyságról alkotott eredményeibe és megfelelő-e a motiválási, visszacsatolási stb. képességeik, kutatásokkal lehet csak eldönteni.

A második fő problémakör az, hogy bár a VR-alapú oktatás pedagógiai előnyeit elméletben egyre több kutatás hangsúlyozza – például a motiváció növekedését, a hibázás kockázatmentes környezetben történő gyakorlását vagy az aktív tanulás lehetőségét –, ezek a megközelítések azonban kevésbé igazítottak a védelmi képzés speciális sajátosságaihoz. A tanulási hatékonyságot ezeknek az eszközöknek az alkalmazásánál számos tényező befolyásolja, például a digitális kompetenciák szintje, a tanulók és oktatók eszközhasználati tapasztalata, a tanulási tér strukturáltsága, valamint az alkalmazott didaktikai modell típusa. A jelenlegi alkalmazási gyakorlatokban gyakran hiányzik azonban az egységes metodikai rendszer, amely figyelembe veszi a VR-képzések sajátos igényeit és lehetőségeit, különösen olyan érzékeny területeken, mint a döntéshozatal szimulációja vagy a helyzetfelismerés fejlesztése.

A virtuális és kevert valóság (VR/MR) alapú képzési rendszerek az utóbbi években felértékelődtek mint potenciális alternatívák, amelyek részben vagy egészben kiválthatják a fizikai gyakorlatokat. A kutatási kérdés itt nem csupán az, hogy a VR-gyakorlatok képesek-e ugyanolyan képzési eredményeket biztosítani, mint a hagyományosak, hanem az is, hogy ezek az eszközök hozzájárulhatnak-e a katonai szervezetek környezetvédelmi céljainak eléréséhez, beleértve a logisztikai mozgások, az anyagfelhasználás és az energiaigény mérséklését. Ennek megítélését segíthetik a témában folyó kutatások, ezért tehát napirendre kerülése időszerű.

E technikák megítélése gyakran még mindig a látványosság és újdonság szintjén marad, azonban csak akkor tudnak valódi változást hozni és a benne rejlő erősségeket beváltani, ha a bevezetését alaposan előkészített, például oktatásmódszertani és szervezeti háttér is támogatja⁷ és tudományos kutatások eredményeire épül.

⁷ KISS– UJVÁRI 2021: 14–22

Felmerül itt azonban egy újabb kérdéskör is! Ezek a technikák nagy távlatokat nyitnak, ugyanakkor új típusú kockázatokat is megjelentek. Az eddigi kutatások rámutattak, hogy az ilyen típusú rendszerek használata során felléphetnek különféle fiziológiai és érzékszervi terhelések – mint például szemfáradás, egyensúlyzavar, fejfájás vagy térérzékelési torzulás –, különösen akkor, ha a használat intenzív, tartós, vagy nem megfelelő ergonómiai környezetben történik. A cybersickness jelensége, valamint a figyelmi túlterhelés és az idegrendszeri fáradás komoly kihívást jelenthet a védelmi szektorban, ahol a felhasználók döntéshozatali gyorsasága, fizikai terhelhetősége és stressztűrő képessége alapvető követelmény. A jelenlegi tudományos háttér azonban még hiányos, így nem biztosít megfelelő támpontot arra, hogyan lehet ezeket a jelenségeket mérni, megelőzni vagy csökkenteni. A szimulátorbetegség, a kognitív túlterhelés, az eszközök ergonomikus korlátai és az egyénenként változó felhasználói fogékonyság olyan tényezők, amelyek befolyásolják a felhasználói élményt és végső soron a tanulás eredményességét is.⁸ A téma kutatása tehát elengedhetetlen a technológia felelős és fenntartható integrációjához, hiszen ezek a későbbiekben nem csupán egyéni szinten jelentenek kihívást, hanem rendszertervezési és oktatáspolitikai szempontból is figyelmet igényelnek. E hatások tudományos vizsgálata – különösen védelmi környezetben – még viszonylag új terület, amely a nemzetközi trendekkel összhangban hazai kontextusban is egyre több figyelmet kap, ezért a kutatása időszerű.

A következő problémakör technológiai jellegű, és arra vonatkozik, hogy miként lehet a különböző VR-eszközöket objektíven értékelni a védelmi célú alkalmazás szempontjából. A piacon elérhető headsetek, kiegészítők és platformok rendkívül heterogén képet mutatnak (lásd később) a kijelzőminőség, látómező, súly, kompatibilitás és megbízhatóság szempontjából, így nélkülözhetetlen egy olyan értékelési módszer kidolgozása, amely segíti a döntéshozókat abban, hogy a célnak legmegfelelőbb technológiát válasszák.

Az eszközök összehasonlítása során nemcsak műszaki, hanem ergonómiai és környezeti szempontokat is figyelembe kell venni, meg kell határozni továbbá azokat a minimumkövetelményeket, amelyek nélkülözhetetlenek a haditechnikai integrációhoz.

A fenti problémák közös metszetét az adja, hogy a VR/MR rendszerek védelmi alkalmazása jelenleg még nem egységes, mérhető és tudományosan validált értékelési keretrendszerre épül, amely integrált módon vizsgálná a környezeti fenntarthatóságot, az oktatási hatékonyságot, a felhasználói terhelést és a technológiai alkalmasságot. E komplexitás hiányában a fejlesztési, oktatási és beszerzési döntések továbbra is elszigetelt,

⁸ KOVÁCS 2023: 85–106

nem összehasonlítható és standardizált paraméterek alapján születnek. Ez pedig akadályozza a VR-technológiák hatékony és biztonságos bevezetését a védelmi gyakorlatba.

Mindezek alapján ez a kutatás nemcsak egy technológiai újítás vizsgálatát jelenti, hanem egy komplex társadalmi, környezeti és oktatási kérdéskör multidiszciplináris megközelítését is. Az értekezés elméleti célja ebből adódóan az, hogy eredményeivel hozzájáruljon a VR/XR technológiák tudományos alapú megértéséhez, kritikai értékeléséhez, stratégiai támpontot adjon az alkalmazásukhoz a védelmi szektor fenntarthatóbb⁹ és hatékonyabb működésének érdekében.

A kutatás hipotézisei

A fentiek tükrében és a felvázolt kérdések megvilágosítása érdekében az alábbi irányadó hipotéziseket fogalmaztam meg:

Hipotézis I. Feltételezem, hogy a védelmi szektorban alkalmazott hagyományos képzési és működési modellek jelentős mértékben hozzájárulnak a környezeti terheléshez. Vélelmezem, hogy a honvédelmi szféra környezetvédelmi területének és tevékenységének nemzetközi, hazai jogszabályi-, intézményi- és akcióprogram-háttere megfelelő keretet ad a környezeti célok megvalósításához és ezek között kiemelt szerepe van a korszerű digitális megoldásoknak. A digitális és szimulációs technológiák (különösen VR/MR rendszerek) bevezetésével ez a környezeti terhelés mérsékelhető, és így hosszú távon fenntarthatóbb működési modell valósítható meg.

Hipotézis II. Feltételezhető, hogy a VR-technológián alapuló védelmi oktatás és a technológiai innovációk, valamint a környezetbarát működés tudományos alapú összehangolása képes lehet az ökológiai szempontokat is figyelembe vevő képzési igényeket kielégíteni. A VR-alapú oktatási/képzési/felkészítési gyakorlat – amennyiben korszerű pedagógiai modellekre és szituatív tanulási megközelítésre épül – hatékonyabb tanulási eredményeket nyújthat, különösen a gyakorlati szimulációk és az adaptív visszacsatolási rendszerek révén. Ugyanakkor az oktatási hatékonyság szorosan összefügg a tanulói digitális kompetenciákkal, az oktatók felkészültségével és az alkalmazott didaktikai módszerekkel.

⁹ AWE USA 2023

Hipotézis III. Feltételezem, hogy a VR-eszközök alkalmazása a védelmi képzések során – megfelelő ergonómiai és pszichológiai protokollok hiányában – fizikai és mentális terhelést okozhat, beleértve a cybersickness tüneteit, a szenzoros túlterhelést és a pszicho-fiziológiai stresszt. Azonban e negatív hatások előre jelezhetők és mérsékelhetők a technológia, a felhasználói profil és az alkalmazott tanulási protokoll közötti összefüggések feltárásával.

Hipotézis IV. Vélelmezem, hogy a különböző típusú VR-eszközökből meghatározott paraméterek mentén olyan adatbázis hozható létre, amely a segít a döntéshozóknak az eszközök paraméterei és a megoldandó feladat összehangolásában. Vélelmezem továbbá, hogy VR-technológiák technikai jellemzői (pl. látószög, kijelzőfrissítés, súly, ergonómia stb.) mérhető módon befolyásolják a védelmi alkalmazásuk hatékonyságát, és paramétereik ismerete, valamint a megfelelő kiválasztás-módszertan alkalmazásával objektív döntéstámogató rendszer építhető ki az eszközválasztás optimalizálására. Ez a szempontrendszer hozzájárulhat a szervezeti szintű technológiai integráció megalapozottságához és a költséghatékonysághoz.

A fenti hipotéziseket a különböző fejezetekben az előző részkutatás kutatási eredményeire épülően, a fejezeti célok tükrében alhipotézisekkel egészítettem ki.

A fenti **hipotéziseket** a különböző fejezetekben – az adott részfejezet céljaihoz és a korábbi részkutatási eredményekhez igazítva – **alhipotézisek** formájában bontottam tovább. Az alhipotézisek a hipotézisek mélyebb vizsgálatát támogatják, lehetővé téve azok empirikus, mérhető és tartalmilag differenciált elemzését. Az alhipotézisek minden fejezetben logikai sorrendbe rendezve jelennek meg, és céljuk, hogy a hipotézisek egyes fejezet aspektusait külön-külön is értelmezhető módon tegyék vizsgálhatóvá.

A kutatás célkitűzései

A fenti kérdések megválaszolása, a hipotézisek igazolása vagy elvetése érdekében az alábbi kutatási célkitűzéseket fogalmaztam meg:

- 1. célkitűzés.** A kutatás egyik alapvető célja *annak azonosítása*, hogy a hagyományos védelmi munka milyen környezeti hatással jár, valamint, hogy milyen lehetőségek kínálóznak a VR és MR technológiák alkalmazásával ezek csökkentésére. Ennek érdekében célom feltérképezni azokat az ökológiai, logisztikai és energiahatékonysági előnyöket, amelyek a

fizikai gyakorlatok részleges vagy teljes digitalizációjából származhatnak, mindezt annak érdekében, hogy javaslatot tegyenek az alkalmazásuk mikéntjére.

További cél annak azonosítása, hogy adottak-e a védelmi szféra, kiemelten a katonai szakterület környezetvédelmi tevékenységéhez a nemzetközi és hazai szabályzók, programok, intézményi háttér és egyéb feltételek és ezekbe mely paraméterek alapján illeszthetők a VR/AR-technológiák.

2. **célkitűzés.** Célom *annak megállapítása*, hogy a VR-technológián alapuló képzési formák milyen módon járulnak hozzá a környezeti törekvések megoldásához, valamint a védelmi képzések tanulási eredményeinek javításához. *Célom meghatározni*, hogy a szoftver-hardver háttér és a nemzetközi és hazai fejlesztések állása lehetővé teszi-e, hogy a pedagógiai elvárásoknak és a védelmi rendszer speciális követelményeinek egyaránt megfeleljenek ezek az eszközök. Célom volt ehhez *egy tesztelő próbaeszköz kifejlesztése* is (HADIK, lásd később). *További cél annak azonosítása*, hogy a VR-alapú oktatási formában a tanulók digitális kompetenciái, az oktatók technológiai ismeretei, valamint a tanulásmenedzsment struktúrája miként befolyásolják a tanulási hatékonyságot, a motivációt és a bevonódást. Mindezt annak érdekében, hogy *a hagyományos eszközrendszerbe való illesztésük módjára* javaslatokat fogalmazhassak meg.
3. **célkitűzés:** Célom feltárni és rendszerezni azokat a fizikai és mentális hatásokat, amelyek a VR-eszközök védelmi célú használata során jelentkezhetnek. A kutatás célja olyan tünetek és jelenségek azonosítása, mint a cybersickness, a vizuális vagy egyensúlyi terhelés, valamint a figyelmi túlterhelés, *továbbá a csont- és izomrendszert érintő hatások*. Mindezt annak érdekében, hogy módszertani javaslatokat fogalmazzak meg *a VR-ra* végzett kiképzési protokollok és eszközhasználati időkeretek és módok optimalizálására.
4. **célkitűzés:** A kutatás további célja egy, a jelenleg piacon lévő VR-eszközök jellemzését segítő adatbázis kialakítása, amely alkalmas a különféle VR-eszközök objektív, összehasonlítható értékelésére védelmi szempontból és segítséget nyújt a beszerzések optimalizálásához is. További cél egy olyan módszer kidolgozása, amely egy többdimenziós, súlyozott pontozási rendszer kialakításával (amely figyelembe veszi a technikai, ergonómiai, oktatási és humán tényezőket is) segít eldönteni, hogy mely szakfeladathoz melyik piacon lévő eszköz illeszthető legjobban. Mindezt annak érdekében, hogy az oktatáspolitikai és fejlesztési döntéshozatal számára segítségként szolgáljon.

E célkitűzések részletezését az adott fejezetben tettem meg egy-egy részkutatás elemzendő kérdéseinek és célkitűzéseinek tükrében.

A KUTATÁS MÓDSZEREI

A célok összetettsége okán, alapvetően olyan interdiszciplináris vizsgálati keretet kívántam kialakítani, amelyben egyaránt helyet kaptak a műszaki-technológiai, a pedagógiai, fizikai, pszichés és környezetvédelmi szempontok. Mivel a vizsgált probléma – a VR és MR technológiák védelmi szférában történő alkalmazásának hatása – több tudományterület metszetében helyezkedik el, ezért a kutatás módszertani megközelítése is ennek megfelelően komplex és többretegű volt.

A vizsgálat első szakaszában részletes szakirodalmi feltárást végeztem a VR és XR technológiák katonai és civil alkalmazásáról, különös tekintettel azokra a kutatásokra, amelyek a szimulációs rendszerek használatának fiziológiai, kognitív és környezeti hatásait vizsgálják. Ennek során olyan releváns forrásokra támaszkodtam, amelyek a kiképzésekhez kapcsolódó digitális megoldásokat, a katonai képzésben alkalmazott élménypedagógiai eszközöket, valamint a technológiahasználat ökológiai következményeit tárgyalják. A szekunder adatok felkutatásának célja az volt, hogy megalapozza az empirikus vizsgálati szakaszt, és segítsen azonosítani azokat a változókat, amelyeket a saját vizsgálat során használni és mérhetővé kellett tenni. Ezt követően dokumentumelemzéssel tekintettem át a pedagógia-tudomány modern informatikai eszközök oktatásban való alkalmazásával kapcsolatos releváns irodalmait, feltérképeztem, hogy mik azok a paraméterek, amelyeknek ezeknek az eszközöknek meg kell felelniük pedagógiaiilag is az oktatási környezetben.

A kutatás folytatásaként kvantitatív adatgyűjtésre került sor, amelynek középpontjában a VR-eszközhasználat fizikai és pszichológiai hatásainak vizsgálata állt. Az adatnyerés egy kérdőív segítségével történt. A kérdések a VR-eszközökkel végzett gyakorlatok során fellépő tünetekre, például fejfájásra, szemfáradásra, hányingerre vagy dezorientációra kérdeztek rá, de a tanulási élmény, a technológiahasználat elfogadottsága és az eszköz ergonómiája is értékelésre került. A válaszok elemzése során leíró statisztikát alkalmaztam, valamint megvizsgáltam, hogy a különböző háttérváltozók – például a korábbi VR-használati tapasztalat vagy a digitális kompetencia – milyen mértékben befolyásolták a megélt hatásokat. *Kísérletben vizsgáltam* továbbá a VR eszközök használata során a tanulási hatékonyságot befolyásoló tényezőket.

A kvalitatív kutatás részeként *félleg strukturált interjúkat* készítettem az adatfelvételben részt vevő válaszadók közül kiválasztott személyekkel. Ezek célja az volt, hogy mélyebb információt nyerjek az eszközhasználat szubjektív tapasztalatairól, különösen a negatív fiziológiai jelenségekről, a tanulási folyamat során érzékelt nehézségekről, valamint az eszközhasználat elfogadásának vagy elutasításának motivációs tényezőiről. Az interjúk feldolgozása során tematikus elemzést végeztem, amelyben kódoltam a válaszokban megjelenő ismétlődő mintázatokat és ezekből jelentésmezőket, fogalmi csoportokat képeztem.

A kutatás harmadik nagy pillére egy műszaki összehasonlító vizsgálat volt, amelynek keretében 198 különböző VR és MR eszközt vizsgáltam meg részletesen. A kutatást leíró fejezetben bemutatott eszközlista a 198 technikáról eszközönként 98 változót tartalmaz, amelyek például az ergonómia, a képfrissítési ráta, a kijelző felbontása, a súly, az akkumulátoridő, a látómező és a platformkompatibilitás és sok egyéb más műszaki adat alapján írják le az eszközöket. Az értékeléshez adott szempontok szerint kialakított pontozási rendszert használtam, amelyet a védelmi alkalmazhatóság, a fenntarthatóság, továbbá három általam megjelölt célfeladat szempontjainak megfelelően alakítottam ki. *A módszer célja* egy olyan átfogó dokumentum fő paramétereinek meghatározása, valamint ennek alapján az adatbázis kialakítása volt, amely segít a jelenleg piacon lévő eszközök megismerésében és *rendszerszemléletű* rálátást ad az eszköz kínálatra. A cél nem csupán a legjobb eszközök azonosítása volt, hanem egy olyan értékelési keretrendszer megalkotása, amely a beszerzési döntéseket is megalapozottabbá teheti.

Kiemelt figyelmet fordítottam arra, hogy a vizsgálat során a VR-technológia alkalmazásának környezeti aspektusait is vizsgáljam. A kérdőíves és interjúk szakaszban külön kérdéscsoport irányult arra, hogy a résztvevők miként értékelik a VR-eszközök által kiváltott gyakorlatokat, valamint, hogy milyen mértékben tekintik elfogadhatónak ezt a típusú digitális kiképzést és mennyire tartják ezeket hatékonynak és relevánsnak tartja. Emellett feltérképeztem az alkalmazási hajlandóságot is.

Módszereimben mindvégig tartottam az „egy forrás nem forrás” elvét, ezért a következtetéseimet több oldalról is igyekeztem alátámasztani. A kutatásban figyelmet fordítottam arra, hogy a kohézió mindvégig meglegyen, ezért minden fejezetben a problémafelvetéseket a hipotézisek kialakítása, a kutatási célok és módszerek meghatározása követte, majd az adatgyűjtés következett, amelyet úgy igyekeztem megválasztani, hogy leginkább megfeleljen a fejezeti céloknak. Az adatok összegzését azok értékelése és a részkövetkeztetések kialakítása követte. A végén került sor – jelentős absztrakció révén – az

összegzett következtetések és az új tudományos eredmények megfogalmazására. A következtetéseket induktív logikai módon, statisztikai, matematikai elemzések útján hoztam meg, amelyeket helyenként a predikció és az analógia módszerével egészítettem ki. Mivel elágazásos kutatási stratégiát követtem, a kutatási célok a munka folyamán módosultak attól függően, hogy az előző szakasz elemzései milyen eredményeket hoztak.

A kutatás során széles merítésű irodalombázist vizsgáltam és analizáltam, törekedve az igényes és tudományos értékű művek kiválasztására, a hazai és külföldi irodalmak arányára. A felhasznált irodalom hivatkozási adatait a lábjegyzetben és felhasznált irodalmak jegyzékében is rögzítettem a fellelhetőségük biztosítása és a kutatásetikai elvek betartása érdekében. Az empirikus kutatásokról és az alkalmazott eszközök mindegyikéről részletes bemutatást adtam a megismételhetőség tudományos kritériumának biztosítása érdekében.

Összességében a kutatás során alkalmazott módszertani megközelítés elve az volt, hogy ne csupán egy technológia hatékonyságát vizsgáljam, hanem annak rendszerszintű beillesztésének lehetőségeit is a védelmi gyakorlatba – különös tekintettel az oktatási értékére, az emberi tényezőkre és a környezeti hatásokra.

A kutatási téma körülhatárolása, szűkítése

A kutatás középpontjában a védelmi szféra (kiemelten a katonai szakmai terület) környezetterhelésnek csökkentése és a VR és MR technológiák védelmi célú alkalmazásának komplex vizsgálata állt, különös tekintettel azok környezetvédelmi, oktatásmódszertani és technológiai vonatkozásaira, valamint a felhasználókra gyakorolt testi és mentális hatásokra.

Az értekezésben olyan részterületeket dolgoztam fel, amelyek a védelmi szektor modernizációs törekvéseihez, a fenntarthatóság növeléséhez, valamint a katonai és rendvédelmi kiképzések hatékonyságának növeléséhez közvetlenül kapcsolódnak. Kutatásom elsősorban a katonai szakterület sajátosságaira koncentrál csak néhány esetben tér ki a védelmi szféra egyéb területeire. A dolgozat terjedelmi és tematikai keretei nem tették lehetővé a VR/MR technológiák gazdasági, ipari vagy kiberbiztonsági alkalmazásainak részletes vizsgálatát. A kutatás nem tért ki például a mesterséges intelligenciával való integráció elemzésére, a polgári célú gamifikációs megoldások összehasonlítására, illetve a VR-eszközök szoftverarchitektúrájának mélyreható technológiai elemzésére sem. Emellett nem foglalkoztam a harctéri vagy valós harci szimulációk kérdéskörével, mivel ezek sajátos biztonságpolitikai és titkossági szabályozás alá esnek.

A kutatási stratégiám az volt, hogy kizárólag azokra az aspektusokra koncentrálok, amelyek a VR és MR technológia védelmi környezetben történő használhatóságát oktatási, szervezeti és humán vonatkozásukban érintik. Ennek megfelelően kiemelt figyelmet fordítottam a kiképzési célú szimulációkra, a döntéstámogatásban betöltött szerepre, valamint a környezetterhelés csökkentésének lehetőségeire. A környezeti szempontú értékelésnél azonban kizárólag a VR-alapú kiképzések által kiváltott tevékenységek (pl. fizikai gyakorlatozás, járműhasználat, utazás, élőeszköz-igény) összevetése történt meg, tehát nem került sor teljes életciklus-analízisre.

A dolgozat nem kíván teljes áttekintést adni a VR-technológia globális fejlődéstörténetéről vagy a civil piacon betöltött szerepéről sem, mivel a cél a védelmi gyakorlatban történő konkrét és mérhető hatások elemzése volt. *A kutatás 2024. december 31.-én zárult*, így az ezt követő eszközfejlesztések, jogszabályi változások vagy oktatási reformok nem kerülhettek be az elemzés körébe, sem az értekezésbe.

Az értekezés felépítése

A doktori értekezés szerkezete a fentiekből adódóan tematikusan tagolt, és a VR/MR technológiák védelmi célú alkalmazásának többlépcsős vizsgálatát követi. A dolgozat öt fejezetből áll, amelyek szoros logikai, tartalmi és módszertani kapcsolatban állnak egymással, és egymásra épülve tárják fel a kutatási kérdéseket.

Az első fejezet a környezeti fenntarthatóság és a védelmi szektor kapcsolatát vizsgálja. Bemutatja a haditechnikai gyakorlatok és a szervezet működésből, fenntartásából adódó környezeti terhelést és feltérképezi a kihívásokra adott válaszokat, valamint azokat a lehetőségeket, amelyek a környezeti lábnyom csökkentésének alapvető feltételei (jogszabályok, intézményi-, ideológiai- és eszközháttér). A fejezet elméleti és stratégiai áttekintést nyújt a témában, valamint kijelöli azt a környezeti szempontrendszert, amely a későbbi fejezetekhez is keretet ad. Vizsgálja továbbá a VR/AR-alapú technológiák szerepét ebben a keretben.

A második fejezet a digitális oktatás és a virtuális tanulási környezetek pedagógiai aspektusaival foglalkozik. A VR-eszközökkel támogatott képzés hatékonyságát, a tanulói motivációra és bevonódásra gyakorolt hatását, valamint az oktatásmenedzsment és didaktikai struktúra szerepét vizsgálja.

A harmadik fejezet középpontjában a VR-eszközhasználat humán hatásainak – elsősorban pszichofiziológiai tüneteinek – feltárása áll. Részletesen elemzi a cybersickness, a mentális terhelés és a kognitív túlterheltség jelenségeit, különös tekintettel a védelmi alkalmazás sajátos követelményeire. A kutatás során kérdőíves méréseket, interjúkat és megfigyeléseket alkalmaztam.

A negyedik fejezet technológiai fókuszú, célja a VR-headsetek összehasonlító vizsgálata. Egy olyan adatbázis kialakítása történik, amely tartalmazza a VR megítéléséhez szükséges legfontosabb paramétereket és azonosítja a piacon lévő eszközök (sokaság) közül 198 db (minta) minden jellemzőjét. Emellett olyan módszertani rendszert dolgoztam ki, amely lehetővé teszi a különböző eszközök objektív, ~~döntéstámogató~~ értékelését. A pontozási rendszer ergonómiai, vizuális, kompatibilitási és oktatási szempontokat is figyelembe vesz.

Az értekezés *a bemutatott részkutatások szintéziseként* olyan tudományos és gyakorlati következtetéseket fogalmaz meg, amelyek támogathatják a VR/MR technológiák biztonságos és hatékony integrációját a védelmi szektorban. A felépítés célja, hogy a kutatási problémákhoz illeszkedő struktúrában vezesse végig az olvasót az elméleti megalapozástól az alkalmazott módszertanon át a gyakorlati megállapításokig.

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolája oktatóinak, akik kutatói gondolkodásomat és módszertani szemléletemet formálták, a kutatási terület vezetőjének, aki instrukciókkal és visszajelzéseivel támogatta a munkámat, továbbá a témavezetőmnek, aki oktatásmódszertani oldalról is felügyelte, hogy a munka megfeleljen a tudományosság kritériumainak, ne sértsek kutatásetikai elveket és a gyakorlatban is alkalmazható megoldásokat adjak. Ezen túlmenően a kutatási kérdések pontosításában, valamint az empirikus szakasz módszertani előkészítésében nyújtott hathatós támogatást. Köszönet illeti a VR-eszközöket tesztelő hallgatókat és kiképző szakembereket, kiállítás-résztvevőket, akik személyes tapasztalataikkal és észrevételeikkel nagymértékben hozzájárultak az eredmények értelmezéséhez.

A RELEVÁNS SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE

Ahogy a kutatási módszereknél is bemutattam, az elemzéseim egyik pillére a *tudomány mai állásának feltérképezése* volt a témában, melyhez a kutatók publikációit használtam. Másik pilléreként a *következtetéseim levonásához* használtam az irodalmakat és azok megállapításait beépítettem az anyagba. A téma irodalma széles merítésű, publikációk százai foglalkoznak valamelyik altémával, ezért ebben az összefoglalóban csak arra vállalkozhattam, hogy kategorizálva bemutatok néhányat, elsősorban a kutatás kiindulópontját jelentőket.

Az első csoport. Az áttekintett anyagok illeszkednek a részkutatásaimhoz, így az első blokk a *biztonság és az ellen ható veszélyekkel, a környezet károsításával és túlterhelésével és a fenntarthatósággal foglalkozó* írások, beleértve a védelmi szféra tevékenységének esetleges a környezetre való hatását taglalók is. Ide tartoznak a környezeti kihívásra adott válaszokat elemző művek, köztük a szabályzók, a környezetvédelmi programok, valamint a katonai szakterület környezetvédelmi törekvéseit, eredményeit bemutató írások. Kiemelt csoportot képeznek a korszerű technológiák környezetvédelmi előnyeit igazoló és tárgyaló irodalmak.

A második csoport. Ide azok a művek tartoznak, amelyek a korszerű informatikai eszközök, köztük a VR/ AR lehetséges szerepének vizsgálatát és eredményes alkalmazhatóságuk argumentációját tartalmazzák a védelmi szféra, kiemelten a katonai szakterület vonatkozásában. Elsősorban azok voltak számomra mérvadóak, amelyek ezeknek az eszközöknek a katonai tevékenységbe illeszthetőségét taglalták.

A harmadik csoportot azok a *pedagógiai témájú* irodalmak képezik, amelyek a korszerű pedagógiai elveket, módszereket vizsgálják, továbbá a VR/AR ezekhez való illeszthetőségét, valamint az oktatásban való alkalmazásuk előnyeit, hátrányait, továbbá oktatási hatékonyságát elemzik.

A negyedik csoportban a VR/AR jellemzésével és alkalmazásával kapcsolatos kutatásokat összegző, bemutató művek vannak. Kiemelten fontosak voltak a témám szempontjából a szervezetre gyakorolt esetleges negatív hatásokat elemző művek, valamint az azok megelőzésének lehetőségeit tárgyalók. Mivel a piacon a VR/AR eszközök tárháza széles, a kiválasztásukhoz nincsenek tudományosan igazolt támpontok. Az irodalmak közül kiemelendők azok, amelyek ezeknek a technológiáknak az előnyeit és egy-egy védelmi szakfeladathoz való köthetőségüket egyaránt elemzik. A dolgozat azonban terjedelmi okokból

„csak” egy rövid áttekintést enged meg az általam feldolgozott, fenti kategóriákba tartozó irodalmakból és azok eredményeiből:

A kutatás témájával foglalkozó irodalmak és megállapításai summázata

A védelmi és biztonsági témájú szakirodalom területén a környezetvédelmi kihívások egyre hangsúlyosabb szerepet kapnak. A környezetvédelmi kihívások kezelésére adott válaszokat tartalmazó írások közül a legjelentősebbek a joganyagok, szabályzók, valamint az akcióprogramok, amelyek a munka alapját adják. A hazai védelmi és biztonsági szabályozások, valamint a környezetterhelés csökkentésére irányuló intézkedések száma jelentős, az elmúlt évtizedekben alapvetően átalakultak, hogy megfeleljenek a globális és helyi kihívásoknak. A környezetvédelmi és fenntarthatósági célok figyelembevételével kialakított új szabályozások, programok adnak irányt a védelmi szféra környezetvédelmi tevékenységének is. Ezeket főként az 1. fejezetben használtam fel és mutatom be. Közös bennük, hogy kiemelt helyen kezelik a fenntarthatóságot és a védelmi szakterület kiemelt szerepét ebben. Több műben megállapítást nyer, hogy a védelmi munka és a környezetvédelmi törekvések gyakran egymásnak ellentmondanak. Ezt jól példázzák **Kovács Gergely és Kretz András** munkái, amelyek a digitális eszközhasználat, illetve a környezettudatos katonai infrastruktúra-fejlesztés irányelveit is elemzik.¹⁰ *A fenntarthatóság és környezetbiztonság kérdése* az utóbbi évtizedekben a védelmi szférában is stratégiai jelentőségű tényezővé vált. A katonai tevékenységek környezeti hatásainak vizsgálata már nem csupán etikai vagy politikai elvárás, hanem intézményesített szakmai követelmény is, amely a nemzeti, európai és globális szabályozási környezetbe egyaránt beágyazódik. **Földi László** *Klímapolitika Magyarországon* című tanulmányában¹¹ részletesen bemutatja a magyarországi klímapolitikai fejlődést a 2003–2018 közötti időszakban. A szerző kifejti, hogy a közigazgatásban, a közszolgálatban és a honvédelmi szervezetek működésében hogyan vált egyre hangsúlyosabbá a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás igénye. Egy másik munkájában, amely az *Éghajlatváltozás okozta kihívások és lehetséges válaszok* kötetben jelent meg, hangsúlyozza, hogy a katonai infrastruktúrák és kiképzési rendszerek fenntarthatósága a nemzeti biztonság része, amely stratégiai tervezést igényel. **Földi-Hegedűs és Földi-Halász szerzőpárosok** köteteikben¹² kifejezetten a katonai szféra fenntarthatósági és környezeti

¹⁰ KRETZ 2019: 69–82; KOVÁCS 2020: 55–76

¹¹ FÖLDI 2020: 35–54

¹² FÖLDI–HEGEDŰS 2020

kihívásaira reflektálnak¹³, ahol a szerzők aláhúzzák, hogy a környezetgazdálkodási szemléletnek – különösen az energiahatékonyság, hulladékgazdálkodás és a környezetbarát infrastruktúra tekintetében – a honvédség működésében is meg kell jelennie. **Padányi József** *Kihívások, kockázatok, válaszok* című munkája¹⁴ alpműnek tekinthető a környezeti tényezők katonai műveletekre gyakorolt hatásának vizsgálatában. A szerző részletesen elemzi, hogyan válik az éghajlatváltozás a védelmi tervezés egyik meghatározó aspektusává, és milyen képességfejlesztési válaszokat követel meg a katonai szervezetektől. Arra is felhívja a figyelmet, hogy a zöld haderő fogalma nemcsak normatív cél, hanem operatív követelmény is. Hangsúlyozza, hogy a védelmi ipar környezeti terhelése csökkenthető, ha a fenntarthatósági szempontokat már a fejlesztési ciklus elején érvényesítik.

A nemzetközi szakirodalomban **Gary E. Machlis és Thor Hanson** kutatásai különösen figyelemre méltók. *Warfare Ecology* című cikkükben új ökológiai megközelítést javasolnak a háborús konfliktusok és a környezet kapcsolatának vizsgálatára, hangsúlyozva, hogy a háborúk hosszú távú hatásai nem csupán a társadalomra, hanem ökológiai rendszerekre is kiterjednek.¹⁵ A témát részletesen tárgyalja *Warfare Ecology* című, 2018-ban megjelent kötetük is, amely átfogó keretrendszert kínál a hadviselés és az ökológiai következmények interdiszciplináris értelmezésére.¹⁶ A kötet egyik fejezetében **Swain Ashok és Krampe Florian** a fenntarthatóság és stabilitás összefüggéseit vizsgálják a békefenntartás és utókonfliktusos rehabilitáció során és kiemelik a környezeti szempontok hosszú távú békét támogató szerepét.¹⁷

Gaynor Kate M. és szerzőtársai 2016-ban megjelent tanulmányukban empirikusan bizonyítják, hogy a fegyveres konfliktusok negatív hatással vannak a biológiai sokféleségre és a természetes élőhelyekre, ezért a hadviselés környezeti dimenzióját a természetvédelem szempontjából is vizsgálni kell.¹⁸

Szilágyi Tibor doktori értekezésében¹⁹ a honvédelmi ágazat 2014–2020 közötti EU-s társfinanszírozású fejlesztési projektjeinek környezetvédelmi hatásait elemzi. Hangsúlyozza, hogy a környezetgazdálkodás szempontjai fokozatosan integrálódtak a katonai fejlesztési szempontrendszerbe, beleértve az energiahatékonyságot, a zöld infrastruktúrákat, valamint az oktatásban és képzésben megjelenő digitális, alacsony terhelésű technológiák alkalmazását

¹³ FÖLDI – HALÁSZ 2014: 112–114; FÖLDI – HALÁSZ 2014: 116–117.

¹⁴ PADÁNYI 2022

¹⁵ MACHLIS – HANSON 2008: 729–736

¹⁶ MACHLIS – HANSON – ŠPIRIĆ – MCKENDRY 2011

¹⁷ SWAIN – KRAMPE 2011

¹⁸ GAYNOR 2016: 533–541

¹⁹ SZILÁGYI 2024

is. A VR/AR technológiák környezeti hatásainak értékelése e ponton válik különösen aktuálissá, a hazai szakirodalomban **Szilágyi Tibor** mellett **Zsolt Melinda is**,²⁰ egyaránt rámutatnak arra, hogy a szimulációs rendszerek és digitális tanulási terek alkalmazása – például katonai szituációk gyakorlására vagy járművezetői kiképzésre – mérhetően csökkenti a fizikai eszközhasználatból eredő környezetterhelést, valamint a képzési költségek és energiafelhasználás volumenét.¹¹ Itt kell megemlíteni azoknak az eszközöknek a kutatását bemutató anyagokat is, amelyek a digitális technológiai fejlesztéseket és azok hatásait elemzik. Kiemelhetők **Szilágyi Tibor** környezetvédelmi honvédelmi fejlesztésekről szóló elemzése, de megjelennek a saját, VR/AR technológiákat bemutató publikációm is.²¹

A digitális hadviselés és a katonai képzések fejlődése szorosan összefügg a technológiai innovációkkal, különösen a *virtuális (VR) és kevert valóság (XR) rendszerek térnyerésével*. A kutatásom kezdetén arra törekedtem, hogy feltárjam, hogy milyen mértékben támasztható alá tudományos szempontból az XR rendszerek katonai célú alkalmazása, milyen elméleti és empirikus modellek léteznek, és ezek milyen hatást gyakorolnak a képzések hatékonyságára, a humán tényezőkre és az operatív alkalmazásra. A nemzetközi szakirodalom egyik kiemelkedő műve **Christopher Huff** doktori disszertációja,²² amely az amerikai tengerészgyalogság számára keresett egységes AR/MR megoldást. A kutatásban különösen figyelemre méltó az AI-alapú irányított tanulási folyamat, amely a Perceptually Enabled Task Guidance koncepción alapult. **Huff** a képzési rendszerek alkalmazhatóságát nemcsak technikai, hanem stratégiai oldalról is értelmezte. **Jacob Maxwell Read** disszertációjában²³ a VR technológiák rendvédelmi képzésekre gyakorolt hatását vizsgálta. Munkája azt állítja, hogy az XR környezetek képesek csökkenteni a hibázásból eredő kockázatokat, és a döntési reakcióidőt optimalizálni. Kiemelten foglalkozik a szituációs tudatosság fejlesztésével és az immersion mértékének szerepével a tanulási folyamatokban.

Betsy Laxton kutatásában²⁴ az XR technológiákat vetette össze a hagyományos tablet-alapú rendszerekkel. A katonai műveleti környezetre jellemző munkaterhelés és használhatóság szempontjából az XR technológia fölényét igazolta. A kutatás külön figyelmet fordított a döntéstámogatás és felhasználói élmény kapcsolatára. A VR rendszerek felhasználói szempontú tervezésére és értékelésére **Jerald**²⁵ munkája kínál elméleti és

²⁰ ZSOLT 2017: 3–4.

²¹ KOVÁCS 2020: 127–142; KOVÁCS 2020: 69–81.

²² HUFF 2024.

²³ READ 2024.

²⁴ LAXTON 2023.

²⁵ JERALD 2015.

gyakorlati alapokat. *The VR Book* című műve részletesen tárgyalja az ember–gép interakció, a kognitív terhelés és az immerzív élmény kapcsolatát – ezek kritikus tényezők katonai környezetben, ahol az operátor gyors döntési képessége létfontosságú. Szintén fontos mű **Sherman és Craig** *Understanding Virtual Reality* című könyve,²⁶ amely technikai, pszichológiai és alkalmazási aspektusból közelíti meg a VR-t. A könyv külön fejezetet szentel a katonai és ipari alkalmazásnak, konkrét példákon keresztül mutatva be a VR-eszközökkel elérhető hatékonyságnövelést. A hazai szakirodalomban kiemelkedő szerepet játszik **Marlok Tamás és Takács Márk György** kutatópáros munkássága, akik több tanulmányban is vizsgálták a VR-eszközök Magyar Honvédségben való alkalmazhatóságát. A tanulmányukban a VR-integráció alapjait²⁷ és a honvédségi környezet sajátosságait elemezték. A 2024-es évben az *AARMS* folyóiratban megjelent két cikkük tovább mélyíti a témát: az egyik tanulmány (*Preparations for VR Tactical Training Simulator Efficiency Measurements*) a taktikai VR-képzések mérhetőségének elméleti és módszertani előkészítését mutatja be,²⁸ míg a másik (*VR Training Opportunities in the Hungarian Defence Forces*) a védelmi képzési struktúrába történő gyakorlati integráció lehetőségeit tárgyalja,²⁹ beleértve a készségfejlesztés, a szimulációs realitás és az eszközhasználati hatékonyság kérdéseit is. A szerzők mindkét esetben hangsúlyozzák a VR-rendszerek objektív értékelésének szükségességét és a visszacsatoláson alapuló fejlesztési szemléletet, amely a Magyar Honvédség korszerű képzési struktúrájának egyik kulcseleme lehet.

Németh András és Virágh Krisztián több részes cikksorozatban vizsgálták a virtuális valóság katonai alkalmazási lehetőségeit, különös tekintettel a kiképzési, technológiai és stratégiai aspektusokra. A *Haditechnika* című folyóiratban megjelent tanulmány sorozatuk egy koherens gondolatmenet mentén építi fel az XR technológia szerepét a Magyar Honvédség modernizációjában. Az első rész³⁰ bevezetést nyújt a VR alapfogalmaiba és alkalmazási lehetőségeibe a honvédelmi³¹ szférában, míg a második³² és harmadik³³ rész az oktatási és szimulációs rendszerek részletes elemzését adja. A további részek például a digitális ikrek, a fejlett döntéstámogatás, és a jövő technológiai kihívásainak integrálását is bemutatják. A fenti szerzők álláspontja szerint a VR technológia nem csupán támogató

²⁶ SHERMAN – CRAIG 2018.

²⁷ MARLOK – TAKÁCS 2023a: 43–54.

²⁸ MARLOK – TAKÁCS 2024a: 5–17.

²⁹ MARLOK – TAKÁCS 2024b: 19–37.

³⁰ NÉMETH – VIRÁGH 2021a: 2–7.

³¹ NÉMETH – VIRÁGH 2021b: 2–7.

³² NÉMETH – VIRÁGH 2021c: 2–7.

³³ NÉMETH – VIRÁGH, 2021d: 2–7.

eszköz, hanem a rendszerszintű képességfejlesztés alapja lehet a katonai kiképzés és művelettervezés területén egyaránt.³⁴

Megtalálhatók ebben a kategóriában a VR-használat egyéb aspektusaira is fényt derítő művek is. **Jeremy** Bailenson *Experience on Demand* című műve például mélyreható módon tárgyalja a VR pszichológiai hatásait. A szerző Stanford professzorként több katonai VR alkalmazást vizsgált, és arra a következtetésre jutott, hogy az XR nem csupán a fizikai tréning eszköze, hanem pszichológiai tréningre és PTSD-kezelésre is alkalmas.³⁵

A fentiek alapján *kijelenthető*, hogy az XR technológiák katonai alkalmazásának szakirodalma egyre gazdagabb és szerteágazóbb, azonban a hazai alkalmazást elemző, a lehetséges hatásokat vizsgáló szisztematikus vizsgálatok téma nem széles. Kutatásom ezért innen indul és célja, hogy e szakirodalmi alapokra építve, objektív módszertani alapon értékeljem az XR eszközök tényleges védelmi alkalmazhatóságát és felmérjem a használatuk során kialakult érzeteket.

Oktatás és digitalizáció összefüggéseit vizsgáló művek, jelentik a következő nagy halmazt. A digitális technológiák rohamos fejlődése jelentős hatással van az oktatásra, ezért ezeknek az eszközöknek az oktatásban való alkalmazását vizsgáló irodalmak száma egyre nő. Kiemelt fókuszterületük a digitális tanulási környezetek és technológiák pedagógiai alkalmazásának vizsgálata, különös tekintettel a védelmi szakterületen az oktatásban/képzésben/kiképzésben betöltött szerepükre, ahol a tanulás gyakorlati alkalmazhatósága és az adaptív tudásátadás kiemelt jelentőségű. Az IKT-eszközök (információs és kommunikációs technológiák) pedagógiai integrációja lehetőséget teremt arra, hogy a katonai oktatás megfeleljen a 21. század komplex képzési kihívásainak. **Kolb** „experiential learning” modellje már korábban rámutatott arra, hogy a tapasztalati tanulás környezetét célszerű élményszerűen, interaktívan kialakítani, melyre a VR/AR eszközök különösen alkalmasak.³⁶

Diana Laurillard könyve szisztematikusan tárgyalja, hogyan építhetők fel tanulási minták technológiai alapú környezetben, miként lehet a tanítást tervezési tudománnyá alakítani – ez különösen releváns az XR-alapú védelmi oktatás struktúráinak kialakításában.³⁷ A digitális eszközök szerepét a tanulási folyamatban magyar nyelvű tanulmányok is részletesen elemzik. **Katona György** kiemeli az IKT-eszközök tanárképzésbe illesztésének

³⁴ NÉMETH – VIRÁGH 2021e: 2–6

³⁵ BAIENSON 2018

³⁶ KOLB 1984

³⁷ LAURILLARD 2012

gyakorlatát, hangsúlyozva az eszközhasználat tudatos pedagógiai tervezését.³⁸ **Benedek András** szerkesztésében megjelent tanulmánykötet pedig átfogó képet nyújt a digitális pedagógia rendszeréről, a digitális tanulás szerkezetéről és az IKT-re épülő tanulási környezetek tervezési elveiről.³⁹ **Aczél Petra** tanulmánya rávilágít arra, hogy az információs technológiák nem csupán eszközök a tanításban, hanem önálló médiumként alakítják át a tanulási folyamatokat. Megközelítése szerint az IKT használata új kommunikációs kompetenciákat követel meg mind a tanulóktól, mind az oktatóktól, és ezek szisztematikus fejlesztése szükséges a digitális tanulási környezetekben.⁴⁰ A VR/AR pedagógiai integrációjának egyik kulcsa továbbra is a jelenlétérzet („sense of presence”), amely **Mantovani és Castelnovo** szerint – alapvetően határozza meg a készségátvitel és a motiváció hatékonyságát.⁴¹ Ez különösen igaz a katonai szimulációk esetében, ahol a gyakorlati szituációk átélése, a döntési stressz szimulálása és a reflexív tanulás kombinációja a kiképzés hatékonyságát növeli.

A VR és digitális technológiák alkalmazásával kapcsolatos szakirodalom áttekintése különös jelentőséggel bír a védelmi szektor fejlesztései szempontjából. A legfrissebb kutatások egyre inkább arra irányítják a figyelmet, hogy a VR használatának hatása nemcsak a felhasználók élményére, hanem azok fizikai és pszichológiai állapotára is kiterjed. A szimulátorbetegség, amely a cybersickness néven is ismert, és amely gyakran a VR-eszközök használatakor jelentkezik, olyan kihívást jelent, amelyet nemcsak a technológia fejlődése, hanem az egyéni különbségek is befolyásolnak. **Kourtesis, Panagiotis – Papadopoulou, Agapi – Roussos, Petros** kutatásukról, munkájukról⁴² bemutatott mű különösen releváns, mivel a cybersickness tünetei és azok kognitív funkciókra és motoros készségekre gyakorolt hatása kiemelt figyelmet kapott. A kutatók rávilágítanak arra, hogy az egyéni különbségek szerepe alapvetően befolyásolja a szimulátorbetegség intenzitását és annak következményeit. Ezen kívül a kutatás részletesen elemzi, hogy a különböző egyéni tényezők, mint például az életkor és a mozgásbetegségre való hajlam, hogyan módosíthatják a cybersickness előfordulásának valószínűségét. **Pohlmann** vizsgálata során⁴³ a nemek és a mozgásbetegségre való hajlam közötti összefüggéseket vizsgálják. A tanulmány során arra az eredményre jutottak, hogy a nők és a mozgásbetegségre hajlamos egyének nagyobb valószínűséggel

³⁸ KATONA 2015

³⁹ BENEDEK 2008

⁴⁰ ACZÉL 2017: 3–14

⁴¹ MANTOVANI – CASTELNUOVO 2003: 167–182

⁴² KOURTESIS – PAPADOPOULOU – ROUSSOS 2024: 62–93

⁴³ POHLMANN – LI – MCGILL – POLLOCK – BREWSTER 2023: 1–12

tapasztalják meg a cybersicknesset. Ez különösen fontos szempont a VR-technológia alkalmazása során, mivel segíthet a fejlesztőknek abban, hogy a technológia használatát személyre szabott módon optimalizálják.

A **Sweller** által megalkotott kognitív terhelés elmélete⁴⁴ segít megérteni, hogy a VR-eszközök használata mentális terhet jelent a felhasználók számára, amelynek megfelelő optimalizálása kulcsfontosságú a tanulási hatékonyság maximalizálásában. Az elmélet segítségével jobban átláthatjuk, hogy milyen mértékben befolyásolják a különböző feladatok a felhasználók mentális állapotát és hogyan csökkenthetjük a túlzott terhelést.

A **Reason és Brand** által kidolgozott szenzoros konfliktus elmélete⁴⁵ kulcsszerepet játszik a szimulátorbetegség megértésében. Az elmélet szerint a VR-használat során a vizuális és vesztibuláris rendszerek közötti ellentmondásos információk vezethetnek szédüléshez, hányingerhez és egyéb kellemetlen tünetekhez. A szenzoros konfliktus tehát az egyik alapvető mechanizmus, amely magyarázza a cybersickness előfordulását, és fontos szempont a VR rendszerek fejlesztése során. **Nalivaiko** kutatásának eredményei pedig rávilágítanak arra, hogy a cybersickness nemcsak szubjektív tüneteket, hanem fiziológiai változásokat is előidézhet. A kutatás során mérték a bőrvérkeringés, a szívritmus és a reakcióidő változásait, amelyek segíthetnek az optimális VR-technológiai alkalmazás fejlesztésében, mivel figyelembe veszik a fiziológiai és pszichológiai hatásokat is.

Marlok hazai kutatásai⁴⁶ a virtuális valóság alapú taktikai szimulációk lehetőségeit tárgyalják. A kutatás célja, hogy bemutassa, hogyan lehet a VR-technológiát hatékonyan alkalmazni a védelmi képzésekben, figyelembe véve a különböző fizikai és pszichológiai hatásokat, amelyek elősegítik a hatékony tanulást. **Stanney és társai** tanulmánya⁴⁷ azokra az alapvető problémákra összpontosítanak, amelyek a cybersickness csökkentésére irányuló kutatásokat és fejlesztéseket segíthetnek. Az ő munkájuk különösen hasznos lehet a VR-eszközök fejlesztése során, hiszen gyakorlati megoldásokat kínál a cybersickness mérséklésére.

Gavani kutatása alapján elmondható,⁴⁸ hogy a cybersickness és annak hatásai szoros összefüggésben állnak az egyéni érzékenységgel. Az ő munkájuk segíthet jobban megérteni, hogy miként lehet a VR-eszközöket úgy fejleszteni, hogy azok csökkentsék a cybersickness

⁴⁴ SWELLER 1988: 257–285

⁴⁵ REASON – BRAND 1975

⁴⁶ MARLOK 2021: 163

⁴⁷ STANNEY – LAWSON – ROKERS – DENNISON – FIDOPIASTIS – STOFFREGEN – WEECH – FULVIO 2020

⁴⁸ GAVGANI – NESBITT – BLACKMORE – NALIVAICO 2017: 45

előfordulásának valószínűségét. **Kennedy és Fowlkes** kutatásai azt mutatják,⁴⁹ hogy a szimulátorbetegség tünetei genetikailag meghatározottak, így a különböző tünetek széles spektrumot ölelnek fel. Ez a kutatás hasznos lehet az egyéni érzékenységek jobb megértésében és a VR-eszközök optimalizálásában.

A **Golding**-tanulmányban⁵⁰ bemutatott kérdőívek pedig segíthetnek előre jelezni, hogy mely személyek hajlamosabbak a cybersicknessre. Az ilyen típusú eszközök használata segíthet abban, hogy a felhasználói élményt még inkább személyre szabottan lehessen optimalizálni. **Keeney és Raiffa** által kifejlesztett döntéshozatali modellek,⁵¹ különösen az analitikus hierarchikus folyamat (AHP), segíthetnek a megfelelő VR-eszközök kiválasztásában a védelmi szektor számára. Ezen modellek alkalmazásával a legjobb technológiai megoldások választhatók ki, figyelembe véve az egyéni felhasználói igényeket.

Velasquez és Hester kutatásai⁵² a döntéshozatali módszereket elemzik, amelyek kiindulópontot jelenthetnek a VR-eszközök fejlesztésében és alkalmazásában. A megfelelő döntési modellek alkalmazása segíthet abban, hogy a legoptimálisabb eszközöket válasszák ki, amelyek a legjobb felhasználói élményt és a legkevesebb cybersickness tünetet eredményezik. A **VR-Compare** adatbázis⁵³ pedig az egyik legmegbízhatóbb forrásom volt a VR-eszközök technológiai adatbázisának építésében.

Összességében megállapítható, hogy a fenti irodalmak csoportjai megfelelő kiindulópontot adtak a kutatásom tervezéséhez és lebonyolításához, a kutatás során pedig sikerrel alkalmaztam ezeket a megállapítások alátámasztására, és segítették a következtetések levonását is.

⁴⁹ KENNEDY – FOWLKES 1992: 23–38

⁵⁰ GOLDING 2006: 237–248

⁵¹ KEENEY – RAIFFA 1993

⁵² VELASQUEZ – HESTER 2013: 56–66

⁵³ VR-Compare

1 A KÖRNYEZETI KIHÍVÁSOK ÉS AZ AZOKRA ADOTT VÁLASZOK A VÉDELMI (KATONAI) SZFÉRÁBAN

Napjainkra a környezetvédelem és a fenntarthatóság egyre hangsúlyosabb a társadalom minden területén, így a védelmi szektorban is. A védelmi szervezetek működése, beleértve a kiképzéseket, gyakorlatokat, hadműveleteket, infrastrukturális fejlesztéseket és a napi szintű működést, mind olyan tényezők, amelyek közvetlen vagy közvetett módon hatással vannak a környezetre lehetnek károsító hatásaik, illetve hozzájárulhatnak a környezet terheléséhez. A védelmi szervezetek, így a katonai erő alkalmazása során is, a környezetvédelmi célok nem mindig esnek egybe az operatív vagy stratégiai célokkal, ezért fontos, hogy a védelmi szektor is tudatosan törekedjen a környezetterhelés mérséklésére és integrálja a fenntarthatósági szempontokat a működésébe, tevékenységeibe. Ez minden társadalom jól felfogott érdeke és elvárása is. A védelmi területen felmerülő környezeti kihívásokra adott válaszok jelentős részét a nemzetközi szabályozások, ajánlások és jól „vizsgázott” gyakorlatok határozzák meg. A fenntarthatóság elve például a haderők működésének minden területén megjelent: a haditechnikai eszközök fejlesztésétől kezdve az energiaszolgáltatás optimalizálásán át egészen a kiképzési és oktatási eljárások modernizációjáig. Kérdés, hogy hogyan csökkenthető a védelmi tevékenységekkel járó környezetterhelés, azaz létezik-e fenntartható védelmi munka, amely azt jelenti, hogy például a katonai vagy a rendvédelmi feladatok ellátása és a környezetvédelmi célok teljesülése nem zárják ki egymást, hanem összeegyeztethetők egy olyan megközelítéssel, amely a környezet megóvását nem akadályként, hanem a katonai működés és feladatvégrehajtás integrált részének tekinti. Ez mindenképp paradigmaváltást indukál a védelem minden területén.

Problémafelvetés

Ismert tény, hogy a védelmi szektor tevékenysége jelentős környezeti terheléssel és potenciális károkozással járhat, ami komoly kihívást jelent a fenntarthatóság és a környezet védelme szempontjából. Tipikus példa a tüzek oltása során alkalmazott oltóanyagok környezetkárosító hatása, vagy a nagy kiterjedésű erdőtüzek esetében az erdősávok kiszántása, amely nélkül azonban nem biztos, hogy eredménnyel eloltható az adott tűz. Ehhez hasonlóan ide sorolhatók a folyók medrének megváltoztatásával járó árvízi vagy vízbázisvédelmi beavatkozások, illetve a betonvédművek létesítése is, amelyek az ökoszisztémák hosszú távú átalakulását idézhetik elő. A katonai műveletek végrehajtása, a kiképzések és gyakorlatok, valamint a védelmi infrastruktúra működtetése is mind olyan

tevékenységek, amelyek számottevő környezeti hatással járnak. Ezek közé tartozik a lég-, víz- és talajszennyezés, a zaj- és rezgésterhelés, az élőhelyek károsítása, valamint a jelentős energiafelhasználás és az üvegházhatású gázok kibocsátása. A probléma összetettségét fokozza, hogy a katonai hatékonyság és a környezetvédelem gyakran versengő prioritásokként jelennek meg, ami szükségessé teszi olyan innovatív megközelítések kidolgozását, amelyek képesek feloldani ezt az ellentmondást.

A globális környezeti kihívások, különösen a klímaváltozás fenyegetése, egyértelművé teszik, hogy a védelmi szektornak is aktívan részt kell vennie a környezetterhelés csökkentésében és a fenntartható működés előmozdításában. Ennek fényében kulcskérdés, hogy milyen szabályozási, technológiai és operatív beavatkozások és megoldások képesek csökkenteni a katonai tevékenységek „környezeti lábnyomát”⁵⁴ anélkül, hogy ez a védelmi képességek rovására menne. Különös figyelmet érdemelnek az informatikai eszközök, és köztük azok az új generációs technológiák, mint például a virtuális és kiterjesztett valóság (VR/AR) alapú rendszerek, amelyek jelentős potenciállal bírnak a kiképzések és gyakorlatok környezeti hatásainak mérséklésében. Ezeknek a digitális eszközöknek a védelmi szektorba történő integrációja azonban viszonylag új törekvés, így jelenleg még nem állnak rendelkezésre egységes, elfogadott módszerek és szabványok, amelyek lehetővé tennék a széleskörű bevezetésüket és a környezetterhelés-csökkentő hatásuk egzakt mérését.

A VR/MR szimulációk alkalmazása környezeti szempontból ígéretes irányt képvisel, mivel azonban *hazai viszonylatban* nem létezik megbízható mérési rendszer ezek tényleges hatásainak kvantifikálására, tudományos értelemben egyelőre nem állapítható meg teljes bizonyossággal, hogy ezek a technológiák milyen mértékben járulnak hozzá a környezet tehermentesítéséhez. Ez a hiányosság nemcsak az értékelést nehezíti meg, hanem gátolja az elterjedésüket is, hiszen a döntéshozók és stratégiai tervezők számára kulcsfontosságú a mérhetőség és az eredményesség bizonyítása. Problémaként jelentkezik továbbá, hogy ismerjük a környezetvédelmi céllal kifejlesztett eszközöket és azok hatásait, de nem tudjuk, hogy milyen hatással bírnak *a nem környezetvédelmi céllal* kifejlesztett technikák a környezetvédelmi törekvésekre.

A másik probléma, hogy él az a nézet, hogy a környezetvédelmi terhelés csökkentése bonyolult, költséges eszközökkel lehet csak kivitelezhető, és ez szintén nem segíti elő a terjedésüket.

⁵⁴ Ezen leegyszerűsítve mindazokat a hatásokat értem, amelyeket a tevékenység és fenntartás, működtetés kivált a természeti és épített környezetben.

Felmerül tehát a kérdés, hogy milyen környezeti kihívásokat jelent a védelmi szektor működése, biztosítottak-e a szabályozók a védelmi terület környezetvédelmi tevékenységéhez, továbbá, hogy milyen megoldások vannak a negatív hatások elkerülésére, mely eszközök bírhatnak potenciális környezetvédelmi „erővel”. További kérdés, hogy ezek között milyen szerep hárulhat a VR/ AR technológiákra.

Alhipotézisek

Az 1. fejezetben megfogalmazott alhipotézisek⁵⁵ célja, hogy támogassák és részletezzék a bevezetésben megfogalmazott **I. számú hipotézis** tartalmát, amely a védelmi szektor környezeti terhelésének mértékét, a meglévő intézményi és szabályozási válaszokat, valamint a digitális technológiák (különösen a VR/MR rendszerek) környezetkímélő potenciálját vizsgálja. Az **öt alhipotézis** egymásra épülve, logikai sorrendben járja körbe és támogatja a főhipotézis kulcselemeit: először a környezeti terhelés jellemzőit és összetettségét tárják fel (I/1), majd bemutatják a nem környezetvédelmi céllal bevezetett, de fenntarthatóságot elősegítő technológiákat (I/2), a VR/AR rendszerek gyakorlati lehetőségeit (I/3), a szabályozási keretek hiányosságait (I/4), valamint az egyszerűbb, decentralizált VR-megoldások potenciálját (I/5). Az alábbi alhipotézisek tehát az I. hipotézis részletes kifejtései, mérhető formái, melyek a fejezet logikai és tartalmi szerkezetét is meghatározzák.

1. *Alhipotézis: Feltételezem, hogy a védelmi szféra speciális, összetett **környezeti hatással** bír, és a környezetvédelmi **kihívásokra adott válaszok** is komplexek és legalább három fő kategóriára oszthatók. Feltételezem továbbá, hogy a honvédelmi szféra környezetvédelmi területének és tevékenységének nemzetközi, hazai jogszabályi-, intézményi- és akcióprogram-háttere megfelelő keretet ad a környezeti célok megvalósításához és ezek között kiemelt szerepe van **a korszerű digitális megoldásoknak**.*
2. *Alhipotézis: Feltételezem, hogy a védelmi szférában több olyan **hagyományos**, műszaki-technológiai megoldás is alkalmazásban van, amelyeket eredetileg nem környezetterhelés-csökkentési céllal fejlesztettek ki, azonban gyakorlati alkalmazásuk során utólag bebizonyosodott környezetkímélő hatásuk. Ezek az eljárások ma már*

⁵⁵ Az alhipotézisek a hipotézis tartalmi bontását szolgálják, az értekezés egészére jellemző logika szerint.

részét képezik a védelmi szervezetek fenntarthatósági gyakorlatának, noha eredeti céljuk ettől eltért.⁵⁶

3. *Alhipotézis: Feltételezem, hogy a védelmi szektorban alkalmazott VR/AR technológiák* – bár elsődlegesen nem környezetvédelmi célból kerültek bevezetésre – jelentős mértékben képesek hozzájárulni a környezetterhelés csökkentéséhez, különösen a kiképzések és gyakorlatozások terén, amennyiben azok tudatosan és rendszerszinten kerülnek beépítésre a felkészítési folyamatokba.⁵⁷
4. *Alhipotézis: Feltételezem, hogy a védelmi területen a jelenlegi környezetvédelmi szabályozási rendszerben még nem kerültek be az új típusú digitális megoldások* – például a VR, AR és MR⁵⁸ technológiákat, mint potenciális környezetterhelés-csökkentő eszközöket, mivel ezek környezeti hatásainak tudományos értékeléséhez még nem alakultak ki egységes módszertanok és sztenderdek.⁵⁹
5. *Alhipotézis: Feltételezem, hogy nemcsak a professzionális szimulációs rendszerek, hanem az egyszerűbb, alacsony erőforrásigényű VR-megoldások (Simple Smart Technologies – SST)⁶⁰ is érdemben csökkenthetik a védelmi szervezetek környezetterhelését, különösen a decentralizált képzési rendszerekben, például a területvédelmi erők oktatásában.*

Vizsgálatomban a fenti kérdések megválaszolása érdekében célul tűztem ki, hogy azonosítsam és ezzel átfogó képet nyújtsak a védelmi szektor környezeti kihívásairól, feltárjam a legfőbb környezetterhelési típusokat, valamint értékeljem azokat a szabályozási kereteket, technológiai megoldásokat (kiemelten VR/AR alapú eszközökre) és bevált gyakorlatokat, amelyek hozzájárulhatnak egy fenntarthatóbb és környezettudatosabb védelmi

⁵⁶ KRETZ 2019: 69–82

⁵⁷ Finabel – European Army Interoperability Centre 2020

⁵⁸ *VR (Virtual Reality) Virtuális Valóság:* Olyan technológia, amely teljesen virtuális környezetet hoz létre, lehetővé téve a felhasználó számára a valóságtól független interakciót.

AR (Augmented Reality) Kiterjesztett Valóság: A valós világra vetített digitális elemeket integráló technológia, amely kiegészíti a környezetet digitális információkkal.

MR (Mixed Reality) Kevert Valóság: Olyan technológia, amely ötvözi a VR és AR elemeit, lehetővé téve a felhasználóknak, hogy a valós és a virtuális világ elemeivel egyaránt kölcsönhatásba lépjenek.

⁵⁹ KASZA 2021

⁶⁰ SST (Simple Smart Tech): Olyan gyorsan telepíthető egyszerű és kereskedelmi forgalomba elérhető, digitális technológiák, amelyek hétköznapi eszközökkel támogatják a védelmi munka minden területét. Ide tartoznak a költséghatékony VR-alapú szimulátorok és egyéb digitális technológiák, mint a drónok vagy akár a robotizált eszközök, amelyek hatékonyabbá teszik a kiképzést és költségcsökkentést eredményeznek.

működéshez. A vizsgálat emellett a nemzetközi együttműködésekre, a hazai jogi és intézményi környezetre, valamint a legmodernebb technológiai megoldásokra is kiterjed és külön alfejezetben elemzem a magyar jogrendszer környezetvédelmi szabályozási elemeit, beleértve Magyarország Alaptörvényét, a kapcsolódó törvényeket és rendeleteket, valamint a védelmi szféra környezetterhelés-csökkentés célzó szabályzóit és jó gyakorlatait. annak érdekében, hogy igazoljam, hogy a kihívásokra adott válaszok és azok jogi, intézményi, tevékenységi háttere biztosított.

Mivel a környezeti hatások mérséklésére irányuló megoldások között a védelmi szférában is egyre nagyobb szerepet kapnak a digitális és technológiai innovációk, különösen azok, amelyek a katonai kiképzések, szimulációk vagy műveleti előkészítések során képesek kiváltani a fizikai jelenlétet vagy eszközhasználatot, ezért *e fejezet további célja*, hogy feltárja a modern technikai eszközök lehetséges szerepét a környezeti célok megvalósításában, azonosítsa a VR és AR technológiák környezetterhelés-csökkentő lehetőségeit. Választ keresek arra, hogy képesek lehetnek-e ezek a katonai felkészítés és működés környezeti lábnyomának csökkentésére anélkül, hogy a képzési hatékonyság csorbulna. A VR és AR technológiák alkalmazásának értékelése során nemcsak a gyakorlati példákra és eljárásokra, hanem azokra a módszertani kihívásokra is figyelmet fordítok, amelyek a környezetterhelést csökkentő hatás mérésével és összehasonlításával kapcsolatosak.

Alkalmazott módszerek

Kutatásomban többféle módszert alkalmaztam annak érdekében, hogy átfogó képet nyújtsak a védelmi szektor környezetterhelő hatásairól, a környezetkárosítás típusairól, valamint az ezekre adott környezetvédelmi válaszokról. A vizsgálat során áttekintettem a vonatkozó hazai és nemzetközi jogszabályokat, stratégiai dokumentumokat és releváns szakirodalmat a dokumentumelemzés módszerével. Külön figyelmet fordítottam az Európai Unió, a NATO, valamint Magyarország környezetvédelmi előírásaira és azok védelmi szférára gyakorolt hatásaira és az összefüggések azonosítására. Elemzésem kiterjedt a védelmi szervezetek szabályzataira, amelyek a környezeti fenntarthatóságot közvetlenül vagy közvetetten befolyásolják. A szabályozási keretek elemzése mellett esettanulmányokat is vizsgáltam, amelyek a hazai védelmi szervezetek környezetterhelés-csökkentő gyakorlati megoldásait mutatják be. Az ilyen esetek feltárása lehetőséget adott arra, hogy megismerjem azokat a technológiai innovációkat, amelyek nem környezetvédelmi céllal készültek, de alkalmazásuk során környezetterhelés csökkentő hatást is elérnek. A digitális és technológiai

innovációk, különösen a VR és AR környezetvédelmi potenciálját szakirodalmi áttekintéssel és kvalitatív összehasonlító elemzéssel is vizsgáltam.

E vizsgálat során kiemelt célom volt azonosítani, hogy ezen technológiák milyen mértékben járulhatnak hozzá a védelmi tevékenységek környezeti lábnyomának csökkentéséhez. A környezetterhelés-csökkentést célzó intézkedések és technológiák értékeléséhez másodlagos forrásokból származó módszertani modelleket és mutatószámokat vizsgáltam, majd ezek alapján logikai úton vontam le következtetéseket az alkalmazott megoldások hatékonyságára és adaptálhatóságára vonatkozóan.

A munka folyamán tudatosan törekedtem a multidiszciplináris szemléletre, ötvözve a környezettudományi, védelmi, főként katonai és technológiai szempontokat és az eddigi tudományos és gyakorlati eredményeket.

A következtetések levonásánál azok több forrásból való alátámasztásra is hangsúlyt fektettem. Az összegyűjtött információkat kritikai szemlélettel értékeltem, folyamatosan szem előtt tartva a védelmi szektor sajátos működési logikáját, valamint a környezetvédelem globális és hazai kihívásait. Módszertani célom volt, hogy a különböző vizsgálati módszerek kombinációjával hiteles, megalapozott és gyakorlatban is hasznosítható képet nyújtsak a védelmi szektor környezetvédelmi törekvéseiről, kihívásairól és a jövőbeli lehetőségekről.

1.1 Környezetvédelmi alapvetések és a védelmi terület környezetre gyakorolt hatásai

Ahhoz, hogy értelmezési síkon egységes és konzisztens legyen az értekezés, elsőként szükséges tisztázni néhány alapvetést és kulcsfogalmat a témában, mindenekelőtt azt, hogy mit értek a védelmi szféra és a védelmi tevékenység fogalmain az elemzések során, továbbá mely hatásokat lehet azonosítani a védelmi munkában

Védelmi szféra: A disszertációban a védelmi szféra alatt azon állami szervek, intézmények és háttérrendszerek összességét értem, amelyek a nemzeti biztonság, a közrend és a lakosság védelmének biztosításához hozzájárulnak, különös tekintettel a honvédségre, a katasztrófavédelemre és a hivatásos tűzoltóságra. Ide tartoznak a katonai és polgári védelmi szervek, a logisztikai és technikai háttérintézmények, valamint a biztonságpolitikai célok elérését támogató szabályozási, irányítási és kutatás-fejlesztési struktúrák.⁶¹ A védelmi munka fő pillére maga a védelmi tevékenység.

⁶¹ Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája - 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

Védelmi tevékenység: A védelmi tevékenység alatt mindazon stratégiai és operatív, felkészülési, megelőzési és reagálási feladatokat értem, amelyeket a honvédelmi, katasztrófavédelmi és tűzoltó szervezetek végeznek a nemzeti és közösségi biztonság fenntartása érdekében. Ide tartoznak a béke/normál időszakban végzett kiképzések, gyakorlatok, infrastrukturális működtetés-fenntartás, valamint a válsághelyzetekre adott válaszlépések – beleértve a polgári védelem, katasztrófaelhárítás és nemzetközi együttműködések keretében végzett tevékenységeket is.⁶² A védelmi szervezetek mindennapi működése számos olyan tevékenységet foglal magában, amelyek közvetlen vagy közvetett hatással vannak a természeti környezet állapotára. E tevékenységek környezetvédelmi aspektusai megfelelnek a szabályoknak, ennek ellenére a környezet védelmének átgondolt megközelítése csak akkor lehet megalapozott, ha tisztában vagyunk azzal, hogy mit értünk környezet alatt, és melyek azok az összetevők, amelyekre a védelmi tevékenységek leginkább hatást gyakorolnak.

A környezet fogalmát ebben a kutatásban átfogóan értelmezem: olyan összetett rendszerként tekintek rá, amely magában foglalja a természeti (levegő, víz, talaj, élővilág), a mesterséges (infrastruktúra, technikai eszközök) és a társadalmi (emberi jelenlét, beavatkozás) tényezőket is. A védelmi tevékenységek ezeket az összetevőket gyakran egyidejűleg érintik, így bármely környezetvédelmi törekvésnek együtt és komplexitásában kell kezelnie ezeket. Ezt a komplexitást kell lekövetnie a kutatásoknak is. A következő fejezetben ezért elsőként azonosítom a környezetterhelés legjellemzőbb típusait, forrásait és megjelenési formáit a védelmi szféra működése és tevékenysége kapcsán.

A környezetterhelés egyik definícióját az 1995. évi LIII. törvény 4. § 6. pontja határozza meg: „*Környezetterhelés: valamely anyag vagy energia közvetlen vagy közvetett kibocsátása a környezetbe.*”⁶³ Ez a meghatározás magában foglalja az emberi tevékenységek által a természetes környezetben okozott jelentős változásokat, legyenek azok közvetlenek, mint a szennyezőanyagok kibocsátása, vagy közvetettek, mint a földhasználat változásai, amelyek hosszú távú ökológiai következményekkel járnak. A védelmi szektor sajátos jellegéből

⁶² 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 2. § (1).

⁶³ 1995 évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól, 4. § 6.

adódóan, számos terheli a környezetet. Az alábbiakban elsősorban a katonai tevékenységet vizsgáltam, csak példa szintjén tértem ki más területekre.

A legjelentősebb hatások közé tartozik a *légszennyezés*, amely főként a katonai járművek és repülőgépek üzemeltetéséből származik. Ezek jelentős mennyiségű üvegházhatású gázt és egyéb szennyező anyagot bocsátanak ki, hozzájárulva nemcsak a lokális légszennyezéshez, hanem a globális klímaváltozáshoz is.⁶⁴ A *vízszennyezés* elsősorban a tengeri hadműveletek és kikötői tevékenységek során keletkezhet, amikor olaj és vegyi anyagok kerülnek a vízbe, károsítva a vízi ökoszisztémákat. A *zajterhelés* szintén előfordulhat a védelmi szektorban. A katonai gyakorlatok és hadműveletek során keletkező zaj, különösen a repülőgépek és fegyverek használata zavarhatja a helyi lakosságot és az állatvilágot egyaránt, hosszú távon egészségügyi és ökológiai problémákhoz vezethet. A *talajszennyezés* különösen a katonai bázisokon jelent problémát, ahol a vegyi anyagok és üzemanyagok esetleges szivárgása hosszú távon befolyásolja a talaj minőségét és termékenységét (lásd korábbi szovjet laktanyák) is.⁶⁵

A *földhasználat* változása is komoly környezeti terhelést jelent, amivel a katonai bázisok és gyakorlóterek létesítése jár, de a terepre nagy járművekkel, gépekkel való vonulások és manőverezések talajra gyakorolt hatásai sem mellékesek, amik élőhelyek elvesztéséhez és az ökoszisztémák fragmentációjához vezethetnek. Az *energiafogyasztás* terén is nagy a védelmi szektor környezeti lábnyoma. A katonai műveletek és bázisok fenntartása komoly energiaigénnyel jár, ami fokozott erőforrás-felhasználást és kibocsátást eredményez világszerte. A szakterületen *hulladékképződéssel* is kell számolni. Ezek kezelése speciális tudást és gyakorlatot igényel. Különösen a veszélyes és az elektronikai hulladékok kezelése kritikus kérdés a védelmi szektorban.

A környezetkárosítás fogalmát a magyar jogrendszer az 1995. évi LIII. törvény 4. § 7. pontjában határozza meg, amely szerint „*a környezetkárosítás olyan emberi tevékenység vagy mulasztás, amely a környezet minőségének, állapotának vagy működésének romlását idézi elő, veszélyezteti annak elemeit, vagy azok rendeltetésszerű használatát akadályozza.*” A környezetkárosítás tehát nem csupán szándékos cselekmények következménye lehet, hanem sok esetben a környezeti szempontok figyelmen kívül hagyásából, esetleg emberi mulasztásból, netán szándékos károkozásból fakad. A védelmi területen ez különösen lényeges, mivel számos olyan tevékenység – például gyakorlatok, haditechnikai fejlesztések,

⁶⁴ MACHLIS – HANSON 2008: 729–736

⁶⁵ KRETZ 2019: 70–81

bázisüzemeltetés – folytatható, amely jelentős, de nem feltétlenül szándékolt környezetkárosítással jár együtt. A fent kifejtett tények magukkal hozzák a válaszokat, így a környezet védelmére irányuló törekvéseket.

*A környezetvédelem a környezet megóvását, annak kedvező állapotának fenntartását, valamint a már bekövetkezett károsodások enyhítését szolgáló tevékenységek és szabályozások összessége.*⁶⁶ Kiterjed a környezet összes elemének, mint a levegő-, víz- és talajminőség megóvására, a biodiverzitás fenntartására, az erőforrások fenntartható használatára, valamint a hulladékkezelés és a szennyezések megelőzésének és felszámolásának kérdéskörére stb. is. A védelmi szektorban a környezetvédelem nemcsak jogi kötelezettség, hanem stratégiai érdek is, mivel a katonai infrastruktúra fenntarthatósága, a hadműveletek biztonsága, a hátszország védelme és a lakosság támogatásának megtartása is függ a környezet állapotától.

A katonai tevékenységből adódó környezetterhelés/károsítás. A védelmi szektor minden területén előfordulhat környezetre irányuló negatív hatás. A katonai művelési tevékenységekből eredő környezetterhelés és -károsítás azonban az egész világon komplex kérdéskört alkot. Mára már nem kérdőjelezi meg senki, hogy a védelmi feladatokra való felkészülés, a harc és a harc megvívásának hagyományos és modern változatai is környezetterhelőek, környezetkárosítást idézhetnek elő. Emellett azonban széles a skálája a további veszélyeknek és hatásoknak is. A haditechnikai eszközök üzemeltetése és alkalmazása során (békeidőszaki felkészüléskor vagy háborúban) bekövetkező szennyezések – például a levegőbe kibocsátott égéstermékek vagy a talajba szivárgó anyagok – mellett a gyakorlatokhoz használt területeken élőhelyek károsodása, az ökoszisztémák fragmentációja és a zajterhelés is súlyos környezeti hatást okozhat.

Ezen túlmenően figyelembe kell venni a katonai célú építések és építkezések – például erősítés vagy az új bázisok, lőterek létesítése – földhasználatra gyakorolt hatását, valamint a keletkező hulladékok – köztük veszélyes anyagok és elektronikai eszközök – speciális kezelésének szükségességét is. Ha mindezekhez még hozzátesszük, hogy ezek a károsítások, terhelések egy-egy „éles” katonai esemény vagy egyszerűen egy szakmai paradigmaváltás során felerősödhetnek, az ellenük való védekezés háttérbe szorul a prioritáslistán, akkor feltétlen keresnünk kell a jövő útját.

⁶⁶ 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól, 2. § (2).

A szándékos vagy közvetett környeztkárosítás felismerése, megelőzése és minimalizálása így a védelmi szféra környezettudatosságának egyik kulcsfontosságú mércéje.

1.2 A környezetterhelés és károsítás csökkentését célzó válaszok

Az irodalmakat elemezve elmondható, hogy a kihívásokra adott környezetvédelmi válaszok szerteágazóak, de az értekezés nem teszi lehetővé mindegyik elemzését, ezért ezek közül **három fő területet** emeltem ki:

- a szabályzói háttér és környezetvédelmi programok,
- a harc megvívására való felkészülés, valamint a harc megvívásának, támogatásának környezettudatos formái,
- a létesítés, fenntartás környezettudatos formái.

A védelmi terület környezetvédelmének megértéséhez ismernünk kell ezt a három területet és ezek fejlődéstörténetét. Elsőként felmerül a kérdés, hogy megvan-e a szabályzói háttér és programok hozzá és megfelelő keretet adnak-e a környezet védelméhez. Ahhoz, hogy eljussunk a védelmi szféra környezetvédelmi válaszaihoz, ezt is meg kell vizsgálnunk!

1.2.1 A környezetvédelmi törekvések nemzetközi szabályzói háttere és a környezetvédelmi programok

A környezet védelme globális problémaként jelent meg a 20. század második felétől, amelyre válaszként olyan nemzetközi egyezmények és együttműködések születtek, amelyek ma is az alapját képezik az államok környezetvédelmi politikájának. E folyamat egyik mérföldköve az 1972-es stockholmi ENSZ-konferencia volt, amely lefektette a nemzetközi környezetpolitika alapelveit, majd ezt követte az 1992-es Riói Konferencia, ahol keretében több kulcsfontosságú dokumentum – így az Agenda 21, az Éghajlatváltozási Keretegyezmény és a Biodiverzitási Egyezmény – is elfogadásra került. E nemzetközi keretek jelentősen befolyásolták az Európai Unió és tagállamainak környezetvédelmi szabályozását is, köztük Magyarországot is. A hazai környezetvédelmi szabályozás az elmúlt három évtizedben jelentős fejlődésen ment keresztül, amelynek egyik központi eleme a *Nemzeti Környezetvédelmi Programok* sorozata. Ezek célja, hogy stratégiai keretet adjanak a környezet javítását és a fenntartható fejlődést szolgáló intézkedéseknek, valamint elősegítsék az európai uniós joganyaghoz való harmonizációt és lefedjék a környezetvédelem legfontosabb területeit, úgy, mint a levegőtisztaság-védelem, a vízgazdálkodás, a hulladékgazdálkodás, a

természetvédelem és az éghajlatváltozás elleni fellépés. E dokumentumok a hazai stratégiai tervezés meghatározó elemei, és kiemelt jelentőséggel bírnak a védelmi szektor környezeti célkitűzéseinek alakításában is. A környezetvédelmi szabályozás nem csupán a nemzetközi egyezmények és hazai programok formájában jelenik meg, hanem átfogó történeti fejlődés eredményeként vált a védelmi szféra szerves részévé. A fenntartható fejlődés eszméje, valamint a katonai tevékenységek környezeti hatásainak felismerése együttesen vezettek oda, hogy a környezetvédelmi szempontokat ma már nem lehet elválasztani a biztonságpolitikai és védelmi tervezéstől.

A környezetterhelés a modern társadalom egyik legnagyobb kihívása, és különösen igaz ez a védelmi szférára, amely számos különleges kihívással néz szembe. A védelmi ipar tevékenységei – beleértve a katonai gyakorlatokat, fejlesztéseket és a hadviselés következményeit – mind jelentős hatással vannak a környezetre.

Az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb figyelem irányult a védelmi munka környezeti terhelésének csökkentésére. Az 1972-es stockholmi ENSZ I. Környezetvédelmi Világkonferencián vált nyilvánvalóvá, hogy a globális környezetvédelemhez elengedhetetlen a nemzetközi összefogás, és csak a termelési folyamatok átgondolása önmagában nem elegendő. Az első lépések közé tartozott az *Egyesült Nemzetek Környezetvédelmi Programjának* megalapítása, amely a világ környezeti állapotának méréséért, ellenőrzéséért és az adatok gyűjtéséért felelt. Az 1975-től egyre több ország fogadott el saját környezetvédelmi törvényt és intézményeket is létre hozott ezen törvények kezelésére. Az 1980-as években a nemzetközi szervezetek stratégiákba integrálták a környezetvédelmi célkitűzéseket, és elindultak az első zöld mozgalmak is, majd 1987-ben a Gro Harlem Brundtland által vezetett ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottság jelentős előrelépést tett a fenntartható fejlődés fogalmának kidolgozásában, és a *Közös jövőnk* című jelentésben foglalta össze az emberiség és a környezet közötti viszony szabályozásának alapvető elemeit. Ugyanebben az évben, a montreali konferencián született megállapodás a légköri ózonréteget károsító vegyszerek csökkentéséről, ami szintén a nemzetközi környezetvédelem egyik fontos mérföldkövének tekinthető.

Az 1992-es Rio de Janeiro-i Környezet és Fejlődés Világkonferencia az ENSZ Agenda 21 programját is elfogadta, amely a fenntartható fejlődés 21. századi feladatait és célkitűzéseit fogalmazta meg, itt lefektették a fenntarthatóság alapelveit, beleértve a környezeti jogokat és kötelezettségeket. A klímaváltozás elleni küzdelem egyik első nemzetközi keretét is itt határozták meg, aminek eredményeképp kialakult a klímakonvenció, amely a következő évtizedekben meghatározó lett a környezeti tudatosság növelésében.

Az 1997-es kiotói konferencia újabb lépést tett a klímaváltozás kérdésének középpontba állításában, különös figyelmet szentelve az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésére. A résztvevők kiemelték az aszály és az elsivatagosodás elleni küzdelem fontosságát. Az állami környezetvédelmi programok és feladatok végrehajtásának sikere szorosan összekapcsolódott az egyének és közösségek környezettudatosságának fejlesztésével, amit számos önkéntes mozgalom is támogatott világszerte. A 2000-es évek után számos jelentős nemzetközi és uniós szintű környezetvédelmi szabályozás lépett hatályba, amelyek tovább formálták a fenntarthatóságot és a környezeti védelmet célzó stratégiákat.

2006-ban az Európai Unió elfogadta a *Fenntartható Fejlődési Stratégiát*, amely a fenntarthatóságot integrálta minden uniós szakpolitikába, ez a stratégia előírta a tagállamok számára a nemzeti környezetvédelmi stratégia kidolgozását és kétéves akciótervek készítését. 2013-ban az Európai Parlament és a Tanács elfogadta a *Hetedik Környezetvédelmi Cselekvési Programot (7. EAP)*, amely a 2020-ig tartó időszakra vonatkozott, ami fő célkitűzés köré épült: az EU természeti tőkéjének megóvása és növelése, az EU erőforrás-hatékony, alacsony szén-dioxid-kibocsátású, zöld és versenyképes gazdasággá alakítása, valamint az uniós polgárok megóvása a környezeti ártalmaktól és az egészséget fenyegető kockázatoktól.

Majd 2015-ben az ENSZ Éghajlatváltozási Konferencián (COP21) megszületett a *Párizsi Megállapodás*, amely jogilag kötelező érvényű globális megállapodásként célul tűzte ki az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését, valamint az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást és az ehhez kapcsolódó pénzügyi támogatások elősegítését. A következő mérföldkő volt a 2020-ban az Európai Bizottság által elfogadott *Európai Zöld Megállapodás* (European Green Deal), amely átfogó stratégiát nyújtott az EU 2050-ig történő klímasemlegességének elérésére. A megállapodás ambiciózus célokat tűzött ki az energiahatékonyság növelése, a megújuló energiaforrások használatának elősegítése, az ipari kibocsátások csökkentése, a biológiai sokféleség megőrzése, valamint a fenntartható mezőgazdaság támogatása terén. A csomag részét képezik a megújuló energiaforrások arányának növelésére, az elektromos közlekedés elterjedésére és az energiahatékonyság javítására vonatkozó szabályozások.

A környezetvédelem természetesen a védelmi szektorban is egyre nagyobb szerepet kap, mind nemzeti, mind nemzetközi szinten. A védelmi tevékenység során figyelembe kell venni a globális környezetvédelmi előírásokat, amelyek az EU, NATO, ENSZ és egyéb nemzetközi szervezetek keretében születnek meg. Ezek az irányelvek és szabályozások jól biztosítják, hogy a katonai műveletek és a védelemmel kapcsolatos infrastruktúra fenntartható módon

működjön. Magyarország is kiemelt figyelmet fordít a környezeti joganyagokban foglaltak betartására, és ezáltal hozzájárul a globális fenntarthatósági célok eléréséhez.

A védelmi területet (is) érintő nemzetközi környezetvédelmi egyezmények és szabályozások

A nemzetközi környezetvédelmi egyezmények és szabályozások fontos szerepet játszanak a védelmi szektor környezeti stratégiáinak és gyakorlatának kialakításában. Az Európai Unió (EU) például számos környezetvédelmi jogszabályt fogadott el, amelyek célja a fenntartható fejlődés előmozdítása és a környezeti károk minimalizálása. Az *EU Környezetvédelmi Akcióprogramja* konkrét célkitűzéseket fogalmaz meg, amelyek a védelmi szektorra is vonatkoznak, beleértve az energiahatékonyság növelését és a szennyezőanyag-kibocsátás csökkentését. A NATO szintén kiemelten foglalkozik a környezetvédelemmel, különösen a katonai műveletek és gyakorlatok során. A *NATO STANAG 7141*⁶⁷ szabvány meghatározza a NATO környezetvédelmi doktrínáját, és útmutatást nyújt a környezetvédelmi tervezéshez minden katonai tevékenységnél.

A szabvány tartalmazza a környezetvédelmi tervezési irányelveket, a környezeti kockázat kezelés elveit, a parancsnokok környezetvédelmi felelősségét és a környezetvédelmi oktatás céljait.

A *NATO környezetvédelmi doktrínái* és gyakorlatai központi szerepet játszanak a katonai műveletek és gyakorlatok során alkalmazott eljárásokban. A szövetség környezetvédelmi meghatározása szerint a környezetvédelem célja a kedvezőtlen környezeti hatások megelőzése vagy enyhítése, különösen a katonák tevékenységéből származó hatásoké.⁶⁸ A környezetvédelem érdekében tett lépések növelik a haderő védelmét, mivel elkerülik a katonák és a civilek szennyezésnek való kitettségét. Másodszor, támogatják a műveleteket, mivel a környezet hatással van a készenlétre, biztonságra, taktikákra, költségvetésre és a fogadó nemzettel, helyi közösségekkel és médiával való kapcsolatokra. Harmadszor, pénzt takarítanak meg, mivel csökkentik a helyreállítási, orvosi, jogi stb. költségeket.

Végül, a környezetvédelem a NATO politikájának, doktrínáinak, szabványainak és irányelveknek is része, tehát kötelező. A NATO Environmental Protection Working Group (EPWG)⁶⁹ évente jelentéseket ad ki, amelyek a környezetvédelmi gyakorlatok fejlesztését és

⁶⁷ STANAG 7141 2006

⁶⁸ OLÁH – FÖLDI 2008: 29–34

⁶⁹ NATO 2024

a legjobb megoldások megosztását célozzák meg. Az EPWG kiadványai konkrét példákat mutatnak be arra, hogyan lehet csökkenteni a katonai tevékenységek környezeti hatásait.

Az EU LIFE+ programja pedig támogatja a környezetvédelmi projekteket, amelyek közül több a védelmi szektorban is alkalmazható, például a szennyezett területek helyreállítása és a biológiai sokféleség védelme terén. A *NATO Green Defence Framework*⁷⁰ is meghatározó, célja, hogy fenntarthatóbbá tegye a védelmi tevékenységeket azáltal, hogy elősegíti az energiahatékonyságot és a megújuló energiaforrások használatát. Az ENSZ *Fenntartható Fejlődési Céljai (SDGs)* globális keretet biztosítanak a környezetvédelem számára, és ezek a célok a védelmi szektorban is relevánsak. Az ENSZ környezetvédelmi egyezményei, mint például a Párizsi Megállapodás, szintén hatással vannak a védelmi politikákra, mivel előírják az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését és az energiahatékonyság növelését.

A környezetterhelés csökkentésére irányuló törekvések ***egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a védelem területén*** is. Példaként említhető a környezettudatos építkezés elvének megjelenése a katonai objektumok esetében, valamint a Warfare Ecology tudományterület kialakulása, amely a háborús tevékenységek környezeti hatásait vizsgálja. Ezen a területen már említett és később előforduló irodalmakban jelentős kutatási eredményekkel találkozunk.

A vonatkozó irodalmakat elemezve ***összességében elmondható***, hogy a védelmi szektor környezeti terhelése komplex és sokrétű probléma, amely átfogó megközelítést igényel. A fenntarthatóság elvének integrálása a katonai stratégiákba és műveletekbe nem csak környezetvédelmi szempontból fontos, hanem hozzájárulhat a védelmi képességek hosszú távú fenntarthatóságához és hatékonyságához is. Ez a felismerés vezetett a környezetvédelmi törekvések nemzetközi és hazai szabályozói hátterének kialakításához, amely mind nemzeti, mind nemzetközi szinten egyre nagyobb jelentőséggel bír a védelmi szektorban is.

A katonai szakterület feladatrendszere szerteágazó, az értekezés kerete azonban nem teszi lehetővé, hogy minden területére kiterjedően vizsgálja a környezetvédelmi kihívásokra adott válaszokat, ezért az alábbiakban a fő küldetésére, *a fegyveres védelem és a harc megvívására, valamint az annak támogatását célzó tevékenységekre, valamint a működésükkel, objektumaik létesítésével és fenntartásával kapcsolatos feladatok ellátására adott válaszokat* azonosítom.

*Az EU Defence Action Plan for Sustainable Energy*⁷¹ kifejezetten a védelmi szektor energiahatékonyságának növelésére és a megújuló energiaforrások integrációjára fókuszál.

⁷⁰ NATO 2014a

⁷¹ European Defence Agency 2022

A nemzetközi környezetvédelmi egyezmények és szabályozások betartása nemcsak jogi kötelezettség, hanem hozzájárul a védelmi szektor fenntarthatóságához és hosszú távú működőképességéhez. Ezek az egyezmények és szabályozások biztosítják, hogy a katonai tevékenységek során figyelembe vegyék a környezeti szempontokat és minimalizálják a negatív hatásokat. A NATO számos környezetvédelmi szabványt és irányelvet alkalmaz, beleértve a *STANAG 7141 – NATO Környezetvédelmi Doktrína* a NATO-vezette katonai tevékenységek során című dokumentumot. Ez a doktrína iránymutatást nyújt a katonai gyakorlatok és műveletek környezetvédelmi tervezéséhez, beleértve a környezeti kockázatkezelést és a szennyezés megelőzését.

A NATO környezetvédelmi struktúrái között található az Emerging Security Challenges Division (ESCD) / Energy Security Section (ESS), a Defence and Environment Experts Group (DEEG), a Smart Energy Team (SENT), és az Energy Security Centre of Excellence (ENSEC COE). Ezek a szervezetek együttműködnek az ENSZ Környezetvédelmi Programjával (UNEP), az Európai Biztonsági és Együttműködési Szervezettel (OSCE), az Európai Védelmi Környezetvédelmi Hálózattal (DEFNET), az Európai Védelmi Ügynökséggel (EDA) és az Európai Unió Katonai Személyzetével (EUMS).⁷² A NATO különféle képzési lehetőségeket is kínál a környezetvédelem területén, beleértve a NATO School Oberammergau-t, a MILENG Centre of Excellence-t és a Science for Peace and Security Programme (SPS) által támogatott képzési eseményeket. Ezen kívül a gyakorlatok során is lehetőség nyílik a környezetvédelmi képességek fejlesztésére.

A NATO Katonai Bizottságának dokumentum-hierarchiája a környezetvédelem vonatkozásában tartalmazza a MC 560/1 – *Katonai Mérnöki Politika* (MILENG) és a MC 469/1 – *NATO Katonai Alapelvek és Politikák a Környezetvédelem terén* dokumentumokat is. Ezek a dokumentumok meghatározzák minden NATO-vezette katonai tevékenységre a környezetvédelmi integráció célját, biztosítva az operatív követelményekkel való összhangot. Ezután a NATO-parancsnokok feladata a környezetvédelmi eljárások és szabványok meghatározása és betartása. Felelősek a környezetvédelmi irányelvek kiadásáért és a küldő nemzetektől jelentések kéréséért a használatra rendelkezésre bocsátott helyszínek környezetvédelmi helyzetéről. A parancsnokoknak figyelembe kell venniük a környezeti kérdéseket és hatásokat a tervezés korai szakaszában, és hozzá kell férniük környezetvédelmi szakértői tanácsokhoz és támogatáshoz. A küldő nemzetek feladata, hogy környezetvédelmi oktatást és képzést biztosítsanak saját erőiknek, környezetvédelmi szakértelmet nyújtsanak

⁷² NATO 2024

saját erőikben belül, és megfeleljenek a NATO parancsnok környezetvédelmi irányelveinek. Ezenkívül a küldő nemzeteknek be kell tartaniuk a környezetvédelmi jelentési és koordinációs kötelezettségeiket.⁷³ A környezetvédelmi politika betartása kötelező minden NATO és nem NATO résztvevő számára a NATO-vezette katonai tevékenységek során.

1.2.2 Egyéb környezetvédelmi eszközök

Modern Technológiák. A nemzetközi normák és előírások beépítése a védelmi szektor működésébe elősegíti a globális környezeti célok elérését és javíthatja a nemzetközi együttműködést. A környezetvédelmi szabályozások segítenek a védelmi szektorban dolgozók környezettudatosságának növelésében is és a fenntarthatóságra való törekvésben. A fenntartható védelmi tevékenységek megvalósítása érdekében azonban szükséges a legújabb technológiák és módszerek integrálása, valamint a folyamatos innováció is. A technológiai megközelítésen kívül a védelmi szféra környezetvédelmi együttműködése más szektorokkal és nemzetközi szervezetekkel is kulcsfontosságú a globális környezeti kihívások kezeléséhez és a fenntartható fejlődés előmozdításához.

Együttműködések. A kooperáció több szempontból is elengedhetetlen a komplex problémák kezelése, az erőforrások és szakértelem megosztása, az innovációk előmozdítása, a globális standardok kialakítása, a költséghatékonyság növelése, a bizalomépítés és az átfogó biztonság megteremtése érdekében. A környezeti kihívások gyakran átlépik az országhatárokat és szektorális határokat, így átfogó, több szereplőt bevonó megközelítést igényelnek. A nemzetközi együttműködés lehetővé teszi a tudás, technológia és erőforrások hatékonyabb felhasználását. A különböző szektorok és országok közötti együttműködés elősegíti az új, fenntartható megoldások kifejlesztését. A nemzetközi együttműködés hozzájárul az egységes környezetvédelmi normák és gyakorlatok kialakításához. A közös projektek és programok révén a védelmi szektor költséghatékonyabban valósíthatja meg környezetvédelmi céljait. A környezetvédelmi együttműködések erősíthetik a nemzetközi kapcsolatokat és a kölcsönös bizalmat. A következő alfejezetben példákat mutatok a védelmi szektor nemzetközi környezetvédelmi együttműködéseinek lehetőségeire és eredményeire, mert ezeket ismerve tudjuk megállapítani, hogy adottak-e a lehetőségek a környezet védelmére.

⁷³NATO 2024

Nemzetközi együttműködések. A nemzetközi együttműködések kiemelt szerepet játszanak a környezetvédelem területén, különösen a védelmi szektorban, ahol az EU és a NATO tagállamok közös projekteken és programokon keresztül igyekeznek csökkenteni a környezetterhelést. Az Európai Unió már említett LIFE+ programjai⁷⁴ például olyan környezetvédelmi projekteket támogatnak, amelyek célja a környezetvédelmi innovációk előmozdítása és a fenntarthatóság növelése. Ezek a projektek gyakran bevonják a védelmi szektort is, mivel a katonai tevékenységek jelentős környezeti hatásokkal járhatnak. A LIFE+ program keretében számos projekt valósult meg, amelyek közül több közvetlenül a védelmi szektorhoz kapcsolódik, például a szennyezett területek helyreállítása, az energiahatékonyság növelése és a biológiai sokféleség védelme.

Ahogy már utaltam rá, a NATO Green Defence Framework⁷⁵ egy átfogó keretrendszer, amely a fenntartható védelmi tevékenységekre összpontosít. Célja, hogy csökkentse a katonai tevékenységek környezeti lábnyomát, előmozdítsa az energiahatékonyságot és támogassa a megújuló energiaforrások használatát. A keretrendszer részeként a NATO számos kezdeményezést indított, amelyek középpontjában a környezeti fenntarthatóság áll. Az EU és NATO tagállamok közötti együttműködések számos közös projektet és programot foglalnak magukban, amelyek célja a környezetvédelmi célok elérése. Az egyik ilyen projekt a *NATO Smart Energy Team (SENT)*,⁷⁶ amely az energiahatékonyság növelésére és a megújuló energiaforrások integrálására fókuszál a katonai műveletek során. A SENT program keretében számos innovatív megoldást dolgoztak ki, amelyek csökkentik az üzemanyag-fogyasztást és a szén-dioxid-kibocsátást. A nemzetközi együttműködés lehetővé teszi a legjobb gyakorlatok és tapasztalatok megosztását, ami hozzájárul a fenntartható védelmi tevékenységek kialakításához.

Az együttműködések keretében közös kutatási projektek, képzési programok és gyakorlatok valósulnak meg, amelyek célja a környezetvédelmi tudatosság növelése és a fenntarthatósági célok elérése. Ilyen például az EU-NATO kooperáció a környezetvédelmi képzés terén. A NATO School Oberammergau és az EU finanszírozású képzési programok keretében számos közös képzési eseményt szerveznek, amelyek célja a környezetvédelmi ismeretek bővítése és a fenntarthatósági gyakorlatok elterjesztése. Ezenkívül az EU és NATO tagállamok közös kutatási projekteket indítanak, amelyek célja új környezetvédelmi

⁷⁴ European Commission 2024

⁷⁵ NATO 2014b

⁷⁶ NATO 2015

technológiák és megoldások kifejlesztése a védelmi szektor számára. Ilyen terület például a fenntartható energiafelhasználás.

A NATO Energy Security Centre of Excellence (ENSEC COE) és az EU Energiabiztonsági Központja közös projekteken dolgoznak a fenntartható energiafelhasználás előmozdítására a katonai tevékenységek során. A nemzetközi együttműködések és közös programok jelentős szerepet játszanak a környezetvédelem területén, különösen a védelmi szektorban. Az EU és NATO tagállamok közötti együttműködés így lehetővé teszi a fenntarthatósági célok elérését, az innovációk előmozdítását és a környezeti terhelés csökkentését. Az ilyen együttműködések hozzájárulnak a globális környezeti célok eléréséhez és a fenntarthatóbb jövő megteremtéséhez.

Akadályok. A fenntartható védelmi tevékenységek bevezetéséhez elengedhetetlen a modern technológiák alkalmazása is. Azonban a technológiai innovációk, mint például a megújuló energiaforrások használata, az energiahatékony eszközök és a szennyezéscsökkentő technológiák bevezetése gyakran időigényes és költséges folyamat, ezért nem zökkenőmentes. A technológiai átállás során figyelembe kell venni a védelmi munka, így a katonai tevékenységek speciális igényeit és követelményeit is, ami további kihívásokat jelent.⁷⁷

A fenntarthatóság elérése érdekében szükség van politikai támogatásra és megfelelő szabályozási keretekre. A politikai döntéshozóknak biztosítaniuk kell, hogy a fenntarthatósági célok beépüljenek a védelmi stratégiákba és politikákba, ez azonban nem mindenütt zökkenőmentes.⁷⁸ A különböző országok eltérő politikai prioritásai és érdekei gyakran megnehezítik az egységes környezetvédelmi politikák kialakítását és végrehajtását.

A pénzügyi források biztosítása és hatékony felhasználása kulcsfontosságú a fenntarthatóság elérése érdekében, de nem mindenütt állnak rendelkezésre.⁷⁹ Az EU Defence Action Plan for Sustainable Energy ezért konkrét pénzügyi támogatást nyújt a védelmi szektor energiahatékonyágának növelésére és a megújuló energiaforrások integrálására. A NATO Environmental Protection and Energy Efficiency Centre of Excellence (EnE CoE) kiadványai pedig részletes útmutatást nyújtanak a fenntartható védelmi tevékenységek megvalósításához. Az EnE CoE olyan programokat és kezdeményezéseket indít, amelyek célja a környezeti fenntarthatóság előmozdítása a védelmi szektorban.⁸⁰ A védelmi szektor nemzetközi

⁷⁷ GARY – MACHLIS 2008: 729–736

⁷⁸ FÖLDI 2016: 400–474

⁷⁹ SZILÁGYI 2022: 73–93

⁸⁰ NATO ACT 2023

környezetvédelmi együttműködéseit és kulcsfontosságú programjait az **1. sz. táblázatban** foglaltam össze.

Főbb program, projekt	Célja, várható eredmény
EU Defence Action Plan for Sustainable Energy	A védelmi szektor energiahatékonyságának javítása, megújuló energiaforrások integrálása
NATO Green Defence Framework	Fenntartható katonai tevékenységek ösztönzése, környezetbarát technológiák alkalmazása
EU LIFE+ Program	Környezetvédelmi innovációk támogatása, pl. szennyezett területek helyreállítása
Paris Agreement (2015)	Klímaváltozás elleni globális fellépés, kibocsátáscsökkentési kötelezettségek
Agenda 2030 – SDGs	Fenntartható fejlődési célok, környezetvédelem integrálása a védelmi stratégiákba
NATO Smart Energy Team (SENT)	Energiabiztonság növelése, energiahatékony megoldások katonai gyakorlatokban
Energy Security Centre of Excellence (ENSEC COE)	Fenntartható energiagazdálkodási modellek kidolgozása és képzések szervezése

1. táblázat: A védelmi területet is érintő környezetvédelmi programok és akciók. Készítette a szerző.

1.2.3 Magyarországi környezetvédelmi szabályozók stratégiák és programok

A környezetvédelem fontossága a védelmi szektorban az elmúlt évtizedekben hazánkban is egyre inkább előtérbe került. Az EU, NATO és ENSZ szabályozások beépítése a hazai jogrendszerbe és a mindennapi gyakorlatba kulcsfontosságú lett a környezetvédelmi célok eléréséhez. A Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség feladatai közé tartozik a környezeti fenntarthatósági célkitűzések segítése a saját területük vonatkozásában, amely magában foglalja a természeti erőforrások védelmét és a környezeti károk minimalizálását is.

A környezetvédelem integrálása a védelmi tevékenységekbe nemcsak jogi kötelezettségünk, hanem stratégiai előny is, hiszen hozzájárul a hadműveletek sikerességéhez és a közösségi elfogadottsághoz. A jogrend leköveti ezeket a törekvést. Magyarországon számos jogszabály és előírás szabályozza a környezetvédelmet a védelmi szektorban. Az Alaptörvény és számos egyéb joganyag rögzíti például a környezetvédelmi kötelezettségeket, amelyek betartása elengedhetetlen a védelmi szervezetek számára. Az Alaptörvény 2011. április 25-én elfogadott szövege kimondja, hogy a természeti erőforrások védelme és fenntartása az állam és mindenki kötelessége.⁸¹ Az 1995. évi LIII. törvény és a 1996. évi LIII.

⁸¹ Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.), P) cikk (1).

törvény a természet védelméről alapvető szabályokat határoz meg a természeti értékek és területek védelmére.⁸²

A 2011. évi CXIII. törvény a honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről szintén tartalmaz környezetvédelmi előírásokat, kiemelten⁸³ a katonai tevékenységek során felmerülő környezeti hatások minimalizálását és a fenntarthatóság biztosítását.

A 122/2011. (XI. 25.) HM utasítás „a honvédelmi-környezetvédelmi stratégia” kiadásáról részletesen szabályozza a honvédelmi környezetvédelmi stratégia végrehajtását. Főbb tétele, hogy minden katonai tevékenység során kiemelt figyelmet kell fordítani az energiahatékonyság növelésére,⁸⁴ a hulladékkezelés optimalizálására, valamint a természetes élőhelyek védelmére.

*A 1163/2020. (IV. 21.) Korm. Határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról*⁸⁵ és a *1393/2021 (VI. 24) határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról*⁸⁶ is tartalmazznak környezetvédelmi célkitűzéseket, közöttük azt, hogy a Magyar Honvédség fejlesztése során integrálni kell a legújabb technológiai megoldásokat, amelyek hozzájárulnak az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséhez és az energiahatékonyság növeléséhez. Ezek a jogszabályok és előírások biztosítják, hogy a Magyar Honvédség tevékenységei során figyelembe vegyék a környezetvédelmi szempontokat.

A jogszabályok betartása és a környezetvédelmi szemléletmód integrálása a katonai tevékenységekbe hozzájárul a fenntarthatóság előmozdításához és a környezeti károk minimalizálásához. Az Európai Unió, a NATO és a nemzeti környezetvédelmi előírások alapján a honvédelmi ágazatban szabályozott keretek között történik a környezetvédelmi feladatok végrehajtása.

A Magyar Honvédségben 2005. szeptember 1-jén bevezetett „*A NATO által vezetett hadműveletek és gyakorlatok környezetvédelmi előírásai*” című STANAG 7141⁸⁷ szabvány célja, hogy meghatározza a szervezet környezetvédelmi doktrínáját és részletes útmutatást nyújtson a környezeti tervezéshez a katonai tevékenységek minden szintjén. A szabvány mellékletei többek között tartalmazzák a környezetvédelmi kockázatkezelés alapelveit, a

⁸² 1995 évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól és az 1996 évi LIII. törvény a természet védelméről.

⁸³ 2011 évi CXIII. törvény a honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről.

⁸⁴ 122/2011. (XI. 25.) HM utasítás a honvédelmi-környezetvédelmi stratégia kiadásáról.

⁸⁵ 1163/2020. (IV. 21.) Korm. Határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

⁸⁶ 1393/2021 (VI. 24) Korm. Határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról.

⁸⁷ NATO STANAG 7141, 2014

parancsnokok környezeti felelősségét, valamint az oktatás és felkészítés környezetvédelmi követelményeit. A korábbi időszakban, különösen az 1990-es évek elejéig, a katonai objektumokat zárt rendszerként kezelték a civil hatóságok számára. Ez a szemlélet azonban gyökeresen megváltozott az 1995. évi LIII. törvény hatályba lépésével, amely lehetővé tette a környezetvédelmi hatóságok számára az ellenőrzést és a civil kontroll érvényesítését.

A NATO- és EU-csatlakozás erőteljes lendületet adott a környezetvédelmi szemléletváltásnak a Magyar Honvédségen belül. A környezet védelme ezen a területen magában foglalja a környezeti elemek védelmét és az ezeket veszélyeztető tényezők elleni védelmet egyaránt. A környezetvédelmi feladatok nem öncélúak, hanem beépülnek a napi életbe, a javítások, karbantartások folyamatába, a gyakorlatok tervezésébe, valamint a beszerzés, ellátás és kiszolgálás stb. rendszerébe.

A környezetvédelmi oktatás és képzés szintén kiemelt szerepet játszik a katonai állomány környezettudatosságának növelésében és a fenntartható tevékenységek előmozdításában.

A nemzetközi és hazai jogszabályok és irányelvek tehát adottak, lefednek minden területet, az összhangjuk biztosítja például, hogy a védelmi tevékenységek során alkalmazott gyakorlatok megfeleljenek a legmagasabb környezetvédelmi elvárásoknak.

Környezetvédelmi stratégiák és eljárások a honvédelmi területen

A Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség a környezeti fenntarthatóság érdekében számos konkrét programot és intézkedést hajt végre. A *Natura 2000* területek katonai használata során például kiemelt cél, hogy a biológiai sokféleség és a természetvédelmi értékek megőrzése biztosított legyen. Rendszeresen végrehajtott *környezeti hatásvizsgálatok*, valamint a HM által kiadott rendeletek – például a 13/2002. (III. 28.)⁸⁸ HM rendelet – részletesen szabályozzák a katonai szervezetek környezetvédelmi kötelezettségeit, ideértve a hulladékgazdálkodás, a víz- és talajvédelem, valamint a levegőtisztaság-védelem kérdéseit.

A fenntarthatóság elvének megfelelően, a Magyar Honvédség prioritásként kezeli az *energiahatékonyságot* és a megújuló energiaforrások alkalmazását. Ennek része a *környezettudatos beszerzési politika*, amely előnyben részesíti a környezetbarát termékeket és szolgáltatásokat. A személyi állomány rendszeres *környezetvédelmi képzése* révén biztosított,

⁸⁸ 122/2011. (XI. 25.) HM utasítás „a honvédelmi-környezetvédelmi stratégia” kiadásáról.

hogy a katonák tisztában legyenek környezeti felelősségükkel, és ismerjék a legjobb gyakorlatokat.

A Nemzeti Környezetvédelmi Program (NKP) második ütemében a Honvédelmi Minisztérium is szerepet vállalt finanszírozóként és végrehajtóként. A programon belüli *Honvédelmi Tematikus Akcióprogram* célkitűzései között szerepel a környezetegészségügy fejlesztése, a vízkészletek védelme, a hulladékgazdálkodás korszerűsítése, a környezetbiztonság növelése, a biológiai sokféleség védelme, valamint a környezettudatosság növelése. Külön figyelmet kapnak a honvédelmi kezelésben lévő Natura 2000 területek, valamint a HM erdőgazdaságain keresztül végrehajtott természetvédelmi és erdőgazdálkodási feladatok összehangolása. Megállapítható, hogy a fenti intézkedések összességében biztosítják a szabályozói és programhátteret ahhoz, hogy a Magyar Honvédség egy környezeti szempontból felelős és fenntartható működésű szervezetként működjön.

A célok megvalósítására és a jogszabályokban foglaltak végrehajtására a környezetvédelmi kihívásokra adott további válaszként speciális szervezetrendszer alakult ki. Vizsgáljuk meg ezeket!

Honvédelmi környezetvédelmi szervezeti háttér és annak működése

A honvédelmi ágazatban a környezetvédelmi feladatok irányítása és végrehajtása több szinten valósul meg.⁸⁹ Felsőszintű szakmai irányítóként a HM Infrastrukturális Ügynökség végzi az ágazatra háruló környezetvédelmi feladatokat, képviseli a tárcát nemzetközi NATO munkacsoportokban, és felügyeli a katonai szervezetek szakmai tevékenységét. Középirányítói szinten az MH Összhaderőnemi Parancsnokság végzi az alárendelt szervezetek környezetvédelmi tevékenységének tervezését, szervezését, irányítását és ellenőrzését.

Végrehajtói szinten a katonai szervezetek (dandár, ezred) felelősek a jogszabályokban, belső szabályzóknak és parancsnoki intézkedésekben meghatározott környezetvédelmi feladatok gyakorlati végrehajtásáért. A csapatoknál a környezetvédelmi munka a napi működés részévé vált: a gyakorlatok és kiképzések tervezése során figyelembe veszik a környezeti hatásokat, a veszélyes anyagok tárolása és kezelése szigorúan szabályozott módon történik, a hulladékkezelés elkülönített gyűjtési és elszállítási rendszeren keresztül zajlik. A

⁸⁹ SZILAGYI 2022: 73-93

parancsnokok környezetvédelmi felelőssége egyértelműen rögzített, és rendszeres jelentési kötelezettségük van a magasabb szintű irányító szervek felé.

A helyi szintű végrehajtás kulcsszereplői a környezetvédelmi megbízottak, akik biztosítják az előírások betartását, részt vesznek a felkészítésekben és a helyszíni ellenőrzésekben is. Ez a többszintű és integrált megközelítés biztosítja, hogy a környezetvédelmi szempontok a katonai működés szerves részét képezzék, hozzájárulva egy hatékonyabb, fenntarthatóbb honvédelmi rendszer kialakításához. A környezeti kihívásokra adott harmadik válaszként jelennek meg a környezettudatos tevékenységek és akciók. Ismerjük meg ezeket!

1.3 A környezettudatos hazai katonai tevékenységek főbb csoportjai és a környezetvédelmi tevékenységek megvalósulása

A környezettudatos katonai tevékenységek kiemelkedő szerepet játszanak a fenntarthatóság biztosításában, különösen a hadsereg összetett feladatköre és környezeti lábnyoma miatt. Ezek a tevékenységek több szinten és formában jelennek meg, az oktatástól a tudományos kutatásig, a harcászati műveletektől az infrastruktúra-fenntartásig. A katonai kiképzések és felkészítések során is napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kap a környezettudatos szemlélet. Ez nemcsak a gyakorlati munka során jelenik meg, hanem már a képzési programok kialakításának szintjén is alapelveként érvényesül.

A Magyar Honvédség, mint minden NATO-tag, az oktatás és képzés minden szintjén – az alapkiképzéstől a tiszti továbbképzésig – integrálja a környezetvédelem alapelveit. A környezeti jogi ismeretek, a fenntarthatóság elvei, valamint az ökoszisztémák működésének megértése olyan kompetenciákká válnak, amelyek minden katonai beosztásban elvártak.

A NATO STANAG 7141 EP szabvány kötelezővé teszi **a környezetvédelmi oktatás biztosítását** a hadgyakorlatok és műveletek minden szintjén, a parancsnoki döntésektől a logisztikai végrehajtásig.⁹⁰ A Magyar Honvédség ennek megfelelően minden képzési rendezvényen előírja a környezeti szempontok figyelembevételét, különösen a Natura 2000 és más természetvédelmi területeken.⁹¹ A képzések során az állomány megismeri az ökológiai kockázatok felmérésének és megelőzésének módszereit is, például a lögyakorlatok során jelentkező zaj- és talajterhelés mérséklésének eljárásait.

⁹⁰ NATO STANAG 7141, 2014

⁹¹ ÁBRAHÁM 2016: 13–33

A cél nemcsak a károk elkerülése, hanem az is, hogy a katonák környezetvédelmi felelősségérzete tudatosan fejlődjön, és képesek legyenek önálló döntésekre ezen a téren is. A környezetvédelem témája tehát nemcsak „kiegészítő ismeretanyag”, hanem szervesen beépül a katonai professzionalizmusba, hozzájárulva a hadműveletek legitimációjához és a közösségi elfogadottsághoz. Ez nem csupán etikai, hanem hadműveleti szempontból is fontos, mivel a helyi közösségek elfogadottsága, illetve a nemzetközi jogi normáknak való megfelelés is erősödik általa.⁹²

A harci tevékenységek környezettudatos végrehajtása esetében a legnagyobb kihívást a robbanóanyagok és fegyverek alkalmazásának ökológiai kockázatai jelentik. A fegyverhasználat során kibocsátott mérgező anyagok, a talajszerkezetet és élőhelyeket roncsoló robbantások, valamint a katonai járművek által okozott zaj- és levegőszennyezés mind komoly hatással lehetnek az ökoszisztémákra. A NATO és a nemzetközi jog által tiltott tömegpusztító fegyverek esetében is fontos kérdés a környezetkárosítás megelőzése, különösen a tartós talaj- és vízszennyezések elkerülése szempontjából.⁹³

A Magyar Honvédség *hadműveleti és logisztikai eljárásaiban* is egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a környezetkímélő megoldások: a szállítási útvonalak ökológiai szempontú tervezése, az alacsony kibocsátású technológiák alkalmazása és a robbanóanyagok kiválasztásának környezeti megfontolása is szerepet kap.⁹⁴

A katonai infrastruktúra létesítése és fenntartása során szintén egyre markánsabban jelenik meg a környezetbarát szemlélet. A katonai objektumok tervezésekor figyelembe kell venni az energiahatékonyságot, a tájolást, a zöldtetők és passzívház-technológiák alkalmazását, valamint az alacsony zajterhelés biztosítását.

Kretz András szerint a low-tech és high-tech környezettudatos építési megoldások kombinációja lehetővé teszi, hogy a honvédségi létesítmények hosszú távon is fenntarthatóan működjenek, minimális környezetterheléssel.⁹⁵ Az üzemeltetés során pedig a hulladékgazdálkodás, a víz- és levegőminőség megóvása, valamint a megújuló energiaforrások bevezetése – például napenergia alkalmazása – fontos elemei a környezeti stratégia megvalósításának.⁹⁶

Végül, de nem utolsósorban *a szemléletformálás és a tudományos munka* is szerves része a környezettudatos katonai tevékenységeknek. A Honvédelmi Minisztérium külön

⁹² BEREGI 2025: 177–207

⁹³ BEREGI 2025: 190–193

⁹⁴ SZILÁGYI 2022: 175–178

⁹⁵ KRETZ 2019: 69–82

⁹⁶ KRETZ 2019: 80

figyelmet fordít arra, hogy a katonai állomány minden szintjén – a középiskolai katonai alapképzéstől a tisztképzésen át a mesterfokozatú oktatásig – megjelenjenek a környezetvédelem alapelvei.

A képzések mellett a tudományos kutatás – például a fenntarthatósági indikátorok fejlesztése, az ökológiai modellezés vagy a katonai technológiák hatásvizsgálata – hozzájárul a hosszú távon is működőképes, „zöld hadsereg” kialakításához.

A környezeti szempontokat figyelembe vevő katonai innovációk támogatják a hatékonyságot, ugyanakkor növelik a társadalmi elfogadottságot is.⁹⁷

Hatékony környezetvédelmi tevékenységek a hazai katonai ágazatban.

A honvédelmi ágazatban számtalan jó kezdeményezés segíti a környezet védelmét,⁹⁸ az alábbiakban ezek főbb csoportjait mutatom be:

Környezettudatos napi gyakorlat. A Natura 2000 területek kezelési irányelveinek érvényesítése például a honvédelmi szektorban kiemelten fontos, mivel ezek a területek jelentős természetvédelmi értékkel bírnak.

A Magyar Honvédség a katonai tevékenységek során különös figyelmet fordít ezen területek megóvására.⁹⁹ A gyakorlatok és kiképzések tervezésekor mindig figyelembe veszik a Natura 2000 területek sajátosságait, és ennek megfelelően alakítják a tevékenységeket.¹⁰⁰ A környezeti hatásvizsgálatok segítenek azonosítani a potenciális kockázatokat, és olyan intézkedéseket hoznak, amelyek minimalizálják a környezeti károkat. Az irányelvek betartása mellett a honvédség aktívan részt vesz a területek fenntartásában és rehabilitációjában is, például az invazív fajok eltávolításával és az őshonos növényzet helyreállításával. Az ilyen típusú környezetvédelmi intézkedések hozzájárulnak a biodiverzitás megőrzéséhez és a természetes ökoszisztémák stabilitásához.

⁹⁷ RÉTI 2007: 3–5

⁹⁸ PADÁNYI 2009: 33–46

⁹⁹ A Táborfalvai Lő- és Gyakorlótér teljes egészében Natura 2000 besorolású, az MH több környezetvédelmi intézkedést is alkalmaz: A katonai használat főként az úthálózat nyomvonalára összpontosul, minimalizálva a természeti területek igénybevételét. Biztosítja a lövészetek tűzoltási feladatának ellátását, csökkentve a tüzesetek környezeti kockázatát. Elkészült a lő- és gyakorlótér természetvédelmi kezelési terve. Katonai eredetű lőszer- és robbanóanyag-mentesítést végeztek, biztosítva a terület biztonságos használatát és csökkentve a környezeti kockázatokat. A katonai tevékenységekből származó felszínközeli talajdegradáció nyomait és következményeit a Magyar Honvédség műszaki erői számolták fel, helyreállítva az eredeti állapotot. SZILÁGYI 2022: 171–186

¹⁰⁰ 8/2017. (VI. 30.) HM rendelet a honvédelmi feladatokkal kapcsolatos sajátos környezethasználatokról, valamint a honvédelmi szervezeteknél foglalkoztatott környezetvédelmi megbízottak alkalmazási és képesítési feltételeiről.

Emellett a honvédség együttműködik a helyi természetvédelmi szervezetekkel és hatóságokkal a közös célok elérése érdekében.¹⁰¹ E kooperációk révén nemcsak a környezetvédelem színvonalát emelik, hanem a katonai tevékenységek társadalmi elfogadottságát is növelik. A környezettudatos szemlélet és a felelősségteljes gyakorlatok integrálása a katonai tevékenységekbe hosszú távon biztosítja a fenntartható működést.¹⁰²

A katonai felkészítő gyakorlatok környezetvédelmi mellékleteinek kidolgozása kulcsfontosságú eleme a Magyar Honvédség környezetvédelmi stratégiájának, ezek a dokumentumok részletes útmutatást adnak a környezetvédelmi előírások betartására vonatkozóan, tartalmazzák a helyszín részletes leírását, a lehetséges környezeti hatások elemzését és az ezek elhárítására vagy csökkentésére szolgáló intézkedéseket. Előírják a hulladékkezelés, a víz és a levegőminőség javítását célzó konkrét lépéseket. A mellékletek kidolgozásában résztvevő katonák és környezetvédelmi szakértők, a terepi hatásvizsgálatok alapján meghatározzák azokat a területeket, ahol kiemelt figyelmet kell fordítani a védelemre, például vizes élőhelyek, erdők vagy védett növény- és állatfajok élőhelyei, illetve ezen dokumentumok tartalmazzák azokat az eljárásokat is, amelyek révén a katonai személyzet folyamatosan tájékoztatják a környezetvédelmi előírásokról és a teendőkről és a gyakorlatok utáni helyreállítási munkálatokról. Ez jelenti a terület rehabilitációját, a keletkezett hulladékok elszállítását és a terület eredeti állapotának visszaállítását.¹⁰³

A környezetbarát közlekedési megoldások bevezetése is előremutató a védelmi szférában. A szektor ezzel jelentős mértékben hozzájárul a környezeti terhelés csökkentéséhez. A Magyar Honvédség egyre nagyobb hangsúlyt fektet az elektromos és hibrid járművek használatára, amelyek alacsonyabb károsanyag-kibocsátással járnak, mint a hagyományos belső égésű motorok. Az elektromos járművek flottafejlesztése mellett a honvédség ösztönzi a közösségi közlekedés és a kerékpározás használatát is a katonai bázisok

¹⁰¹ A Magyar Honvédség együttműködik különböző szervezetekkel a környezetvédelmi célok elérése érdekében. Például a Kelet-Bakony természetvédelmi szakkezelési feladatainak finanszírozására LIFE pályázatot nyújtottak be, amelyben több szervezet is részt vett. *Natura 2000 Fenntartási Terv*, Forrás: https://termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/N2kElfogadott_fenntartasi_tervek2020/HUBF20055_Remetek_ert.pdf

¹⁰² A 8/2017. (VI. 30.) HM rendelet részletesen szabályozza a honvédelmi feladatokkal kapcsolatos környezetvédelmi követelményeket. Például előírja, hogy a kiképzési feladatok tervezésében és végrehajtásában érvényesíteni kell a védett természeti és Natura 2000 területek természetvédelmi kezelési irányelveit.

¹⁰³ A Magyar Honvédség a „Brave Warrior 2022” nemzetközi gyakorlat során kiemelt figyelmet fordított a környezetvédelmi szempontokra. A gyakorlat tervezése során részletes környezetvédelmi mellékletet dolgoztak ki, amely tartalmazta: a gyakorlat helyszínének környezeti jellemzőit, beleértve a védett természeti területeket és Natura 2000 területeket; a potenciális környezeti hatások elemzését (pl. zajterhelés, talajszennyezés kockázata); konkrét intézkedéseket a környezeti károk megelőzésére (pl. üzemanyag-feltöltési protokollok, hulladékkezelési eljárások), a gyakorlat utáni terület-helyreállítási tervet és a környezetvédelmi oktatási anyagot a résztvevő katonák számára. A gyakorlat során környezetvédelmi szakértők is jelen voltak, akik folyamatosan ellenőrizték az előírások betartását és szükség esetén beavatkoztak. SZILÁGYI 2022: 171–186

és létesítmények között. Az *alternatív üzemanyagok*, például a bioüzemanyagok alkalmazása szintén fontos szerepet játszik a fenntartható közlekedési megoldásokban. A logisztikai műveletek során a szervezet optimalizálja a szállítási útvonalakat és ütemezéseket annak érdekében, hogy minimalizálja az üzemanyag-fogyasztást és a károsanyag-kibocsátást.

A *digitális technológiák*, például a flottakezelő rendszerek használata lehetővé teszi a járművek hatékonyabb irányítását és a valós idejű üzemanyag-felhasználás monitorozását.

A katonai repülőgépek esetében a haderő törekszik a legmodernebb, üzemanyag-takarékos hajtóművek beszerzésére és használatára, valamint a repülési útvonalak optimalizálására. Az energiahatékony közlekedési megoldások nemcsak a környezetvédelmi célok eléréséhez járulnak hozzá, hanem hosszú távon költségmegtakarítást is eredményeznek. A fenntartható közlekedés iránti elkötelezettség révén a Magyar Honvédség példát mutat más szektorok számára is.

A zöld energiatermelés és felhasználás. Ez a Magyar Honvédség egyik legfontosabb környezetvédelmi törekvése. Az intézmények és létesítmények energiaellátásának jelentős részét megújuló energiaforrásokból, például napenergiából és szélenergiából fedezik. Az elmúlt években több katonai bázison és létesítményben telepítettek napelemeket és szélturbinákat, amelyek hozzájárulnak az energiafüggetlenség és az alacsony szén-dioxid-kibocsátás eléréséhez. Az energiahatékonyság növelése érdekében az épületek hőszigetelését és fűtési rendszereit korszerűsítik, valamint energiatakarékos világítási rendszereket alkalmaznak. A fenntartható energiafelhasználás mellett a Magyar Honvédség törekszik az energiatudatos szemléletmód kialakítására a katonai személyzet körében is. Az oktatási programok és kampányok keretében felhívják a figyelmet az energiatakarékosság fontosságára és a környezetbarát megoldások alkalmazásának előnyeire.

A megújuló energiaforrások használata nemcsak a környezetvédelmi célokat szolgálja, hanem hosszú távon jelentős költségmegtakarítást is eredményez. Az energiahatékonysági beruházások révén a Magyar Honvédség példát mutat más állami és magánszektorbeli szervezetek számára is. Az energiafüggetlenség elérése érdekében folyamatosan keresik az új, innovatív megoldásokat és technológiákat, amelyek hozzájárulnak a fenntarthatósági célok eléréséhez.

A zöld energiatermelés és felhasználás hosszú távon biztosítja szervezet környezeti és gazdasági stabilitását.¹⁰⁴

¹⁰⁴ A Magyar Honvédség több energiahatékonysági célú fejlesztési projektet valósított meg EU-s támogatással, például:

A hulladékgazdálkodás kiemelt fontosságú a Magyar Honvédség környezetvédelmi stratégiájában. A honvédelmi szervezetek célja, hogy minimalizálják a keletkező hulladék mennyiségét és biztosítsák a hulladékok megfelelő kezelését és ártalmatlanítását. Ennek érdekében különféle hulladékgyűjtési és -szelektálási programokat vezettek be, amelyek lehetővé teszik a hulladékok újrahasznosítását és újrafelhasználását. Az intézményekben külön hulladékgyűjtő edényeket helyeztek el a különböző típusú hulladékok számára, például papír, műanyag, üveg és veszélyes hulladékok. A hulladékgazdálkodási programok részeként rendszeres oktatásokat tartanak a katonai személyzet számára, hogy tudatosítsák a szelektív hulladékgyűjtés fontosságát és a helyes hulladékkezelési gyakorlatokat.

Emellett a honvédség törekszik a hulladékok csökkentésére azáltal, hogy minimalizálják a csomagolóanyagok használatát és előnyben részesítik az újrahasznosítható és lebomló anyagokat. A veszélyes hulladékok kezelésére szigorú előírásokat alkalmaznak, és biztosítják azok biztonságos tárolását és elszállítását. A hulladékgazdálkodási intézkedések révén a Magyar Honvédség nemcsak a környezetvédelmi előírásoknak felel meg, hanem hozzájárul a fenntarthatósági célok eléréséhez is. A hulladékok megfelelő kezelése és újrahasznosítása hosszú távon jelentős környezeti és gazdasági előnyökkel jár.

Vízkészlet-gazdálkodás. A Magyar Honvédség környezetvédelmi törekvéseinek egyik kulcsfontosságú területe a vízgazdálkodás. A honvédségi létesítményekben és bázisokon különféle víztakarékossági intézkedéseket vezettek be annak érdekében, hogy minimalizálják a vízfogyasztást és megőrizték a vízkészleteket. A víztakarékos technológiák alkalmazása, például az alacsony vízfogyasztású berendezések és a szürkevíz újrahasznosítása, hozzájárul a vízfelhasználás csökkentéséhez. Emellett a szervezet törekszik az esővíz gyűjtésére és hasznosítására, amelyet például öntözésre vagy tisztításra használnak fel. A vízkészlet-gazdálkodás részeként rendszeres ellenőrzéseket végeznek a vízfelhasználás nyomon követésére és az esetleges szivárgások azonosítására. A katonai személyzet számára oktatásokat tartanak a víztakarékosság fontosságáról és a helyes vízkezelési gyakorlatokról. A vízforrások védelme érdekében a honvédség együttműködik a helyi vízügyi hatóságokkal és szervezetekkel. A vízkészlet-gazdálkodási intézkedések révén a Magyar Honvédség hozzájárul a fenntarthatósági célok eléréséhez és a vízkészletek megőrzéséhez. A

-
- KEHOP-5.2.1-15-2015-00005: Épületenergetikai korszerűsítés a Magyar Honvédség Egészségügyi Központ Honvédkórházban
 - KEHOP-5.2.2-16-2016-00001: A Honvédelmi Minisztérium épületeinek energetikai fejlesztése
 - KEHOP-5.2.11-16-2017-00185: A Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal projektje fotovoltaiikus kiserőművek telepítésére további 3 helyszínen

vízta­karé­kossá­gi meg­oldá­so­k nem­csak kör­nye­ze­ti elő­nyök­kel já­rnak, hanem hos­szú tá­von költsé­gmeg­ta­karítást is er­edmé­nye­znek.¹⁰⁵

Az energiatakarékos épületek fej­lesz­tése és üze­meltetése fontos szerepet játszik a Magyar Honvédség kör­nye­zet­vé­del­mi stratégia­jában. A honvédségi léte­sit­mé­nyek ter­vezése­kor és építé­se­kor különös figye­lmet for­dí­ta­nak az energi­ha­té­konysá­gra és a fenntar­tha­tó építészeti meg­oldá­so­k alkalmazá­sa­ra. Az épületek hőszigetelésének javítása, a korszerű fűtési és hűtési rendszerek bevezetése, valamint az energiatakarékos világítási rendszerek alkalmazása hozzájárul az energiafelhasználás csökkentéséhez.

Az épületek energiafogyasztásának monitorozása és optimalizálása révén biztosítják a hatékony működést és minimalizálják az energiafelhasználást. Az épületek tervezésekor törekednek a természetes fény és a passzív hőenergia hasznosítására, amelyek hozzájárulnak az energiatakarékos épületek fejlesztéséhez. Az energiatakarékos épületek fejlesztése nemcsak a kör­nye­zet­vé­del­mi célokat szolgálja, hanem hosszú távon jelentős költsé­gmeg­ta­karítást is er­edmé­nye­z. A fenntar­tha­tó építészeti meg­oldá­so­k alkalmazása révén a haderő példát mutat más állami és magánszektorbeli szervezetek számára is.

Az energiatakarékos épületek fejlesztése érdekében folyamatosan keresik az új, innovatív megoldásokat és technológiákat. Az energiatakarékos épületek fejlesztése és üze­meltetése hosszú távon biztosítja a Magyar Honvédség kör­nye­ze­ti és gazdasági stabilitását.¹⁰⁶ A kör­nye­zettudatos hazai katonai tevé­kenysé­gek fő csoportjait és programokat, valamint azok joganyagát a 2. sz. táblázat összegzi.

Feladatcsoport	Megvalósulás (jogszabály, program vagy utasítás alapján) joganyaga
Gyakorlatok során környezeti oktatás	STANAG 7141 EP; 13/2002. (III. 28.) HM rendelet
Harcászati tevékenységek környezettudatossága	NATO kör­nye­zet­vé­del­mi irányelvek; 2011. évi CXIII. törvény
Natura 2000 területek védelme	Natura 2000 EU irányelvek; Honvédelmi Tematikus Akcióprogram

¹⁰⁵ A Honvédelmi Minisztérium 2014-2020 közötti időszakban több kör­nye­zet­vé­del­mi és energiatakarékos célú fejlesztési projektet valósított meg EU-s támogatással, köztük ivóvízminőség-javító projekteket is. Például: KEHOP-2.1.2-15-2017-00017: A Szentés városi Damjanich János Laktanya és Erdőbénye objektum ivóvízminőség-javító projektje. A fejlesztés célja ivóvízminőség-javítás ivóvízkezelési technológiák fejlesztésével. SZILÁGYI TIBOR 2022: 6

¹⁰⁶ A Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatala 220 millió forint Európai Unió támogatásból valósította meg a megújuló energiaforrás használatát célzó KEHOP-5.2.11-16-2017-00185 azonosítószámú projektet. A projekt keretében három helyszínen (Székesfehérvár, Pápa, Kecskemét) összesen 500 kW összteljesítményű napelemes kiserőművet telepítettek. SZILÁGYI 2022: 5

Környezetvédelmi mellékletek a gyakorlatokhoz	13/2002. (III. 28.) HM rendelet; Honvédelmi gyakorlatokra vonatkozó előírások
Zöld közlekedési megoldások	Magyar Honvédség zöld közlekedési stratégiája; KEHOP programok
Megújuló energiaforrások alkalmazása	KEHOP-5.2.11-16-2017-00185 projekt; HM energiahatékonysági program
Hulladékgazdálkodás	13/2002. (III. 28.) HM rendelet; Honvédelmi Tematikus Akcióprogram
Vízkészlet-gazdálkodás	KEHOP-2.1.2-15-2017-00017 projekt; Honvédelmi környezetvédelmi stratégia
Energiatakarékos épületek fejlesztése	HM energiatakarékosági intézkedések; 122/2011. (XI. 25.) HM utasítás

2. táblázat: A főbb hazai sikeres tevékenységek a környezetvédelem érdekében. Készítette a szerző.

A kihívásokra adott válaszok bemutatása után meg kell vizsgálnunk, hogy más egyéb eszközöket, így a digitális technológiákat hogyan lehet a környezetvédelem szolgálatába állítani a védelmi területen!

1.4 Digitális és technológiai innovációk a környezetterhelés szolgálatában a védelmi szektorban

A környezetterhelés mérséklése a védelmi szektor egyik stratégiai prioritásává vált, különösen a fenntarthatóság növekvő nemzetközi elvárásainak tükrében. A digitális és technológiai innovációk ebben a kontextusban kulcsfontosságú szerepet töltenek be, mivel hozzájárulnak mind a környezeti lábnyom csökkentéséhez, mind az erőforrás-hatékonyság növeléséhez. A védelmi szektorban alkalmazott megoldások három fő technológiai kategóriába sorolhatók:

- olyan hagyományos eszközök és eljárások, amelyeket kifejezetten környezetterhelés-csökkentési céllal fejlesztettek ki,
- olyan rendszerek, amelyeket eredetileg nem e célból hoztak létre, de alkalmazásuk során igazolt környezetkímélő hatásuk van, valamint
- digitális technológiai megoldások, amelyek valós idejű adatfeldolgozással, automatizálással és decentralizálással támogatják a fenntartható működést.

Ezeket a technológiákat a hozzájuk köthető, jellemző megoldásokat és azok környezeti hatását azonosítottam és a 3.számú táblázatban mutatom be.

Technológia típusa	Jellemző megoldások	Környezeti hatás/előny
Hagyományos, környezetvédelmi céllal fejlesztett megoldások	- Napelemek és szélturbinák (pl. Robertson Barracks, MMR Wind Project) - Hulladékhasznosító rendszerek (WTE, ISWM) - Energiahatékony épületirányítás (BMS)	CO ₂ -kibocsátás csökkentése, energiafüggetlenség, hulladékcsoökkentés, Megújuló energiahasználat
Nem környezetvédelmi célból fejlesztett, de hatékony megoldások	- Elektromos és hibrid katonai járművek - Optikai energiaátvitel (power beaming) - Mozgásérzékelős világítás, flottamenedzsment	Üzemanyag-felhasználás csökkentése, zaj- és talajterhelés csökkenése, logisztikai lábnyom csökkentése
Digitális, innovatív megoldások (SST, IoT)	- VR/AR alapú kiképzési rendszerek - IoT-alapú környezetmonitorozás - Távoktatás és távmunka - Simple Smart Tech (SST) megoldások	Fizikai gyakorlatok kiváltása Valós idejű adatgyűjtés Papíralapú adminisztráció csökkentése Decentralizált képzés környezeti hatásának mérséklése

3. táblázat: Digitális és technológiai megoldások környezeti hatás szerinti csoportosítása a védelmi szektorban, készítette: a szerző.

E hármas felosztás – *hagyományos környezetvédelmi, funkcionálisan független, de hatékony, valamint célzottan digitális megoldások* – segít az egyes megközelítések közti különbségek és kapcsolódási pontok azonosításában. Ezek közül néhányat azonosítok és elemzem.

Kifejezetten környezetterhelés-csökkentés céljából fejlesztett technológiák

A megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák közül kiemelkedik a Robertson Barracks (Ausztrália) napenergiafarmja, amely évente körülbelül 6100 tonnával csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást.¹⁰⁷ Hasonló jelentőségű a Massachusetts Military Reservation Wind Project (USA), ahol 4,5 MW teljesítményű szélturbinák segítenek kiváltani a fosszilis energiát. A hadműveleti környezetben alkalmazott GREENS (Ground Renewable Expeditionary Energy Network System) rendszer révén az amerikai tengerészgyalogosok afganisztáni egységei 90%-kal csökkentették az üzemanyag-felhasználásukat, mérsékelve a logisztikai terheket és a környezeti kockázatokat. A hulladékkezelési innovációk közül kiemelhetők az USA hadseregének Integrated Solid Waste Management (ISWM) rendszerei, amelyek célja a hulladékképződés megelőzése és az újrahasznosítás növelése.¹⁰⁸ Emellett a Waste-to-Energy (WTE) rendszerek a hulladékégetést energia-visszanyeréssel kapcsolják össze, ezzel is csökkentve a károsanyag-kibocsátást.

¹⁰⁷ Commonwealth of Australia, Department of Defence 2023

¹⁰⁸ U.S. Army Environmental Command 2022

A Magyar Honvédség saját fejlesztései között megtalálhatók a zöld energia alkalmazását előtérbe helyező beruházások, mint például a napelemrendszerek és elektromos járművek beszerzése,¹⁰⁹ melyek nemcsak az energiafüggetlenség növelését, hanem a környezetterhelés csökkentését is szolgálják.¹¹⁰

Funkcionálisan független, de környezetkímélő digitális technológiák

Ebbe a csoportba tartozik például **a mesterséges intelligencia (AI)** alkalmazása az energiafelhasználás optimalizálására katonai létesítményekben, amely révén csökkenthető a CO₂-kibocsátás és az energiafogyasztás. Az USA Védelmi Minisztériuma kísérleti projekteket indított az optikai energiaátvitel (power beaming) technológia területén is, amely lehetővé teszi a napenergia űrből történő továbbítását a földre, minimalizálva a fosszilis tüzelőanyagok iránti igényt. Hasonló célt szolgálnak az elektromos és hibrid meghajtású katonai járművek, mint például a Bradley harcjármű hibrid változata, amely kevesebb üzemanyag-felhasználással működik és csökkenti a logisztikai terhelést.

Magyarországon a Honvédség flottájában egyre több elektromos jármű jelenik meg, aminek előnyei nemcsak környezeti, hanem gazdasági szempontból is számottevők. Az intelligens épületirányítási rendszerek (BMS) is ebbe a körbe tartoznak. A Magyar Honvédség több létesítményében már alkalmaznak olyan automatizált rendszereket, amelyek optimalizálják a fűtési, hűtési és világítási rendszerek működését valós idejű adatok alapján, jelentősen csökkentve ezzel a szén-dioxid-kibocsátást és az energiafogyasztást.¹¹¹ A távoktatás és távmunka szintén funkcionálisan független, mégis környezetbarát megoldások.

Ezek az alkalmazások csökkentik az utazási igényt és az infrastruktúra igénybevételét. A Magyar Honvédség oktatási programjaiban ezek a módszerek már bevett gyakorlatnak számítanak, és hozzájárulnak a fenntarthatósági célok eléréséhez.¹¹²

Az egyszerű, okos technológiai megoldások (SST: Simple Smart Tech)¹¹³ például mozgásérzékelők, időzített világításvezérlés vagy jelenlétérzékelők alkalmazása is bevált eszközei az energiahatékonyság javításának. A Magyar Honvédségben ilyen megoldásokat

¹⁰⁹ Honvedelem.hu (2022): Elektromos autók a Magyar Honvédség szolgálatában. Letöltés: 2024. 12. 23. <https://honvedelem.hu/hirek/elektromos-autok-a-magyar-honvedseg-szolgalataban.html>

¹¹⁰ SZILÁGYI 2022: 73–93

¹¹¹ SZILÁGYI 2022: 73–93

¹¹² FORGÁCS 2009

¹¹³ Az SST kategóriába tartoznak például:

1. Egyszerűbb, önálló VR szemüvegek (mint az Oculus Quest II, vagy III.), amelyek nem igényelnek külső számítógépet vagy bonyolult beállítást.
2. Intelligens világítási rendszerek és mozgásérzékelők.
3. Okos termosztátok és egyéb, energiafelhasználást optimalizáló eszközök.
4. Könnyen telepíthető és kezelhető okos otthon megoldások.

már több objektumban integráltak. Az SST (Simple Smart Tech) a szerző által bevezetett fogalom, amely olyan egyszerű, könnyen hozzáférhető és alkalmazható okos technológiai megoldásokat jelöl, amelyek széles körben elérhetők és alkalmazhatók minden olyan területen, ahol a digitális technológia jelen van. Az SST koncepció lényege, hogy ezek az eszközök vagy megoldások nem igényelnek bonyolult infrastruktúrát vagy speciális szakértelmet a használatához, mégis jelentősen növelhetik a hatékonyságot és csökkenthetik a környezeti terhelést. Az SST koncepció hangsúlyozza, hogy viszonylag egyszerű és költséghatékony megoldásokkal is jelentős előrelépést lehet elérni a digitalizáció, az energiahatékonyság és a fenntarthatóság terén, legyen szó akár a mindennapi életéről, az oktatásról, vagy olyan speciális területekről, mint a védelmi szektor.

Az IoT¹¹⁴ (Internet of Things) technológiák mára forradalmasították a környezetvédelmet: az érzékelők és hálózatba kötött eszközök lehetővé teszik a levegőminőség, vízszennyezettség és energiafogyasztás valós idejű nyomon követését. Az IoT-technológia nemcsak a környezeti teljesítmény mérését segíti, hanem előrejelzéseket és megelőző intézkedéseket is lehetővé tesz.¹¹⁵ A legdinamikusabban fejlődő megoldások közé tartozik a virtuális valóság (VR) alkalmazása a katonai kiképzésekben mert ezek a rendszerek hatékonyan csökkenthetik a gyakorlóterek igénybevételét, miközben javítják a kiképzési hatékonyságot és biztonságot. A felsorolás koránt sem teljes, és mindeközben megjelentek a legmodernebb digitális eszközök a rendszerekben. Vizsgáljuk meg ezeket!

A legmodernebb digitális környezetvédelmi megoldások és a VR és AR technológiák

A VR (virtuális valóság) és AR (kiterjesztett valóság) technológiák alkalmazása egyre meghatározóbbá válik a védelmi szektorban, különösen a döntéstámogatás, a katonai kiképzések és gyakorlatok területén. Ezek lehetővé teszik komplex, valósághű szimulációs környezetek létrehozását, amelyekben a katonák veszélymentesen és költséghatékonyan gyakorolhatják a különféle műveleteket, illetve döntéstámogató eszközként szolgálnak logisztikai, egészségügyi, parancsnoki feladatok elvégzése közben. A megfelelő időben meghozott parancsnoki és logisztikai döntések környezetterhelés csökkenéssel járnak. A VR

¹¹⁴ Az IoT (Internet of Things, magyarul a Dolgok Internete) egy olyan hálózati koncepció, amely lehetővé teszi a fizikai eszközök, járművek, háztartási készülékek és egyéb tárgyak összekapcsolódását és adatcseréjét beágyazott elektronika, szoftver, szenzorok és hálózati kapcsolat révén. Ez a technológia lehetővé teszi, hogy az eszközök adatokat gyűjtsenek, elemezzenek és megosszanak egymással, valamint a felhőalapú rendszerekkel, minimális emberi beavatkozással. Letöltés: 2024. október 21., Forrás: <https://www.ibm.com/topics/internet-of-things>

¹¹⁵ FRAGA – FERNÁNDEZ – SUÁREZ – CASTEDO – GONZÁLEZ 2016

kiképzések alkalmazásával az üzemanyag-felhasználás, a zaj- és talajterhelés, valamint a lőszerfogyasztás is, így közvetlen környezetterhelés-csökkenés érhető el.¹¹⁶

Marlok Tamás és Takács Márk empirikus vizsgálatai szerint például a VR-technológiák alkalmazása akár 30%-kal is csökkentheti a hagyományos gyakorlóterek igénybevételét, miközben növeli a képzési hatékonyságot és a katonák biztonságát. Kutatásuk alapján a Magyar Honvédségben már kipróbált megoldások nemcsak környezeti, hanem humán- és gazdasági erőforrás-megtakarítással is járnak, különösen a decentralizált képzési rendszerek esetében.¹¹⁷

A digitális megoldások másik fontos kategóriáját képezik az ún. SST (Simple Smart Tech) eszközök. Ide tartoznak például a standalone VR-rendszerek, valamint az alacsony költségű, moduláris digitális szimulációs platformok. Ezek különösen hasznosak a területvédelmi erők vagy tartalékosok képzésében, ahol a hagyományos infrastruktúra és logisztika nem, vagy csak korlátozottan áll rendelkezésre. E technológiák előnye, hogy kevesebb energiát fogyasztanak, kevesebb infrastruktúrát igényelnek, ugyanakkor hatékonyan szolgálják a kiképzési célokat.¹¹⁸

A VR és AR rendszerek környezeti hatásainak mérése komplex módszertani kihívást jelent. A legfontosabb mérési dimenziók közé az üzemanyag-felhasználás, az üvegházhatású gáz kibocsátás, a talajkárosodás, a lőszerhasználat és az energiafogyasztás csökkenése tartozik. Emellett egyre nagyobb jelentősége van az életciklus-elemzés (LCA) és az energiahatékonysági mutatók alkalmazásának, amelyek révén tudományos alapon összehasonlíthatóvá válnak a digitális és a hagyományos kiképzési formák.¹¹⁹ Nemzetközi példák is alátámasztják a VR rendszerek hatékonyságát. A brit hadsereg például már 2019-ben bevezetett olyan innovatív VR-alapú képzési programokat, amelyek révén jelentős mértékben csökkenthető volt az élő gyakorlatozások száma, ezáltal mérséklődött az üzemanyag-felhasználás és a környezeti károsodás mértéke.¹²⁰

A NATO és az EU stratégiai dokumentumai is kiemelik a digitális szimulációk környezetvédelmi potenciálját.

Összességében elmondható, hogy a VR és AR technológiák környezetterhelés-csökkentő hatásai mára már tudományosan is igazolhatók a védelmi szektorban, különösen a katonai kiképzések és felkészítési eljárások esetében. Ezek az eszközök nem helyettesítik

¹¹⁶ FRAGA 2016

¹¹⁷ MARLOK–TAKÁCS 2024: 19–37

¹¹⁸ KOVÁCS 2020: 55–76

¹¹⁹ FINABEL (é.n.)

¹²⁰ GOV.UK 2019

teljes mértékben a fizikai képzést, de jelentős mértékben hozzájárulnak a fenntarthatóbb védelmi munka kialakításához.

A digitális képzés szerepe a fenntartható védelmi megoldásokban

A védelmi szektor környezeti terhelésének csökkentése iránti igény és szándék nem csupán technológiai és logisztikai fejlesztéseket kíván, hanem a humánerőforrás-felkészítés és kiképzési rendszerek újragondolását is. A jelen fejezetben bemutatott környezetvédelmi törekvések rámutattak arra, hogy a védelmi gyakorlatok során jelentős környezetterhelés keletkezik – különösen a nagyszabású terepi hadi gyakorlatok, éleslövészetek, gépjárműhasználat és élőerős szimulációk stb. esetén.

A környezeti hatások csökkentésének egyik ígéretes iránya a digitális és virtuális valóság alapú képzések alkalmazása. Az XR technológiák – köztük a VR (virtuális valóság) és az AR (kiterjesztett valóság) – lehetőséget kínálnak arra, hogy a hagyományos, nagy erőforrás-igényű kiképzések egy része virtuális környezetben történjen meg. Ez nem csupán a fizikai jelenlét és mozgás szükségességét csökkenti, hanem mérsékli az üzemanyag-felhasználást, a környezetbe kibocsátott szennyező anyagokat, valamint a gyakorlatozásokkal járó zaj- és talajterhelést is.

A digitális kiképzések környezetbarát jellege mellett további előnyként jelentkezik azok rugalmassága, ismételhetősége, és a kiképzési szintekhez igazítható komplexitás. E szempontok egyre inkább beépülnek a nemzetközi védelmi stratégiákba is: a NATO „Green Defence Framework” és az EU védelmi innovációs politikái egyaránt hangsúlyozzák a környezeti szempontokat figyelembe vevő technológiai megoldások szükségességét, amelybe a digitális képzés is beletartozik. Mindezek alapján indokoltá válik, hogy a környezeti szempontból fenntartható védelmi működés elemzése után a tanulmány a VR és XR alapú képzések kérdéskörével folytatódjon. A következő fejezet középpontjában az áll, hogyan képesek ezek a technológiák nemcsak hatékonyabbá, hanem fenntarthatóbbá is tenni a védelmi képzéseket, miként kapcsolódnak a modern pedagógiai megközelítésekhez, és milyen potenciállal rendelkeznek a katonai felkészítés átalakításában.

1.5 Részkövetkeztetések

A kutatás során ismét ***megállapítást nyert***, hogy a védelmi szféra tevékenysége jelentős környezetterheléssel, helyenként környezetkárosítással járhat. A környezeti kihívásokra ***három fő választ azonosítottam***: a szabályzók és programok, az intézményi

keretek és tevékenységek, valamint a modern digitális technológiákat. Azonosítottam a nemzetközi szabályzókat és programokat, valamint azok összefüggéseit a védelmi szektorral, kiemelten a honvédelmi területtel, majd vizsgáltam a honvédelem környezetvédelmi célkitűzéseit és táblázatba foglaltam a főbb eredményeit. emellett bemutattam a környezetvédelmi intézményi háttérét. Megállapítható, hogy a védelmi szektor környezetvédelmi tevékenységének mind a nemzetközi mind a hazai jogszabályi háttére adott, intézményi keretei, feltételei biztosítottak. A védelmi tevékenység és a környezetvédelmi programok, akciók, tevékenységek megfelelő alapot teremtenek a védelem és a környezetvédelem céljai közt fennálló ellentmondások feloldására.

A katonai tevékenységek – különösen a kiképzés, a logisztikai ellátás, a létesítmények fenntartása és a hadműveleti gyakorlatok – számos ponton érintik a környezeti rendszereket. Ezek a hatások azonban jelentősen mérsékelhetők, ha a hagyományos gyakorlatokat digitális és innovatív technológiákkal egészítik ki. A katonai szakterület környezeti lábnyoma alapvetően négy fő területen mutatható ki és csökkenthető:

- *a harcra való felkészülés (képzés, kiképzés, gyakorlás) során,*
- *a harc megvívása és annak támogatása közben,*
- *az objektumok létesítése és fenntartása folyamán, valamint*
- *a szemléletformálás és tudományos háttérmunkák szintjén.*

A dokumentumok és esettanulmányok alapján **igazolható**, hogy a környezetvédelmi szempontokat a védelmi szektor egyre tudatosabban integrálja saját tevékenységébe. A NATO STANAG 7141 EP előírásai például szigorúan szabályozzák a katonai műveletek környezeti tervezését, amely a Magyar Honvédség gyakorlatában is megjelenik. Ezzel összhangban a környezetvédelmi megközelítés nemcsak stratégiai dokumentumok szintjén, hanem a napi operatív működésben is jelen van – például a hadgyakorlatok tervezésében vagy az infrastruktúra energetikai korszerűsítésében. **Megállapítható**, hogy a nemzetközi és hazai szabályzók megfelelő alapot szolgáltatnak a környezettudatos védelmi tevékenységhez. ezekben többnyire a hagyományos eljárások és eszközök szerepelnek, de már megjelent a korszerű digitális technológia is.

A hazai katonai területen zajló környezetvédelmi programok, projektek és a tevékenységek napjainkra kiemelkedő eredményeket hoztak. **Azonosítottam** azokat a gyakorlati tevékenységi formákat, amelyek igazolják, hogy a Magyar Honvédség stratégiai céljainak megvalósítása és a környezet védelme nem zárják ki egymást. A katonai

tevékenységek nagyobb csoportjai és a környezetvédelmi tevékenység összefüggéseinek feltárásával igazolást nyert, hogy a bemutatott jó példákkal a katonai szervezetek környezeti lábnyoma négy nagy területen csökkenthető.

A kihívásokra adott válaszok általam vizsgált harmadik csoportját képezik azok a modern technológiák, amelyek a fenntarthatóságot szolgálják. Ezeket a megoldásokat táblázatban azonosítottam. Bebizonyosodott, hogy a digitális technológiák és azok legkorszerűbb formája, a VR-AR rendszereknek létjogosultsága és szerepe van a jövőben környezetterhelő eljárások, módszerek és eszközök között, ezért erre a következő fejezetekben részletesen kitérek.

A fejezet alhipotéziseinek igazolása vagy elvetése

1. ***Alhipotézis:*** Feltételezésem, hogy a védelmi szféra speciális, összetett környezeti hatással bír, és a környezetvédelmi kihívásokra adott válaszok is komplexek és legalább három fő kategóriára oszthatók, igazolódott. Az a feltételezésem, hogy a honvédelmi szféra környezetvédelmi területének és tevékenységének nemzetközi és hazai jogszabályi-, intézményi- és akcióprogram-háttere megfelelő keretet ad a környezeti célok megvalósításához és ezek között kiemelt szerepe van a korszerű digitális megoldásoknak, szintén igazolást nyert.
2. ***Alhipotézis:*** az a feltételezésem, hogy a védelmi szférában több olyan hagyományos, műszaki-technológiai megoldás is alkalmazásban van, amelyeket eredetileg nem környezetterhelés-csökkentési céllal fejlesztettek ki, azonban gyakorlati alkalmazásuk során utólag bebizonyosodott környezetkímélő hatásuk, teljes mértékben igazolást nyert. A kutatás során több olyan technológia is azonosításra került – például a mesterséges intelligencia alapú energioptimalizálás, flottamenedzsment rendszerek, valamint a VR/AR szimulációs rendszerek –, amelyek nem kifejezetten környezetvédelmi céllal kerültek bevezetésre, de gyakorlati alkalmazásuk során számottevően hozzájárulnak a környezetterhelés csökkentéséhez. E technológiák ma már részét képezik a védelmi szervezetek fenntarthatósági gyakorlatának.
3. ***Alhipotézis:*** az a feltételezésem, hogy a jelenlegi környezetvédelmi szabályozási rendszer nem minden tekintetben kezeli megfelelően az új típusú digitális megoldásokat – például a

VR, AR és MR technológiákat – mint potenciális környezetterhelés-csökkentő eszközöket, részben igazolható. A jelenlegi szabályozások és környezetvédelmi előírások elsősorban a hagyományos, jól ismert környezeti terhelések kezelésére koncentrálnak, és kevésbé reflektálnak az új típusú digitális technológiák lehetőségeire. Ugyanakkor a NATO és az EU stratégiai dokumentumai már jelzik ezen technológiák jelentőségét, és a védelmi szféra több országban is megkezdte az alkalmazásukat, ami jelzi a szabályozási elmozdulás kezdetét.

4. ***Alhipotézis:** az a feltételezésem, hogy a védelmi szektorban alkalmazott VR/AR technológiák – bár elsődlegesen nem környezetvédelmi célból kerültek bevezetésre – jelentős mértékben képesek hozzájárulni a környezetterhelés csökkentéséhez teljes mértékben igazolódott. Az empirikus és esettanulmányi adatok alapján egyértelműen kimutatható, hogy a VR/AR rendszerek bevezetése a kiképzési folyamatokban csökkenti a fizikai jelenlét, az utazás, az üzemanyaghasználat és az infrastruktúra-igény okozta környezeti terhelést. A technológiák környezetbarát hatásai nemcsak közvetlenül érvényesülnek, hanem közvetve is – például a balesetkockázat és anyaghasználat csökkentésén keresztül.*
5. ***Alhipotézis:** az a feltételezés, hogy nemcsak a professzionális szimulációs rendszerek, hanem az egyszerűbb, alacsony erőforrásigényű VR-megoldások (Simple Smart Technologies – SST) is érdemben csökkenthetik a védelmi szervezetek környezetterhelését, megerősítést nyert. A kutatás rámutatott, hogy az alacsony költségű, decentralizált képzésekben alkalmazott SST-típusú VR-eszközök – például standalone headsetek vagy online platformok – szintén hozzájárulnak a környezeti terhelés mérsékléséhez, különösen a területvédelmi erők vagy tartalékos állomány képzésében. Bár ezen technológiák elterjedtsége és tudományos vizsgálata még korlátozott, gyakorlati hatékonyságuk már ma is érzékelhető.*

A környezetvédelmi kihívásokra adott válaszok között a védelmi szférában, kiemelten a katonai területen nagyjelentőségű a modern digitális technológiák megjelenése. Köztük a VR, AR ígéretes távlatokat nyit a képzésben, kiképzésben, felkészítésben és továbbképzésekben egyaránt, ezért a következő fejezetben ezt a kérdéskört elemzem.

Fontos megjegyezni, hogy a képzés fogalommal jelen értekezésben az oktatást, kiképzést, felkészítést szinonimaként értem, eltekintve attól, hogy ezek pedagógiaileg más tartalmat

fednek és jelentenek. Ezeknek az iskolarendszerű és a csaptoknál végzett formáit sem választom szét.

2. A VR-TECHNOLÓGIA VÉDELMI KÉPZÉSBE VALÓ INTEGRÁCIÓJÁNAK TECHNOLÓGIAI ÉS PEDAGÓGIAI HÁTTERE

Amint azt az előző fejezetben láttuk, a védelmi szektorban tapasztalható környezeti terhelések csökkentésére irányuló törekvések skálája széles, és nem csupán szabályozási és szervezési szinten jelennek meg, hanem a technológiai fejlesztések irányvonalában is tetten érhetők. Ezen a területen a digitális technológiák, különösen a virtuális és kiterjesztett valóság eszközei új lehetőségeket nyitnak meg, amelyekkel a kiképzési és felkészítési folyamatok hatékonyabbá, biztonságosabbá és „környezetbarátabbá” tehetők. A környezetterhelés csökkentésére irányuló szándék tehát nemcsak ökológiai, hanem funkcionális célkitűzésként is értelmezhető: a védelmi szféra, így a katonai szakterület is, olyan (tervezési, döntéstámogatási, feladatvégrehajtási és oktatási-képzési) környezet kialakítására törekszik, amely egyaránt megfelel a szakmai, operatív és fenntarthatósági elvárásoknak is.

A modern technikák, köztük a VR technológiája ebben a kontextusban nem pusztán eszköz, hanem módszertani újítás is. Az általuk immerzívvé váló tanulási környezet lehetővé teszi például, hogy a résztvevők szimulált, de valósághű helyzetekben sajátítsák el a szükséges készségeket és kompetenciákat, anélkül, hogy az valós erőforrás-felhasználással vagy környezeti kockázattal járna. A VR különösen ott válik relevánssá, ahol a hagyományos kiképzési módok korlátozottan alkalmazhatók vagy magas környezeti, anyagi, esetleg humán erőforrásigénnyel bírnak. Ezeket az előnyöket felismerve, a védelmi szervezeteknél egyre elterjedtebb a használatuk. Ugyanakkor a meglévő rendszereikbe, így az oktatásba való integrálásuk lassú, alkalomszerű, a személyi, tárgyi feltételektől, esetleg az adott vezetői szándéktól függő. Az okokat vizsgálva elmondható, hogy míg az egyéb informatikai eszközök és rendszerek oktatásban/képzésben/kiképzésben való alkalmazásáról számtalan kutatás folyt és folyik,¹²¹ a VR technológia védelmi szféra oktatási rendszereibe való tervszerűbb, átfogóbb és hatékonyabb integrálását segítő kutatások azonban szűkösebbek. Fontos kritériuma az alkalmazási hajlandóságnak, hogy az újonnan alkalmazott eszközök fejlettségi szintje és funkcionalitása összhangba kerüljön a védelmi képzés valós igényeivel. Ehhez azonban a

¹²¹ KULIK – FLETCHER 2016: 42–78; LAURILLARD 2012: 21–52; SIEMENS – LONG 2011: 30–40

vezetőknek kevés tudományosan kialakított segédanyag áll rendelkezésre. A másik probléma, amely az alkalmazás gátja lehet, hogy a piacon lévő eszközök skálája nagyon széles, a választáshoz nincs támpont. Sok van köztük, ami nagyon költséges, nem bizonyították tudományosan, hogy az egyszerű és költséghatékony eszközök is képesek hasonlóan jó eredményt mutatni, mint a drágábbak. Szükséges lenne ezért tudományosan alátámasztott áttekintésre a hardware és a software háttérrel és újításokról. Mivel a képzési rendszerek nehezen mozdulnak el a bevált eszközöktől az újak irányába, ezért fontos tudományosan bizonyítani, hogy a VR technológiai mennyire illeszkedik a pedagógiai legmodernebb rendszerek sorába és mennyire felel meg a modern pedagógiai irányoknak.

E részkutatás célja annak azonosítása, hogy a VR-technológia milyen szerepet játszhat/játszik a védelmi képzések megújításában, valamint hogyan integrálható a hagyományos módszerekbe és a már elterjedt más, korszerű digitális tanulási rendszerekbe. A vizsgálat fókuszában a hardveres és szoftveres újítások egyaránt szerepelnek, különös figyelemmel a hazai fejlesztésekre és a nemzetközi gyakorlatokra. A cél, hogy a technológiai elemzés túlmutasson a pusztán eszközismertetésen, és feltárja azokat a didaktikai, szervezési és stratégiai lehetőségeket is, amelyek révén a VR valódi hozzáadott értéket képviselhet a védelmi szféra oktatási rendszerében. E részkutatás célkitűzése továbbá, hogy komplex módon vizsgálja a virtuális valóság technológia alkalmazhatóságát a védelmi képzésekben, különös tekintettel annak technológiai, pedagógiai és integrációs aspektusaira ezzel is segítve az alkalmazásukkal kapcsolatos döntéseket. Megvizsgálja továbbá a költséghatékonyabb, egyszerűbb eszközök alkalmazhatóságát is.

A kutatás célja továbbá feltárni azokat a *technológiai kulcsparamétereket* – mint például a felbontás, látószög, érzékelőtechnológia vagy késleltetés –, amelyek alapvetően meghatározzák a VR-eszközök alkalmazhatóságát védelmi környezetben. Elágazásos kutatási módszerként ehhez kapcsolódik majd egy következő részkutatásom, mely a jelenleg piacon lévő eszközökről egy összkép kialakítását célozza azért, hogy a VR-t a rendszerükbe emelni kívánóknak segítségére legyen. Az elemzéseim további kiinduló pontja az is, hogy a VR-eszközök nem csupán szimulációs célokra használhatók, hanem a digitális tanulási rendszerek szerves részévé is válhatnak, ezért azonosítani szándékozom, hogy a VR-rendszerek miként integrálhatók meglévő tanulásmenedzsment rendszerekbe, mint például a SkillDict,¹²² és

¹²² A SkillDict egy hazai fejlesztésű digitális tanulásmenedzsment rendszer, amely lehetővé teszi a VR-alapú képzések integrálását, az elméleti és gyakorlati modulok strukturált kezelését, valamint a tanulói teljesítmény valós idejű mérését és értékelését.

milyen lehetőségek rejlenek ezekben az eszközökben a kompetenciaalapú, adaptív képzések támogatására.

A vizsgálatban különös figyelmet kapnak azok az oktatásméleti megfontolások, amelyek a szituációs tanulás, az önálló feladatvégzés és a visszacsatolási mechanizmusok hatékonyságát tartják elsődlegesnek, ezért a hazai fejlesztésű rendszerek – különösen a szerző által tervezett HADIK SST és a GTS –¹²³ gyakorlati működését és képzési értékét is elemzi a kutatás. A vizsgálat az előnyöket, hátrányokat azonosítva, a kihívásokra is rámutatva javaslatot ad arra, hogy ezek rendszerek ne csak technológiai demonstrációként, hanem valós pedagógiai és operatív értékkel bíró megoldásként jelenjenek meg a védelmi szféra oktatási gyakorlatában.

Alhipotézisek

A 2. fejezetben megfogalmazott alhipotézisek¹²⁴ célja, hogy támogassák és részletezzék a bevezetésben megfogalmazott **II. számú hipotézis** tartalmát, amely szerint a VR-technológián alapuló védelmi oktatás – megfelelő pedagógiai modellbe illesztve – képes lehet hatékonyabb tanulási eredményeket elérni, miközben hozzájárul a környezetbarát működéshez is. A **négy alhipotézis egymásra épülve, logikai sorrendben járja körbe és támogatja a II. sz. hipotézis kulcselemeit**: először a VR-eszközök valóságű, mégis rugalmas és költséghatékony szimulációs képességeit vizsgálom (II/1), majd ezt követően a digitális tanulásmenedzsmentbe történő integráció lehetőségét és az adaptív képzési modell működését (II/2), majd a hazai fejlesztésű, alacsony költségű SST-eszközök kiképzési szerepét (II/3), végül pedig a bevezetés során jelentkező nem technológiai – módszertani és tartalomfejlesztési – kihívásokat (II/4). Az alábbi részhipotézisek tehát a II. főhipotézis **részletes, vizsgálatra alkalmas kifejtései**, amelyek a fejezet logikai és tartalmi struktúráját is meghatározzák.

***Alhipotézis 1.:** A VR-technológia – különösen a hordozható, standalone eszközök formájában – elérte azt a fejlettségi szintet, amely lehetővé teszi a komplex katonai és rendészeti szituációk valóságű, ugyanakkor költséghatékony és rugalmas szimulációját.*

¹²³ Magyarázatot lásd később!

¹²⁴ Az alhipotézisek a hipotézis tartalmi bontását szolgálják, az értekezés egészére jellemző logika szerint.

***Alhipotézis 2.:** A VR-eszközök integrálása digitális tanulásmenedzsment rendszerekbe képes támogatni egy olyan szituációs tanulásra épülő, adaptív képzési modellt, amelyben a tanulói önszabályozás, az objektív értékelés és a teljesítményalapú visszacsatolás hatékonyan érvényesül.*

***Alhipotézis 3.:** A hazai fejlesztésű, alacsony költségű, Simple Smart Technology alapú VR-rendszerek (például a HADIK SST) is alkalmasak célzott kiképzési feladatok ellátására, különösen olyan környezetben, ahol a hagyományos szimulációs infrastruktúra nem áll rendelkezésre.*

***Alhipotézis 4.:** A VR-alapú kiképzési rendszerek bevezetésének elsődleges akadálya nem technológiai, hanem módszertani és tartalomfejlesztési jellegűek.*

Elsőként áttekintem e technológia hardver- és szoftverháttérét, az újításokat (a főbbeket a lábjegyzetekben részletesen ismertetem a témában elmélyülni szándékozók számára), majd a VR-adta oktatásmódszertani előnyöket és az alkalmazást biztosító technológiai mutatókat azonosítom. Ezt követően a jövőbeli kilátásokat elemzem, majd kitérek az alkalmazás kihívásaira, kiemelten lehetséges negatív műszaki és fiziológiai hatásokra, hogy javaslatot tehessek ezek kiküszöbölésére.

2.1 A VR hardver- és szoftverháttére, lehetőségek és újítások a védelmi területen

A védelmi szférában a képzésekben alkalmazott **hardvertechnológiák** fejlődése jól nyomon követhető az analóg szimulátoroktól az interaktív, digitális rendszerekig. A korai statikus eszközöktől, például a lögyakorlatokat támogató optikai távcsőrendszerektől és tűzvezetési gyakorlóállomásoktól mára eljutottunk a háromdimenziós, valós idejű visszacsatolásra képes szimulációs platformokig. E fejlődés célja nem kizárólag a kiképzési hatékonyság növelése, hanem a fizikai és környezeti terhelés mérséklése is, például a lőszerhasználat, üzemanyag- és eszközterhelés csökkentése révén. A korszerű rendszerek közé tartoznak a modulárisan felépített megoldások, mint például a KRONOS.¹²⁵

¹²⁵ A KRONOS egy magyar fejlesztésű szimulációs rendszer, amely közvetlen irányítású tüzeszközök használatának gyakorlására szolgál. Virtuális 3D környezetet alkalmaz tereptárgyakkal, időjárási és napszaki viszonyokkal, valóságghű hang- és fényhatásokkal. A rendszer alkalmas egyéni és csoportos kiképzésre is, modellezve a harctevékenység domborzati és taktikai összefüggéseit. A KRONOS a magyar védelmi szimulációs fejlesztések egyik fontos mérföldköve. KÁLLAI Attila 2016: 44

Megemlíthető a Bohemia Interactive VBS3 is.¹²⁶ Ezek lehetővé teszik az egyéni szintű felkészítéstől a parancsnoki döntéshozatalt támogató, több szereplős tréningek lebonyolítását is.¹²⁷ E platformok gyakran kombinálják a fizikai bemeneti eszközöket – mint a fegyvermarkolatok, mozgáskövetők – a szoftveres környezetszimulációval, így képeznek hidat a hagyományos szimulátorok és az új típusú, VR-alapú rendszerek között.

A védelmi célú képzési hardverrendszerek funkcionalitása napjainkra messze túlmutat a látványos megjelenítésen.¹²⁸ Az új eszközök képesek integrálni szenzoros adatgyűjtést, valós idejű értékelést és hálózati kommunikációt, így teljes körű támogatást biztosítanak a kiképzési folyamatokhoz.¹²⁹ A „Warfare Ecology”¹³⁰ megközelítés alapján a katonai képzések során is szükséges az ökológiai lábnyomot figyelembe venni, különösen békeidőben, amikor az oktatásnak és gyakorlatozásnak nincs közvetlen hadműveleti célja.¹³¹ A hardverrendszerek révén lehetővé válik az anyag- és energiafelhasználás mérséklése, miközben a kiképzési volumen nem csökken, sőt új tanulási lehetőségekkel bővül.

A védelmi szakterületen megjelent ezért az igény, hogy alakítsanak ki olyan VR-alapú rendszereket, amelyek könnyen beilleszthetők legyenek a képzési folyamatokba és feleljenek meg a pedagógiai célkitűzéseknek is, elsősorban a tanulási hatékonyság növelésének és az azonnali visszacsatolás biztosításának. Ennek segítésére több kísérlet folyik napjainkban. A célok érdekében megterveztem egy rendszert, amely a HADIK SST (1.-2. sz. ábra) néven terjedt el (bővebben 2.1. számú melléklet).

A HADIK-rendszer a katonai erő szolgálatában. A rendszer lényege, hogy ez egy hordozható, moduláris és minimális infrastrukturális igénnyel működő komplex oktatási csomag. Fejlesztése és „életútja” a szerző által vezetett szakmai csapat, valamint az Arworks Kft. és az Appentum Kft. együttműködésével kezdődött, jelenleg a Védelmi Innovációs Kutatóintézetben (VIKI) zajló tesztelési és validációs folyamatokkal folytatódik, fejlesztés alatt van az eredetitől „elmozduló”, továbbgondolt változata. Küldetése, hogy civil és katonai

¹²⁶ A VBS3 (Virtual Battlespace 3) a Bohemia Interactive által fejlesztett katonai célú szimulációs és kiképző szoftver, amely valós idejű, taktikai és hadműveleti szintű képzési forgatókönyvek modellezésére szolgál. A rendszer lehetővé teszi a katonai egységek, eszközök és terepviszonyok élethű szimulálását, interaktív parancsnoki döntéshozatali gyakorlatokat, valamint hálózatra kötött, több résztvevős gyakorlatozást. A VBS3-t számos NATO-tagország alkalmazza kiképzési célokra, és Magyarországon is több pilot projektben tesztelték adaptív, többszereplős VR-környezetekkel kombinálva.

¹²⁷ KOVÁCS 2020: 127–142

¹²⁸ KOVÁCS 2020: 69–81

¹²⁹ KOVÁCS 2020: 54–74

¹³⁰ MACHLIS – HANSON – ŠPIRIĆ – MCKENDRY 2011

¹³¹ LINDEMAN – SIBERT – TEMPLEMAN 2021

közegben egyaránt alkalmas, könnyen bevethető kiképzési platformként működjön.¹³² Kiemelt célcsoportja a társadalmi *tartalékerő*, azaz területvédelmi erők és az olyan civil szereplők – *vadászok, sportlövészek, önkéntesek* –, akik válsághelyzetben bevonhatók a nemzeti védelmi struktúrákba. A készlet tartalma jól tükrözi a kívánt technológiai és pedagógiai integrációt: két darab VR/MR Quest 3¹³³ headset, erővisszacsatolásos szimulációs PROTUBE¹³⁴ replika fegyverek, szimulációs késharc eszközök vannak benne.

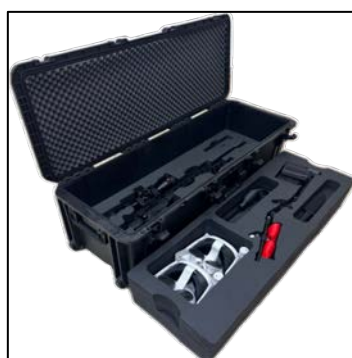
Emellett EEG (MUSE II) és HRV (POLAR) szenzorok.¹³⁵ Szerves részét képezi egy digitális tanulásmenedzsment platform, amely támogatja az elméleti és gyakorlati képzési modulok integrációját. A tanulók így elméleti ismeretek feldolgozása után VR-eszközökön hajtanak végre szimulációs feladatokat, miközben a rendszer valós idejű adatgyűjtést és teljesítményértékelést biztosít. Ezáltal a VR-eszközök nem csupán kiegészítő technológiák, hanem a képzési folyamat szerves és mérhető elemei.

¹³² A HADIK (Hungarian Auxiliary Forces Digital Kit) egy a szerző által kidolgozott, magyar fejlesztésű VR-alapú kiképzőrendszer, amely a Simple Smart Technologies (SST) elveit követi. Célja, hogy hordozható, költséghatékony eszközökkel (pl. Meta Quest, Pico) tegyen lehetővé moduláris és valósághű szimulációs oktatást. A rendszer támogatja például a mesterlövészeti szituációkat és taktikai harcoló kiképzést, továbbá közvetlenül integrálható a SkillDict tanulásmenedzsment platformmal. A HADIK fejlesztés 2. a Védelmi Innovációs Kutatóintézet (VIKI) vezetésével valósul meg, multidiszciplináris kutatás-fejlesztési projektként.

¹³³ A Quest 3 a Meta Platforms (korábban Oculus) által fejlesztett, önálló működésű (standalone) VR-headset, amely belső szenzoros pozíciókövetéssel (inside-out tracking), mixed reality (MR) képességekkel és kézmozdulat-érzékeléssel támogatja az immerzív interakciókat. Az eszköz kiváló ár-érték arányának és hordozhatóságának köszönhetően széles körben alkalmazható szimulációs és oktatási célokra, beleértve a védelmi szektor adaptív kiképzési környezeteit is.

¹³⁴ A ProTube Provolver egy VR-eszközökhöz fejlesztett, haptikus visszacsatolással rendelkező pisztolymodul, amely kifejezetten a Meta Quest 3-hoz is optimalizált. Az eszköz élethű visszarúgást, fegyverfogást és célzási élményt biztosít, így a taktikai szimulációk során fokozott realizmust tesz lehetővé a felhasználók számára.

¹³⁵ A MUSE II egy könnyű, hordozható EEG-eszköz, amely valós idejű agyi aktivitásmérést tesz lehetővé, különösen figyelem, fókusz és mentális terhelés vizsgálatára. A POLAR Verity Sense pedig egy optikai pulzus- és szívritmusvariabilitás-mérő (HRV), amely a stresszreakciók és fiziológiai terhelés objektív értékelését támogatja VR-alapú kiképzési környezetekben.



1-2. ábra: A HADIK SST láda tartalma. A képet a szerző készítette

Ezek lehetővé teszik kognitív és pszichofiziológiai reakcióinak mérését is a gyakorlatok során. A HADIK SST különlegessége, hogy decentralizált módon alkalmazható, nem igényel fix telepítésű bázist, és akár terepi körülmények között is teljes funkcionalitással működtethető. Nemcsak kiképzési, hanem kutatási célokat is szolgál: alkalmas például a stressz- és kognitív terhelés hatásainak mérésére, valamint a tanulási hatékonyság elemzésére. A rendszer eddig több terepi validáció során bizonyította működőképességét,¹³⁶ többek között a One With Nature kiállításon (2021), Vásárosnaményban (2023), valamint Hódmezővásárhelyen (2024, 2025), ahol összesen több mint 240 fő (sportvadászok, katonák) vettek részt a tesztelésen. A legutóbbi, 2025. áprilisi mérési program során 85 fő katona bevonásával objektív (EEG, EMG, HRV, légzés, EKG, GSR, BVP) és szubjektív (NASA-TLX, UI/UX, Cybersickness) eszközökkel végeztek méréseket, amelyek igazolták a rendszer használhatóságát, pedagógiai hasznosságát és a tanulási hatékonyság mérhetőségét. A HADIK előnye, hogy operátor és oktató jelenléte nélkül is alkalmazható, gamifikált felépítése révén motiváló tanulási környezetet teremt, miközben tudományos adatokat is képes szolgáltatni a pszichofiziológiai és kognitív terhelések elemzéséhez. A rendszer bevezetése

¹³⁶ A kutatási és tesztelési jegyzőkönyvek a szerzőnél rendelkezésre állnak.

jelenleg a VIKI szakmai irányítása alatt zajlik, célja a Magyar Honvédség képzési struktúrájába történő hivatalos integráció.

A védelmi szféra más csoportjai és a VR-rendszerek

A tűzoltóképzésben vagy rendőrképzésben is egyre nagyobb szerepet kapnak az olyan VR-alapú rendszerek, amelyek lehetővé teszik a valósághű szituációk gyakorlását biztonságos környezetben. Számos nemzetközi példa bizonyítja e megoldások hatékonyságát: az ausztrál Flaim Systems¹³⁷ fejlesztése tűzoltók számára kínál beltéri és kültéri tüzesetek kezelésére szolgáló VR-képzést, míg a holland XVR Simulation¹³⁸ platformja válsághelyzetek gyakorlati szimulációjára ad lehetőséget civil védelmi szervezetek számára. Az amerikai ForgeFX Training Simulations¹³⁹ a veszélyes anyagokkal kapcsolatos kockázatok kezelését oktatja VR környezetben, míg a Qwake Technologies¹⁴⁰ az „átlátható” AR-sisakrendszerével a tűzoltók tájékozódását segíti extrém körülmények között.

A különféle szimulációs megoldások közül a FireWare¹⁴¹ rendszerei is kiemelkednek, amelyek robbanás, füst és katasztrófavédelmi helyzetek valósághű szimulációját teszik lehetővé.

Ezek az innovációk jól mutatják, hogy a VR/AR technológiák a civil védelmi szférában is egyre fontosabb szerepet töltenek be. A HADIK SST fejlesztése például nemcsak katonai, hanem szélesebb értelemben vett katasztrófavédelmi képzési modellek trendjébe is illeszkedik. Ezek a példák is alátámasztják, hogy a VR nemcsak az éles katonai képzések támogatására, hanem a válságkezelési képességek fejlesztésére is alkalmas, különösen alacsony költségszint és magas rugalmasság mellett. A hardveres VR-rendszerek hozzájárulnak a környezeti terhelés csökkentéséhez. Működésük nem igényel élő lőszert vagy járművet, így csökkentik a szén-dioxid-kibocsátást, a veszélyes anyagok felhasználását, valamint a fizikai infrastrukturális terhelést. A rendszer fenntarthatósági szempontból is előremutató, hiszen lehetővé teszi a képzési volumen megtartását vagy növelését, a környezeti terhelés egyidejű csökkentése mellett.

A jövő védelmi kiképzése várhatóan olyan hardveres megoldásokra épül majd, amelyek egyesítik az egyszerű használatot, az adaptív képességeket és a környezettudatos működést.

¹³⁷ Flaim Systems 2024

¹³⁸ XVR Simulation (é.n.)

¹³⁹ ForgeFX Training Simulations (é.n.)

¹⁴⁰ Qwake Technologies (é.n.)

¹⁴¹ FireWare 2024

A HADIK erre kínál hazai példát, amely nemcsak a technológiai innováció, hanem az oktatásmódszertani megújulás irányába is egyértelmű lépés.

Szoftverek a védelmi képzésben

A hardveres infrastruktúra mellett a védelmi célú digitális képzés másik meghatározó komponense a megfelelő **szoftverarchitektúra**, ezért megvizsgáltam és az alábbiakban átfogó képet adok erről a területről. A megállapításokat, bemutatásokat egyrészt itt a törzsszövegben, valamint a lábjegyzetekben teszem meg, ezzel is segítve a témában tájékozódni kívánók, illetve az oktatók munkáját.

A digitális képzés szoftverhátterei nemcsak a szimulációk technikai működését biztosítják, hanem a tanulási folyamatok nyomon követését, szabályozását és a képzési teljesítmény adatainak biztonságos feldolgozását is. *Elemézve a szoftvereket, elmondható*, hogy a korai, zárt rendszerű kiképzési szoftverekkel szemben, ma már egyre inkább elvárás, hogy a platformok nyílt interfészekkel rendelkezzenek, könnyen „testreszabhatók” legyenek, és képesek legyenek valós idejű adatfeldolgozásra.

Az olyan szimulációs motorok, mint az Unreal Engine¹⁴² vagy az Unity,¹⁴³ alkalmasak nagy felbontású, fotorealistikus környezetek megjelenítésére, fizikai és viselkedésalapú modellezésre, valamint mesterséges intelligenciával támogatott interakciókra is. Meg kell jegyezni, hogy ezek a motorok önmagukban nem elégségesek a képzési célú alkalmazásokhoz, mivel nem rendelkeznek beépített oktatásmenedzsment funkciókkal, ezért szükség van LMSek integrálására. **Learning Management System** (tanulásmenedzsment rendszer) olyan digitális platform, amely lehetővé teszi tananyagok rendszerezését, hozzáférését, tanulói előrehaladás nyomon követését és értékelését. A védelmi területen az oktatásban elsősorban szimulációs modulok és teljesítménymérő rendszerek integrációjára használják. Elvárások:

¹⁴² Az Unreal Engine egy fejlett, nyílt forráskódú játékmotor, amelyet az Epic Games fejlesztett. A platform alkalmas valós idejű 3D-s grafika, fizikai szimuláció és interaktív szcenáriók létrehozására, és egyre gyakrabban alkalmazzák a védelmi szférában szimulációs és kiképzőrendszerek fejlesztésére is. Kiemelkedő előnye a fotorealistikus megjelenítés, az animációs lehetőségek és a bővíthető modulstruktúra.

¹⁴³ A Unity egy rugalmas és széles körben használt fejlesztői környezet, amely lehetővé teszi interaktív 2D-s és 3D-s alkalmazások létrehozását, többféle platformra exportálható formában. A védelmi képzésekben való alkalmazását támogatja a könnyű kezelhetőség, alacsonyabb rendszerigény, valamint az a tény, hogy LCNC (Low Code / No Code) rendszerekkel is jól integrálható.

A védelmi szektorban különösen fontos, hogy a képzési platform *megfeleljen a SCORM¹⁴⁴ vagy xAPI¹⁴⁵ szabványoknak*, ezáltal biztosítva az adatcserét, követhetőséget és minősített képzési dokumentációt.¹⁴⁶

Az interoperabilitás is fontos kritérium az oktatásban. A nemzetközi gyakorlatban már egyre több olyan megoldás létezik – például a NATO ACT¹⁴⁷ által támogatott ADL¹⁴⁸ rendszerek –, amelyek lehetővé teszik az interoperábilis tartalomkezelést, de a hazai fejlesztések között is találunk ígéretes példákat.

A komplexitás is elvárassá vált. A szoftverrendszerek fejlődésével párhuzamosan egyre több funkció kerül a felhőbe, így a kiképzési modulok decentralizáltan, akár otthoni tanulói hozzáféréssel is elérhetők, ami a V-learning egyik alapfeltételét teremti meg. Ez a komplexitás ma már nemcsak műszaki kérdés, hanem stratégiai jelentőségű is, hiszen a szoftverplatform az, amely összefogja a teljes digitális kiképzési ökoszisztémát.¹⁴⁹

A szoftveres fejlesztési irányok közül kiemelkedik *a Low Code / No Code (LCNC) szemlélet*, amely lehetővé teszi, hogy a tananyagokat vagy szimulációs scénáriókat nem programozói háttérrel rendelkező oktatók, instruktorok is képesek legyenek módosítani vagy újakat létrehozni.¹⁵⁰ Ez a fejlesztési filozófia különösen fontos a védelmi szférában, ahol a rugalmasság és a gyors adaptáció elsődleges elvárás – például új szabályzatok, forgatókönyvek vagy eszkalációs protokollok gyors bevezetése esetén. Az LCNC-eszközök lehetővé teszik a kiképzők számára, hogy grafikus felületeken, sablonalapú szerkesztéssel vagy moduláris logikával állítsanak össze gyakorlati feladatokat, interakciós pontokat és értékelési lépéseket. Az ilyen rendszerek használatával a szoftveres tartalomgyártás és testreszabás jelentősen felgyorsul, miközben csökken a programozási hibák és verziófrissítések okozta leállás kockázata is.

¹⁴⁴ A SCORM (Sharable Content Object Reference Model) egy nemzetközi szabványrendszer az e-learning tananyagok strukturálására, újrafelhasználására és nyomon követésére. Segítségével a tanulói előrehaladás mérhetővé, dokumentálhatóvá és más rendszerekkel kompatibilissé válik.

¹⁴⁵ Az xAPI (Experience API, korábbi nevén Tin Can API) a SCORM továbbfejlesztett változata, amely lehetővé teszi bármilyen típusú tanulási tevékenység (pl. VR-szimuláció, terepi gyakorlat, videónézés) adatainak rögzítését, strukturált formában. Különösen hasznos az offline vagy nem hagyományos képzések teljesítményének nyomon követésére.

¹⁴⁶ NATO ACT 2022

¹⁴⁷ A NATO ACT (Allied Command Transformation) által kiadott ADL Reference Architecture egy strukturális és technológiai keretrendszer, amely meghatározza a katonai digitális tanulási rendszerek (LMS-ek, SCORM/xAPI platformok, V-learning eszközök) interoperabilitási, szabványossági és integrációs követelményeit. A dokumentum célja, hogy a NATO tagállamok közös e-learning és szimulációs infrastruktúrát tudjanak kialakítani, összehangolt képzési műveletek támogatására.

¹⁴⁸ Az ADL (Advanced Distributed Learning) egy olyan nemzetközi oktatástechnológiai kezdeményezés, amelyet az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma és a NATO ACT koordinál, célja pedig a digitális, hálózatba kapcsolt, szabványosított tanulási környezetek kialakítása.

¹⁴⁹ KOVÁCS 2022: 207–221

¹⁵⁰ KLOBUCAR – MOHORCIC 2022

A hazai gyakorlatban e szemlélet egyik legmarkánsabb példája a ***SkillDict rendszer***, amely nemcsak e-learning funkciókat kínál, hanem VR-kompatibilis képzési modulokat is képes kezelni.¹⁵¹ A SkillDict nyílt API-felületet biztosít, amelyen keresztül egyszerűen kapcsolhatók hozzá VR-szimulációs egységek, SST-modulok, valamint teljesítménymérő dashboardok. Az oktatók így képesek valós idejű adatokat kapni a tanulói aktivitásról, hibaszázalékokról vagy éppen reakcióidőkről, amelyek objektív alapot teremtenek a döntéshozatal és értékelés számára. Az LCNC rendszer integrációja azt is jelenti, hogy a kiképzések módszertanilag is megújulhatnak, hiszen az oktató már nemcsak közvetítő, hanem tartalomépítő szereplővé is válik. Ez a fajta szoftverarchitektúra kiválóan illeszkedik a modern kompetenciaalapú katonai oktatás célrendszeréhez.

Meg kell jegyezni, hogy a szoftverplatformok jelentősége a védelmi szektorban messze túlmutat az egyszerű technikai háttér biztosításán: ezek a rendszerek ma már stratégiai infrastruktúra-elemek, amelyek képesek befolyásolni a kiképzési filozófiát, a tartalom-előállítás folyamatát és a teljesítménymérés módszertanát. Ennek megfelelően egyre több platformban jelennek meg mesterséges intelligenciával támogatott funkciók, mint például az adaptív tanulásmenedzsment, a prediktív értékelés vagy az automatikus visszacsatolás. Ezek az AI-alapú eszközök lehetővé teszik, hogy a rendszer a tanuló teljesítménye alapján dinamikusan módosítsa a feladatok nehézségi szintjét, felgyorsítsa vagy lassítsa a tananyagot, és személyre szabott visszajelzést adjon – mindezt valós időben. A prediktív algoritmusok azt is lehetővé teszik, hogy az oktató előre jelezhesse, mely tanulóknál várható elmaradás vagy éppen kiemelkedő teljesítmény, így a képzés személyre szabottabbá válik.

Ezek a fejlesztések különösen értékesek lehetnek a katonai döntéshozatal, helyzetértékelést vagy stresszkezelést célzó modulok esetében. A SkillDict és más fejlesztések esetében már tesztelik az ilyen típusú rendszerek integrációját VR-alapú szimulációkkal, például mesterlövészeti vagy taktikai tréningek során. Az AI-alapú szoftverarchitektúrák ugyanakkor új kihívásokat is jelentenek az adatbiztonság, etikai megfelelés és tanúsíthatóság terén, különösen zárt katonai környezetben. A jövő szoftverplatformjai várhatóan egyszerre lesznek intelligensek, skálázhatók és szabványosíthatók, ezáltal hosszú távon képesek támogatni a védelmi szféra digitális transzformációját.

Megállapítható, hogy a modern informatikai eszközök, így a VR-technológiák digitális tanulásmenedzsment rendszerekbe történő integrálása képes támogatni egy olyan szituációs tanulásra épülő, adaptív képzési modellt, amelyben a tanulói önszabályozás, az objektív

¹⁵¹ SkillDict 2024

értékelés és a teljesítményalapú visszacsatolás hatékonyan érvényesül, azaz illeszkedik a modern pedagógiai törekvésekhez. Vizsgáljuk ezt meg közelebbről!

2.2 Az IKT-alapú és VR-támogatott képzés pedagógiai szempontú előnyei a védelmi szféra oktatási rendszereiben

Az információs és kommunikációs technológiák (IKT) az oktatás és képzés szinte minden szintjére hatást gyakoroltak, beleértve a védelmi szektort is, ahol az adaptív, technológiaalapú tanulási környezet egyre inkább elvárás és egyre meghatározóbb szerepet töltenek be. Az IKT-alapú oktatás célja, hogy korszerű, interaktív, rugalmas és személyre szabható tanulási lehetőséget biztosítson a tanulók számára, figyelembe véve az egyéni tanulási stílusokat, tempót és motivációs tényezőket.¹⁵² Megvizsgáltam, hogy erre milyen lehetőségek és képességek vannak.

A CAI (Computer-Assisted Instruction), amely számítógépes tananyagok és interakciók segítségével támogatja a tanulási folyamatot. *A CAL (Computer-Aided Learning)* és *CBT (Computer-Based Training)* rendszerek továbbfejlesztett formában kínálnak multimédiás tanulási lehetőségeket, míg *a CMI (Computer-Managed Instruction)* a tanulási folyamat mérését, értékelését és adminisztrációját is integrálja. Ezek az eszközök különösen hatékonyak lehetnek a védelmi képzések során, ahol strukturált, de mégis adaptív tanulási környezetre van szükség.¹⁵³

A modern pedagógiai törekvések szorgalmazzák a *nyitott és rugalmas tanulást (open and flexible learning)*. E koncepció lehetővé teszi, hogy a tanulók ne csupán térben és időben, hanem tartalmilag és módszertanilag is önállóan szervezzék meg tanulási folyamatukat. A technológiaalapú tanulási formák révén – például LMS rendszerek, VR-szimulációk vagy mobilalkalmazások segítségével – a védelmi szervezetek tagjai a képzésük során saját ütemben, gyakran decentralizált módon vehetnek részt a képzésekben, miközben az oktatók valós idejű adatokat kapnak a teljesítményről és előrehaladásról.¹⁵⁴ A védelmi szektorban az ilyen típusú tanulási környezetek alkalmazása stratégiai jelentőségű. Nem csupán a képzési hatékonyságot növeli, hanem támogatja a gyors átképzést, új protokollok bevezetését, valamint a személyre szabott kompetenciafejlesztést. A VR-alapú tanulás, kiegészülve az IKT-megoldásokkal, lehetővé teszi például a döntéshozatali helyzetek szimulációját, a

¹⁵² Ortmor Agency 2023

¹⁵³ KULIK – FLETCHER 2016: 42–78

¹⁵⁴ SIEMENS – LONG 2011: 30–40

stresszreakciók elemzését is, vagy akár a pszichofiziológiai visszacsatolás beépítését a tanulási ciklusba.¹⁵⁵

A tanulás rugalmassága különösen fontos a védelmi szervezeteknél, ahol a képzési idő szűkös, a beosztások változnak, és a gyakorlati tapasztalatszerzés sok esetben logisztikai korlátokba ütközik. Az IKT-alapú rendszerek révén a tanulás időben és térben is függetlenné válhat, ami új lehetőségeket nyit a *„just-in-time” és „on-demand” típusú tudásmegszerzés számára*. Ezek a megoldások nemcsak költséghatékonyabbak, hanem fenntarthatóbbak is, különösen akkor, ha VR-alapú szimulációkkal kombinálva használják őket.¹⁵⁶ Az IKT-alapú oktatás tehát nem csupán egy technológiai innováció, hanem egy oktatáseméleti és módszertani fordulópont is, amely lehetővé teszi a tanulási folyamatok újragondolását a védelmi képzések területén. A VR egy speciális eszköz ezen a területen, ezért az alábbiakban ennek speciális előnyeit külön megvizsgálom.

A VR-adta pedagógiai szempontú előnyök az oktatásban/kiképzésben a védelmi területen

A virtuális valóság technológia nemcsak technikai, hanem pedagógiai szempontból is új dimenziókat nyitott meg a védelmi területen a képzésekben. A hagyományos, frontális vagy statikus oktatási formákat felváltó interaktív, élményalapú tanulási modellek egyre inkább teret nyernek, különösen ott, ahol komplex döntési helyzeteket és valós idejű szituációkat kell modellezni. A VR mint oktatási eszköz, lehetővé teszi, hogy a tanulók ne csupán passzív befogadók legyenek, hanem *aktív szereplőkké* váljanak a szimulált szituációk során – mindezt kontrollált, mérhető és biztonságos környezetben. A VR-eszközökkel támogatott képzések lehetőséget adnak a *gyakorlatorientált*, „learning-by-doing”¹⁵⁷ elvű oktatásra, amely a védelmi szférában különösen indokolt, hiszen a tanulási célok gyakran nem elméleti tudásra, hanem szituációs döntéshozatalra, stresszkezelésre és operatív kompetenciák fejlesztésére irányulnak.

A VR-platformok – különösen, ha tanulásmenedzsment rendszerekhez LMS kapcsolódnak – képesek *adaptív tanulási környezet* kialakítására. Ez azt jelenti, hogy a tanuló teljesítménye alapján a rendszer automatikusan módosíthatja a feladat nehézségi szintjét, időkeretét, vagy akár a szimulált szituációk paramétereit – például az ellenség viselkedését vagy a környezeti változókat. Ez a fajta adaptivitás lehetőséget ad arra, hogy minden egyes

¹⁵⁵ YORD Studio 2025

¹⁵⁶ RADIANTI – MAJCHRZAK – FROMM – WOHLGENANT 2020

¹⁵⁷ Az angol „learning-by-doing” kifejezés gyakorlati tanulást jelent, amely során a tanuló aktív cselekvésen, valós vagy szimulált helyzetek megoldásán keresztül sajátítja el az ismereteket és készségeket. A védelmi és rendészeti képzésben ez a módszer különösen hatékony, mert lehetővé teszi a szituációs döntéshozatal, a stresszkezelés és az operatív gondolkodás fejlesztését.

kiképzett egyéni képzési pályát járjon be, amely figyelembe veszi korábbi hibáit, erősségeit és fejlődési ütemét. A SkillDict platform – amely már több hazai fejlesztésű VR-modullal, köztük a HADIK SST-vel is integrálásra került – ilyen módon támogatja a V-learning¹⁵⁸ modell kialakulását.

Ebben a tanulási rendszerben a résztvevő *önállóan haladhat* előre, miközben a rendszer folyamatosan értékeli a teljesítményt és személyre szabott visszajelzéseket ad. Az ilyen megközelítés nemcsak technológiai, hanem oktatásméleti áttörést is jelenthet a jövő védelmi képzéseiben, ahol a hatékonyság nem csupán a tananyagtartalom, hanem az oktatási forma adaptivitása alapján is mérhetővé válik.

A VR és AR technológiák kombinációja további lehetőségeket nyit meg a komplex képzések számára. Az AR lehetővé teszi, hogy a valós környezetbe digitális információk – például taktikai jelölések, navigációs adatok vagy veszélyzónák – kerüljenek beillesztésre, ezáltal valós időben támogatva a tanuló helyzetértékelését. A VR ezzel szemben teljes elszigeteltséget és kontrollált szimulációs környezetet kínál, ahol a tanuló biztonságos térben gyakorolhat akár veszélyes vagy stresszterhelt műveleteket is.

A kevert valóságú megoldások lehetővé teszik, hogy az oktató valós időben avatkozzon be a szimulációba: módosíthatja a szituáció menetét, kérdéseket tehet fel, vagy akár új kihívásokat generálhat. Ez az interakció különösen értékes azokban a képzési szituációkban, ahol a tanuló taktikai döntéshozatali képessége, stresszkezelése vagy morális helytállása kerül előtérbe. Az AR–VR kombináció tehát nemcsak technológiai integráció, hanem didaktikai lehetőség is: egy olyan eszközrendszer, amely képes rugalmasan illeszkedni a különböző képzési célokhoz és a tanulók egyéni szükségleteihez is. A következőkben a VR-alapú képzési rendszerek pedagógiai és oktatásméleti megalapozottságát vizsgálom meg részletesebben, különös tekintettel a szituációs tanulásra, az adaptivitásra és a tanulói önszabályozásra.

A VR, mint az új pedagógia módszerek indikátora

A VR-technológia alkalmazása a védelmi képzésekben nemcsak technikai újítás, hanem egyúttal az oktatásméleti gondolkodás átalakulását is jelzi. Az immerzív tanulási környezetek új módszertani lehetőségeket teremtenek, amelyekben *a tanuló aktív, döntéshozó szereplővé* válik. A klasszikus frontális képzéssel szemben itt *az egyéni tapasztalatszerzés*, a

¹⁵⁸ V-learning (a szerző megfogalmazása): A virtuális tanulás (virtual learning) egy olyan oktatási forma, amely VR-környezetekben történő szimulációkra, digitális interakciókra és adaptív tanulási folyamatokra épül integrálva az e-learning rendszereket.

szituációs tanulás és az önszabályozó tanulási folyamat kerül előtérbe. A VR-alapú kiképzések jelentős mértékben építenek az *élményalapú tanulási modellekre*, különösen a Kolb-féle tanulási ciklusra, amely a konkrét tapasztalat, reflektív megfigyelés, elvont konceptualizálás és aktív kísérletezés szakaszait tartalmazza.¹⁵⁹ Ez a modell kiválóan adaptálható a VR-környezetekre, hiszen a résztvevők nemcsak szimulált helyzeteket élnek át, hanem *azonnali visszacsatolást* is kapnak, amely lehetővé teszi a hibák korrigálását és a tanulási folyamat személyre szabását. A VR-technológia lehetőséget biztosít *a szituációs tanulásra is*, amely során a tanuló valósághű környezetben próbálhatja ki döntéshozatali és cselekvési képességeit. Ez különösen fontos a védelmi szférában, ahol a helyzetfelismerés, stresszkezelés és gyors reakciók képessége döntő fontosságú. A szimulációs forgatókönyvek lehetővé teszik a komplex, többváltozós helyzetek gyakorlását anélkül, hogy a tanuló vagy környezete kockázatnak lenne kitéve.

A VR-alapú rendszerekben kiemelt szerepet kap *az önszabályozó tanulás* támogatása. Az LMS-rendszerekbe integrált VR-alkalmazások – mint például a SkillDict¹⁶⁰ – lehetővé teszik, hogy a tanulók saját tempóban haladjanak, visszajelzést kapjanak, és akár ismételten elvégezzék a gyakorlatokat.¹⁶¹ Ez különösen előnyös a különböző előképzettségű résztvevők esetében, valamint az adaptív képzés megvalósítása során. A pedagógiai adaptivitás a VR-képzések egyik legígéretesebb iránya. A mesterséges intelligenciával támogatott rendszerek képesek *valós idejű teljesítményelemzésre*, és ennek alapján módosíthatják a feladatok nehézségét, időtartamát vagy visszacsatolásának formáját.¹⁶² Ez nemcsak az egyéni tanulási utak kialakítását teszi lehetővé, hanem segíti a túlterhelés és alulterhelés elkerülését is.

A VR-alapú oktatás különleges lehetőséget kínál *a visszacsatolás* új formáinak alkalmazására is. A teljesítmény nemcsak számszerűsíthető (pl. reakcióidő, találati arány), hanem vizualizálható is, ami segíti a tanulót a hibák azonosításában és a fejlődés nyomon követésében.¹⁶³ A VR az értékelés terén is új lehetőséget ad például az *objektív, standardizált mérési rendszerek bevezetésére*, ahol a tanulói teljesítmény számos aspektusa – időzítés, hibaszázalék, mozgásmintázat – automatikusan rögzíthető és kiértékelhető. A dashboard-alapú megjelenítés egyúttal az oktatói döntéstámogatás hatékonyságát is növeli. Ez az adatvezérelt megközelítés pontosabb visszacsatolást és összehasonlíthatóságot tesz lehetővé a hagyományos módszerekkel szemben.

¹⁵⁹ KOLB 1984: 20-38

¹⁶⁰ SkillDict rendszer

¹⁶¹ ZIMMERMAN 2002: 64–70

¹⁶² YORD Studio 2025

¹⁶³ SHUTE 2008: 153–189

A fentiek alapján igazolódik, hogy pedagógiai előnyeit tekintve a VR kimagasló lehetőség, így alkalmazása a védelmi területen indokolt és időszerű. Fontos azonban megjegyezni, hogy a VR-eszközök bevezetése *a pedagógus, kiképző szerepének változását* is magával hozza. Az oktató már nem csupán tudásközvetítő, hanem facilitátor és tartalomépítő szerepet tölt be, aki részt vesz a forgatókönyvek kialakításában, az értékelési kritériumok meghatározásában és a tanulói teljesítmények elemzésében. E szerepváltozás személyi, módszertani és intézményi alkalmazkodást is igényel. A tapasztalatok szerint az első VR-használatok során kezdeti zavar vagy bizonytalanság lehet, de megfelelő instruktori támogatással gyorsan áthidalható. Módszertanilag fontos a VR-rendszerek alkalmazására való felkészítés is, azaz a tanulók előzetes orientálása a virtuális környezetekben való navigációra, valamint a tanulási célok és elvárások egyértelmű kommunikációja. Az IKT-alapú és VR-támogatott oktatás/kiképzés pedagógiai előnyeinek összegzésére meghatároztam a változókat, amelyek a modern pedagógia elvárásokat fedik le. Majd megvizsgáltam ezeket a hagyományos és a fent bemutatott VR-alapú oktatásban, ezután minőségi jelzőt kötöttem hozzájuk. Mindezt az 4. sz. táblázatban foglaltam össze.

Változó / vizsgált szempont	Hagyományos oktatás	VR-alapú oktatás
Motivációs képesség	közepes	erős
Motiváció fenntartása	rövidebb távú	hosszabb távú ¹⁶⁴
Illeszthetőség más eszközökhöz	közepes	jó
Tanulási hatékonyságot segítő funkciók	közepes	erős ¹⁶⁵
Lehetőség önálló haladásra	közepes	erős ¹⁶⁶
Innovációs képesség fejlesztése	közepes	erős
Tanár- vagy diákközpontúság	tanárközpontú	diákközpontú
Eszközalkalmazás stressz-szintje	magas	közepes ¹⁶⁷
Differenciálás lehetősége	bonyolultabb	egyszerűbb ¹⁶⁸
Érzékszervi észlelés lehetősége	közepes	nagyobb ¹⁶⁹
Különböző korúak együttműködése	korlátozott	rugalmasabb
Különböző képességek együttműködése	nehézkés	támogatott ¹⁷⁰
Különböző szaktudásúak együttműködése	nehézkés	támogatott

¹⁶⁴ SHUTE 2008: 153–189

¹⁶⁵ SHUTE 2008: 153–189

¹⁶⁶ ZIMMERMAN 2002: 64–70

¹⁶⁷ SSIH 2023

¹⁶⁸ SHUTE 2008: 153–189

¹⁶⁹ Az immerzív környezet fokozza az érzékszervi ingereket.

¹⁷⁰ Egyéni szintezés lehetősége – ZIMMERMAN 2002: 64–70

Hangsúly: tanulás vagy tevékenység	tanuláscentrikus	tevékenységcentrikus ¹⁷¹
Szintlista felállíthatósága	nehezebb	könnyebb ¹⁷²
Projektállítási lehetősége	nehezebb	könnyebb ¹⁷³
Feladatválasztás módja	tanár által	tanuló által
Egyéni haladás lehetősége	nehezebb	könnyebb ¹⁷⁴
Osztály/műhelykeret megtartása	kötelező	nem kötelező ¹⁷⁵
Tanulási sorrend változtathatósága	korlátozott	rugalmas ¹⁷⁶
Párhuzamos munkavégzési igény teljesülése	korlátozott	lehetséges
Előzetes tudás szükségessége	magas	alacsonyabb ¹⁷⁷
Azonnali korrigálás lehetősége	késleltetett	azonnali ¹⁷⁸
Tanulói szerep	főként passzív döntéshozó	főként aktív döntéshozó
Kudarcnál frusztráció esélye	magas	mérsékelt ¹⁷⁹
Csoport-interdependencia	kötött	rugalmas ¹⁸⁰

4.sz. táblázat: A hagyományos oktatás és VR-alapú oktatás összehasonlítása. Készítette: a szerző.

A VR-alapú képzés pedagógiai előnyeinek azonosítása után össze kell vetnem azokat a modern pedagógiai törekvésekkel, hogy meg tudjam állapítani a megfeleltethetőséget, ezért röviden áttekintem, hogy a modern pedagógiai törekvések milyen alapelveket helyeznek előtérbe, majd áttekintem, hogy ezekhez illeszkedni tud-e a VR-alapú oktatás. *Alapvetésem*, hogy bár a védelmi szférában folyó oktatás nagyon speciális, de azokat a pedagógiai alapelveket és módszereket nem nélkülözheti és nem lépheti át, amelyeket a modern pedagógia az eredményes tanulás terén tudományosan már igazolt, ezért kell ezeket azonosítanom.

A 20. század második felétől számos olyan oktatás/nevelési modell született, amely a tanulók aktív részvételére, önállóságára, egyéni fejlődési ütemére¹⁸¹ és kreatív tevékenységére¹⁸² helyezte a hangsúlyt. Az olyan irányzatok, mint például a Montessori-módszer, a Dalton-terv, vagy a Freinet-iskola egyaránt a szabad cselekvést, az érdeklődésre épülő tanulást és a tapasztalati úton szerzett tudást helyezték középpontba.¹⁸³ A

¹⁷¹ Aktív részvétel dominál VR-ban – SHUTE 2008: 153–189

¹⁷² Moduláris kurzusszerkezet VR-ban támogatott – SHUTE 2008: 153–189

¹⁷³ Könnyebb egyéni vagy csoportos projektek kialakítása.

¹⁷⁴ Saját tempóban tanulható – ZIMMERMAN 2002: 64–70

¹⁷⁵ Online VR térben függetleníthető.

¹⁷⁶ Moduláris tananyag engedi a sorrend variálását – ZIMMERMAN 2002: 64–70

¹⁷⁷ VR szcenáriók segítik a gyorsabb belépést kezdőknek

¹⁷⁸ Real-time visszacsatolás VR-ban – SHUTE 2008: 153–189

¹⁷⁹ Biztonságos hibázási környezet VR-ban – SSIH 2023

¹⁸⁰ Csoportmunka függetlenebb, dinamikusabb VR-ben – SCHÖN 1983

¹⁸¹ LAURILLARD 2012: 23-52

¹⁸² KOLB 1984: 20-38

¹⁸³ HORN – NÁDORI 2024: 85–92

személyközpontú pedagógiák – például Rogers elvei – szintén hangsúlyozzák a tanulói önszabályozás, empátia és belső motiváció fontosságát.¹⁸⁴ A VR-eszközökkel támogatott tanulás ezen modern elvek számos elemét képes megvalósítani. A szimulált környezetben történő szabad cselekvés, a személyre szabott haladási ütem, az önálló projektalapú feladatok és a valós idejű visszacsatolás mind azt a célt szolgálják, hogy a tanulók saját tanulási útjuk aktív alakítóivá váljanak.¹⁸⁵ Különösen hangsúlyos a rugalmas tanulási sorrend, az önellenőrzés lehetősége, valamint a motiváció fenntartásának képessége. A VR-eszközök révén a pedagógus szerepe is átalakul: inkább facilitátor, mentor, mintsem hagyományos oktató. Az adaptív, személyre szabott tanulási utak a védelmi képzésekben is hozzájárulnak a gyorsabb és hatékonyabb kompetenciafejlesztéshez. A fentiek alapján 13 alapelvet azonosítottam és az 5. sz. táblázatban megjelöltem, hogy a VR-alapú képzések mennyiben illeszkedhetnek a modern pedagógiai elvekhez és célokhoz.

Modern pedagógiai törekvés	VR-megfelelés mértéke
1. Spontán szabad tevékenység biztosítása	Teljes mértékben megfelel
2. Nincs együtthaladási kényszer	Részben megfelel
3. Osztálytermi keret elhagyása	Teljes mértékben megfelel
4. Egyidejű visszajelzés igénye	Teljes mértékben megfelel
5. Projektalapú munka, kreatív tevékenység támogatása	Teljes mértékben megfelel
6. Egyéni ütemű tanulás lehetősége	Teljes mértékben megfelel
7. Csoportos kooperáció lehetősége	Részben megfelel
8. Személyre szabott haladási út kialakítása	Teljes mértékben megfelel
9. Tapasztalati tanulás előtérbe helyezése	Teljes mértékben megfelel
10. Érzékszervi észlelés fejlesztése (multiszenzoros környezet)	Teljes mértékben megfelel
11. Belső motiváció fejlesztése	Teljes mértékben megfelel
12. Autonóm problémamegoldás lehetősége	Teljes mértékben megfelel
13. Kritikai gondolkodás fejlesztése	Részben megfelel

5.sz. táblázat: Korszerű pedagógiai törekvések és a VR-megfelelés összefoglalása. Készítette: a szerző.

A fenti táblázat egyértelműen szemlélteti, hogy a VR-alapú képzési rendszerek igen nagy mértékben képesek illeszkedni a modern pedagógiai elvárásokhoz. Különösen

¹⁸⁴ ROGERS 1969

¹⁸⁵ ZIMMERMAN 2002: 64–70

hangsúlyos a tanulói autonómia biztosítása, az önálló munkavégzés támogatása, valamint az azonnali visszacsatolás lehetősége, amely mind hozzájárul a gyorsabb és mélyebb kompetenciafejlődéshez. Bár a teljes mértékű csoportos kooperáció a VR-környezetben jelenleg korlátozottabb, az újabb többfelhasználós rendszerek (pl.: OperatorXR¹⁸⁶) ezen a területen is jelentős előrelépést kínálnak. A VR-alapú tanulási modellek tehát a védelmi képzések megújításának hatékony pedagógiai eszközeivé válhatnak.

Hazai és nemzetközi példák VR-rendszerekre a védelmi területen

A virtuális valóság technológia világszerte egyre meghatározóbb szerepet tölt be a katonai és rendvédelmi képzésben, hiszen lehetővé teszi komplex és veszélyes szituációk kockázatmentes, de valósághű modellezését. A fenti módszertani előnyök a VR-rendszerek spontán terjedését hozták. *Felmerül a kérdés, hogy ezek milyen tanulsággal szolgálhatnak,* ezért megvizsgálom, hogy milyen (a védelmi vagy civil területen fejlesztett) jó példák vannak erre napjainkban és ezeknek mik az előnyei.

A VR-alapú oktatás gyakorlati megvalósítására kiváló példát nyújtanak a hazai fejlesztésű VR-rendszerek is, amelyek között kiemelkedő helyet foglal el a már említett HADIK SST és a GTS. Nemzetközi viszonylatban az Egyesült Államok Légierője által használt SURVIVR rendszer például valós idejű döntéshozatalt, taktikai reagálást és etikai mérlegelést tesz lehetővé a Security Forces egységei számára egy adaptív VR-környezetben.¹⁸⁷ A VirTra által fejlesztett V-300 szimulátor 300 fokos térélményt biztosít, valós felvételeken alapuló interakciókkal és instruktori beavatkozási lehetőséggel, ami különösen hatékony a fegyverhasználati és kommunikációs szituációk gyakorlására.¹⁸⁸ A brit OperatorXR egy moduláris kiképzési platform, amely lehetővé teszi a városi műveleti, határvédelmi vagy katasztrófavédelmi scenáriók testreszabott szimulációját, többfelhasználós együttműködésben.¹⁸⁹

A V-Armed által fejlesztett rendszer több amerikai kormányzati és rendvédelmi intézménynél került bevezetésre, és nagy hangsúlyt fektet a döntéshozatali készségek, stresszreakciók és csapatmunka fejlesztésére.¹⁹⁰ A Brit Királyi Haditengerészet

¹⁸⁶ Az OperatorXR egy 2024-ben piacra lépett fejlesztőcég, amely kifejezetten védelmi és biztonsági szektorok számára kínál immerszív VR-alapú tréningmegoldásokat. Platformjuk valós idejű szimulációkat, adaptív tanulási lehetőségeket és moduláris képzési környezeteket biztosít, támogatva a taktikai készségek fejlesztését decentralizált környezetben is. OperatorXR 2024

¹⁸⁷ SBIR.gov 2023

¹⁸⁸ VirTra 2024

¹⁸⁹ OperatorXR 2024

¹⁹⁰ V-Armed 2024

helikopterszemélyzete VR-alapú vihar-, tengerészeti és mentési szimulációkon keresztül készül fel extrém helyzetekre.¹⁹¹ Az ukrán hadsereg a *Logics PSS VR* rendszerét alkalmazza, amely lehetővé teszi, hogy a katonák életszerű fegyverkezelési és tűzharc helyzeteket gyakoroljanak M2 vagy Stinger típusú eszközökkel – éles lőszer nélkül, mégis magas szintű készségfejlesztéssel.¹⁹² A *King Crow Studios* által fejlesztett B-52 bombázó VR-pilótafülke lehetőséget biztosít az amerikai légierő számára, hogy biztonságosan és hatékonyan oktassák a fedélzeti rendszerek kezelését.¹⁹³ Ezek a rendszerek ugyan eltérőek, de közös jellemzőjük a testreszabhatóság, az LMS-rendszerekhez való illeszkedés, és a tanulói teljesítmény nyomon követhetősége, amely lehetővé teszi az oktatók számára a gyors visszacsatolást és fejlesztést.

A hazai védelmi technológiai innovációkban is egyre hangsúlyosabb szerepet kapnak az alacsony infrastruktúraigényű, moduláris felépítésű és digitálisan integrálható kiképzőeszközök. A fejlesztések célja olyan gyakorlati alkalmazású rendszerek létrehozása, amelyek nemcsak technológiai, hanem oktatásmódszertani szempontból is releváns, adaptálható tanulási környezetet biztosítanak. Kiemelt figyelmet érdemelnek azok a VR-alapú megoldások, amelyek a Simple Smart Tech-elv mentén születtek. Ezzel párhuzamosan a *GTS*¹⁹⁴ egy hazai fejlesztésű VR-alapú lövészeti és taktikai harci szimulátor, amelyet védelmi és rendészeti képzések támogatására fejlesztettek ki. A rendszer célja, hogy életszerű, döntéshelyzetekkel kombinált harci környezetben készítse fel a felhasználókat fegyverhasználatra, reagálási stratégiákra és protokollalapú műveleti helyzetek kezelésére.

A GTS teljes mértékben immerzív (teljes elmerülést biztosító) VR-rendszerként működik, és lehetőséget biztosít egyéni, valamint instruktori által vezérelt csoportos kiképzési formákra. A szimulációk során különféle taktikai helyzeteket – például épületbehatolás, tűzharc, biztosítási feladat – modellez, miközben pontozott visszacsatolást és adaptív nehézségállítást kínál.

A rendszer gamifikált logikával működik, azaz a felhasználók teljesítményét azonnali értékelés, statisztika és hibaanalízis is kíséri. A GTS hazai tesztkörnyezetekben is alkalmazásra került, és folyamatosan fejlesztik a NATO-kompatibilis szabványosítás irányába. A hazai fejlesztések bár technológiai volumenükben nem vetekednek a nemzetközi

¹⁹¹ Wired UK 2023

¹⁹² Business Insider 2023

¹⁹³ King Crow Studios 2024

¹⁹⁴ GTS

óriások – például a *VirTra*,¹⁹⁵ *SURVIVR*¹⁹⁶ vagy *V-Armed*¹⁹⁷ – komplex rendszereivel, de több területen is előnyösebbek, mert könnyen adaptálhatók, lokalizált tartalommal rendelkeznek, és nagy előnyük, hogy kis infrastruktúrával is bevezethetők.

Az említett előnyök, nemzetközi és hazai alkalmazási példák megállapítható, hogy a VR-alapú képzési megoldások már nem kísérleti státuszban vannak, hanem aktívan formálják a katonai és rendvédelmi oktatás jövőjét. A VR-eszközök nemcsak technológiai innovációt jelentenek, hanem pedagógiai szemléletváltást is. A gyakorlatorientált tanulás, az adaptív tartalomszolgáltatás és a valós idejű visszajelzés révén a VR képes valódi kompetenciaalapú képzést biztosítani a védelmi szektorban. A VR digitális tanulási rendszerekbe történő integrálása lehetőséget ad a V-learning modell megvalósítására, amely egyszerre adaptív, hatékony és mérhető. A VR-eszközök pedagógiai célra való alkalmazhatósága nem csupán a technikai kapacitáson múlik. A SkillDict-integráció révén megerősítést nyert, hogy a VR-technológia bevezetésének egyik kulcsa az oktatásmódszertani illesztés és a digitális tananyagstruktúrába való beépítés. A felsorolt példák azt mutatják, hogy a hazai VR-alapú megoldások képesek *alacsony technológiai belépési küszöb mellett is* magas oktatási hatékonyságot biztosítani, amennyiben az integráció pedagógiai és szoftveres szinten is megvalósul. A fejlesztések nyitottsága, moduláris bővíthetősége és a tanulásmenedzsment rendszerekhez való illeszkedés kulcstényezővé vált a hazai védelmi VR-technológiák elterjedésében.

2.3. A VR-eszközök védelmi területen való alkalmazását lehetővé tévő speciális technológiai jellemzők

A VR-technológián alapuló kiképzőeszközök mára túlléptek a demonstrációs célokon, és valós időben modellezhető, interaktív, taktikai döntési helyzetek gyakorlására is alkalmassá váltak. Technológiai szempontból jelentős fejlődésen mentek keresztül, melynek köszönhetően már nemcsak szórakoztatóipari, hanem katonai és rendvédelmi környezetben is eredményesen alkalmazhatók. A pedagógiai szempontú alkalmasság igazolása után, ebben az alfejezetben megvizsgálom *az alkalmasságukat technológiai szempontból*. Ehhez több változót határoztam meg, amelyek a technológiai oldaláról feltétlen fontosak az eredményes

¹⁹⁵ VirTra

¹⁹⁶ SURVIVR rendszer az USAF Security Forces VR-alapú képzési megoldása, amely valós idejű taktikai szimulációkat kínál. Forrás: <https://www.sbir.gov> Letöltve: 2025.04.08.

¹⁹⁷ V-Armed többfelhasználós VR-kiképző rendszert kínál döntéshozatali helyzetek gyakorlására az amerikai rendvédelmi szervek számára. Forrás: <https://www.v-armed.com> Letöltve: 2025.04.08.

alkalmazáshoz, de a használati hajlandósághoz is. Az alábbi szakaszban döntött betűkkel láthatók és a lábjegyzetekben magyarázom is a lényegüket.

A felhasználói jelenlétérzet kialakulását A VR-ban több hardveres és szoftveres komponens együttes működése biztosítja, így a kijelző- és lencserendszertől kezdve a szenzoros követésen és interakciós perifériákon át a belső áramköri egységekig minden elem kulcsszerepet játszik a rendszer hatékonyságában. A vizsgálatok rámutatnak, hogy a jelenleg forgalomban lévő modern VR-headsetek komplex, *több szintű hardverarchitektúrával* rendelkeznek, ahol külön alaplap szolgál a jelfeldolgozásra és külön az audiovizuális kimenet kezelésére.¹⁹⁸ A vizuális komponensek alapját két szemenként elhelyezett, magas felbontású kijelzőpanel adja, jellemzően OLED¹⁹⁹ vagy CLPL²⁰⁰ technológiával. Ezek 90–120 Hz-es frissítéssel működnek, amely képes megelőzni a mozgáselmosódást és csökkenti a kiberbetegség kockázatát. A kijelzők előtt elhelyezett optikai lencsék – például Fresnel vagy pancake típusúak – biztosítják *a torzításmentes, térhatású képet*, amely elengedhetetlen a szituációs realitás megteremtéséhez. A széles látószög (FOV)²⁰¹ – amely a 100–120 fokos tartományban mozog – növeli *a perifériás látást*, ami a taktikai környezetben való eligazodást segíti.

A mozgás- és pozíciókövető rendszerek az IMU²⁰² szenzorokon (gyorsulásmérő, giroszkóp, magnetométer) alapulnak, amelyek lehetővé teszik a hat szabadságfokú (6DoF)²⁰³ mozgásérzékelést. A korszerű headsetek – mint például a HTC Vive Pro Eye – szemkövetést is integrálnak, amely nemcsak az interakciókat teszi gazdagabbá, hanem lehetővé teszi a *foveated rendering* alkalmazását is.

Ez utóbbi technológia a fókuszpontban lévő területeket nagy felbontásban, a perifériát alacsonyabb részletességgel rendereli, ezzel számítási kapacitást takarítva meg.²⁰⁴

A VR-eszközök központi elemei közé tartoznak az *interakciós perifériák*, amelyek között megtalálhatók a kézmozgás-követő kontrollerek, haptikus visszacsatolást biztosító

¹⁹⁸MARLOK 2021: 157–172

¹⁹⁹ OLED (Organic Light-Emitting Diode): Olyan kijelzőtechnológia, amelyben a képpontokat szerves fénykibocsátó anyagok világítják meg külön háttérvilágítás nélkül. Fő előnyei a magas kontrasztarány, gyors válaszidő és vékony kialakítás.

²⁰⁰ CLPL (Custom Low Persistence Liquid): A Pico által fejlesztett kijelzőtechnológia, amely az OLED-hez hasonlóan gyors frissítést és alacsony késleltetést biztosít, kifejezetten VR-alkalmazásokhoz optimalizálva.

²⁰¹ FoV (Field of View): A látómező, amelyet a VR-headset lehetővé tesz. Minél nagyobb a FoV (pl. 100°–120°), annál inkább képes visszaadni az emberi perifériás látást, ami a jelenlétérzethez elengedhetetlen.

²⁰² IMU (Inertial Measurement Unit): Mozgásérzékelő egység, amely gyorsulásmérőből, giroszkópból és gyakran magnetométerből áll. Segítségével követhető a felhasználó fejének és testének térbeli mozgása.

²⁰³ 6DoF (Six Degrees of Freedom): Hat szabadságfokú mozgás, amely lefedi az előre-hátra, oldalirányú, fel-le irányokat, valamint az elfordulást, billenést és forgást. Alapfeltétele az élethű VR-élménynek.

²⁰⁴ HTC Vive Pro Eye specifikáció

markolatok, vagy akár fegyverformájú eszközök. Ezek segítségével valóság-hű lövészeti, taktikai vagy műveleti mozgások modellezhetők, melyeket a felhasználó visszajelzőként is érzékel. A *haptikus visszacsatolás* jelentős szerepet játszik a jelenlétélmény kialakításában, valamint a reflexszerű döntések gyakorlásában, különösen a tűzvezetési vagy közelharc helyzetek során.²⁰⁵ A *működési idő* sem mellékes. A VR headsetek energiaellátását belső akkumulátor biztosítja, amely általában 2–3 órányi működési időt nyújt. A készülékek *súlyelosztása* – különösen a hátul elhelyezett akkumodulok – befolyásolja a komfortérzetet, ez pedig közvetlen hatással van a kiképzés időtartamára és hatékonyságára. A túlmelegedés és az üzemidő korlátozó tényező lehet, ezért a következő generációs fejlesztések célja a hosszabb, *hőmenedzselt működés* biztosítása.²⁰⁶ A *számítástechnikai háttér* gazdag. Két nagy csoportra osztható: a stand-alone rendszerek – mint a Meta Quest 3 – belső processzorral és GPU²⁰⁷-val működnek, míg a professzionális rendszerek – például a Varjo XR-3 – külső báziskomputert igényelnek. Ez utóbbiak akár RTX 4080 szintű GPU-t is használnak a szimulált környezet valós idejű megjelenítésére. A korábbi fejezetekben is bemutatott Marlok-féle elemzés szerint a VR-fejlesztetek belsejében *elválasztott áramköri rétegek* biztosítják a hatékony működést és hőelvezetést, valamint lehetővé teszik a *moduláris frissíthetőséget*.²⁰⁸

A technológiai jellemzők elemzése alapján megállapítható, hogy a VR-alapú kiképzőeszközök nemcsak műszakilag, hanem pedagógiaiilag is képesek kielégíteni a védelmi képzési rendszerek elvárásait. A fenti bemutatott komponensek összehangolt működése kulcsfontosságú a jelenlétérzet kialakulásában és a tanulási hatékonyság biztosításában, ezáltal alátámasztva a létjogosultságát. Ennek ellenére napjainkban van néhány tényező, amely akadályozza a terjedésüket, bevezetésüket, rendszeresítésüket a védelmi területen. Megvizsgálom ezeket!

A VR-indukálta paradigmaváltás feltételei és akadályozó tényezői a védelmi területen

A VR-technológia védelmi célú alkalmazása nemcsak technológiai innováció, hanem *stratégiai és oktatásmódszertani fordulópont* is. A védelmi szféra zárt, hierarchikus működési struktúrája, a szabályozott eljárásrendek és a biztonságorientált szemlélet olyan rendszerszintű

²⁰⁵ MARLOK – TAKÁCS 2024: 5–20

²⁰⁶ *Meta Quest Pro* technikai adatok

²⁰⁷ GPU (Graphics Processing Unit): Grafikus feldolgozóegység, amely felelős a 3D környezetek, textúrák és vizuális effektusok rendereléséért. A nagy felbontású VR-élményhez kiemelkedő teljesítményű GPU szükséges, például NVIDIA RTX sorozat.

²⁰⁸ MARLOK – TAKÁCS 2024: 5–20

kihívásokat támasztanak, amelyek túlmutatnak a technológiai implementáció kérdéskörén. Egy VR-rendszer sikeres integrációjához nem elegendő a hardveres alkalmasság, szükség van *a képzési doktrínák revíziójára, az oktatói szerepkör újraértelmezésére, valamint a szervezeti kultúra adaptív nyitottságára* is. A technológiai bevezetés hatékonysága tehát nagymértékben függ az ökoszisztéma egészétől: a tartalomfejlesztéstől kezdve az értékelési rendszerig, a módszertani tréningeken át az adatbiztonsági protokollokig.

A VR-rendszerek potenciálja a védelmi képzésben több szinten is tetten érhető. Egyik legfontosabb előnyük a *költséghatékonyság*: a hagyományos élőgyakorlatokkal szemben a VR-eszközökkel végzett szimulációk jelentősen csökkentik az anyagfelhasználás, logisztika és személyi jelenlét költségeit. *A technológia biztonsági* előnye sem elhanyagolható: veszélyes vagy pszichésen terhelő szituációk (pl. robbanás, tűzhelyzet) is modellezhetők kontrollált, kockázatmentes környezetben. A VR-platformok emellett *rugalmasságot* is biztosítanak: a scénáriók gyorsan módosíthatók, „újrarahuzalozhatók” vagy lokalizálhatók. A digitális környezet lehetővé teszi az objektív, számszerűsíthető teljesítménymérést, amely adatvezérelt visszajelzést ad az oktatóknak és a tanulóknak egyaránt. Ezek az előnyök összességében megalapozzák a VR stratégiai értékét, különösen a decentralizált, moduláris képzési modellek bevezetésében. Mindemellett a VR bevezetése **számos kihívással is jár**, azaz minden előny ellenére **vannak akadályozó tényezők**. Ilyen lehet, hogy a döntéshozóknak kevés olyan összefoglaló mű áll a rendelkezésükre, amely segít eligazodni a jelenleg piacon lévő eszközök sorában.

A leggyakoribb akadály azonban *a szervezeti ellenállás* lehet, amely különösen jellemző a hierarchikus struktúrákra. A technológia nemcsak új eszközparkot igényel, hanem újfajta oktatási szemléletet is, amelyhez idő és belső elköteleződés szükséges. Az erőforrás-korlátok sem elhanyagolhatók: bár a stand-alone headsetek infrastrukturálisan egyszerűbbek, a kezdeti eszközbeszerzés és tartalomfejlesztés jelentős beruházást kíván. Az oktatók módszertani felkészítése is kulcskérdés: a technikai kompetencia nem elegendő, szükség van a VR-eszközök pedagógiai célú alkalmazásának ismeretére is. Ez gyakran ellenállást indukál az eszközzel szemben. *Az szabályozási aspektusok* – adatvédelem, minősítési követelmények, protokollok – szintén befolyásolhatják a rendszerbe való integráció tempóját és irányát.

A fentiek alapján elmondható, hogy a sikeres bevezetés és elterjesztés érdekében olyan stratégiákra van szükség, amelyek nem csupán az eszközpark telepítésére koncentrálnak, hanem figyelembe veszik az oktatási és szervezeti kontextust is. Ilyen lehet például pilot programok indítása kisebb egységeken belül, ahol alacsony kockázat mellett próbálhatók ki új rendszerek.

Összegzésként megállapítható, hogy a VR-rendszerek bevezetése a védelmi szférában nemcsak technológiai, hanem stratégiai és módszertani fordulatot is jelent. A hazai és nemzetközi példák világítanak rá arra, hogy a siker kulcsa nem a hardver megléte, hanem a tudatos pedagógiai tervezés és a szervezeti integráció képessége, azaz a paradigmaváltás az oktatásban. A VR ilyen formában nemcsak lehetőséget, hanem rendszerszintű megújulást is kínálhat a katonai képzésben. A módszertani *felkészítés támogatására* elengedhetetlenek az oktatói tréningprogramok, ahol nemcsak technikai, hanem didaktikai ismeretek is átadásra kerülnek. A tartalomfejlesztés ösztönzésére érdemes lenne low-code vagy no-code alapú keretrendszereket biztosítani, amelyek lehetővé teszik, hogy nem programozó oktatók is testre szabott scénáriókat hozhassanak létre. A bevezetési eredményességet növelné, ha a VR-platform integrálható a meglévő LMS-rendszerekbe, amilyen például a SkillDict, azaz a tanulói előrehaladás automatikusan nyomon követhető. Erre szolgál konkrét példaként a HADIK SST és SkillDict integrációja, amely egy működőképes hazai modellként szolgál a VR-alapú képzési rendszerek bevezetésére. Ez a példarendszer is igazolja, hogy a VR technológia nemcsak elszigetelt technikai újítás, hanem komplex, pedagógiailag is integrált képzési elem lehet a védelmi struktúrában.

Még egy további aspektust meg kell említeni. Az oktató/kiképző állomány akkor motivált az új dolgok megtanulására, ha tudja, hogy ez nemcsak „divathóbort”, hanem a jövő útja, azaz a felkészülésbe fektetett energiájuk megtérül. Akadályozhatja a motivációjukat, ha nem látják a jövőképet ebben a témában.

Az alábbiakban azonosítom a főbb technológiai jellemzőket, amelyek az elterjedési és alkalmazási hatékonysághoz szükségesek (dőlt betűvel jelölöl a lenti bekezdésben) és megvizsgálom, hogy a jövőben a VR képes lesz-e ezeket biztosítani.

2.4. Jövőbeli trendek és innovációk a védelmi VR technológiában

A VR-technológia fejlődése nem csupán a hardverek teljesítményének növekedésében, hanem a *tanulási modellek újraértelmezésében* is tetten érhető. A védelmi szektor számára különösen fontosak azok az innovációk, amelyek képesek növelni a szimuláció átélését, csökkenteni az erőforrásigényt, valamint lehetővé teszik az adaptív és decentralizált oktatási rendszerek működését. Ehhez a technológia alapkérdés lesz. Az alábbiakban a jelenleg körvonalazódó legjelentősebb technológiai irányokat tekintem át.

A *mesterséges intelligencia* (AI) egyre hangsúlyosabb szerepet kap a VR-alapú képzések területén. Az *AI-alapú NPC-k* (nem játékos karakterek) képesek valós időben

reagálni a felhasználó döntéseire, így dinamikusan változó szimulációs forgatókönyveket hoznak létre. Az ilyen karakterek nemcsak reaktív viselkedéssel, hanem tanuló algoritmusokkal is rendelkezhetnek, amelyek felismerik a felhasználó szokásait, hibáit és ez alapján adaptálják a scénáriókat.²⁰⁹ Ezáltal a VR-képzés nem ismétlődő gyakorlattá, hanem személyre szabott tanulási folyamattá válik, ahol a rendszer visszajelzést és automatikus értékelést is biztosít.²¹⁰ A tanuló fejlődése így valós időben nyomon követhető, és az algoritmus támogatni tudja a célzott kompetenciafejlesztést. A *foveated rendering* technológia és a szemkövetés integrálása további áttörést jelent a VR-élmény vizuális realizmusában. A módszer lényege, hogy a rendszer csak azt a látómezőt rendereli teljes részletességgel, ahová a felhasználó fókuszál – ez jelentős GPU-erőforrást takarít meg, miközben a vizuális élmény nem csorbul.²¹¹ A szemkövetés ezen kívül kutatási és oktatási célokat is szolgálhat, például a célfelismerési viselkedés vagy a döntési prioritások elemzésében.

Védelmi kontextusban különösen hasznos lehet *stresszhelyzetek alatti fókuszminták azonosítása*, vagy a taktikai helyzetekre adott figyelmi reakciók vizsgálata. Az 5G-alapú hálózati rendszerek alkalmazása lehetővé teszi a VR-szimulációk *távoli, szinkronizált futtatását* több résztvevő között. A nagyon alacsony késleltetés és nagy sávszélesség révén valós időben futtathatók többfelhasználós forgatókönyvek különböző földrajzi helyszínek között, ezáltal *decentralizált, hibrid kiképzési formák* valósulhatnak meg.²¹² Ez a tendencia különösen releváns lehet nemzetközi gyakorlatok (pl. NATO-kooperációk) esetében, ahol a közös szimulált tér biztosítja az együttműködési képességek gyakorlását.

A *procedurálisan generált VR-tartalom* új lehetőséget kínál a nagy volumenű, testre szabott gyakorlatok gyors előállítására. Az ilyen algoritmusok képesek a tanuló előzetes teljesítménye, tanulási útvonala vagy preferenciái alapján új scénáriókat generálni, így minden tanuló eltérő, személyre szabott, *dinamikus gyakorlati környezetben* fejlődhet²¹³.

A *szemantikus tananyagszervezés* pedig azt jelenti, hogy a VR-rendszer értelmezni képes a tananyag célját, szerkezetét, és képes automatikusan releváns tartalmat létrehozni – például egy tanórai témához illeszkedő taktikai szimulációt. Ez új dimenziót nyit az adaptív képzésben.

A *többrézkészervi visszacsatolás* – elsősorban haptikus, sőt potenciálisan neuroszenzoros megoldások révén – további mélységet ad a szimulált élménynek. A haptikus

²⁰⁹ ANRADE – TAVARES 2020

²¹⁰ COHEN – WIEK 2023

²¹¹ NVIDIA Developer 2023

²¹² LEE 2022: 115–123

²¹³ GADEPALLY – KEPNER 2020

mellények, kesztyűk és eszközök (pl. visszarúgást imitáló fegyverrendszerek) már ma is elérhetők, és valós érzetek – például lökeshullám, tárgyérintés, térbeli rezgés – közvetítésére alkalmasak. A VR-használat fiziológia hatásai terén több kutatás folyik, a 4. fejezetben én is lefolytatok egyet. Ezek célja a negatív hatások kiküszöbölése. A neuroszenzoros technológiák is fejlődnek, mint például az EEG-alapú figyelemérzékelés, azaz még fejlesztés alatt állnak, de hosszú távon lehetőséget adnak *a tanulói állapot valós idejű monitorozására* és akár adaptív tartalomszabályozásra is.²¹⁴

Összegzésként elmondható, hogy a jövő VR-technológiai nem csupán fejlettebb hardveres és szoftveres megoldásokat kínálnak, hanem új oktatásméleti lehetőségeket is teremtenek. A mesterséges intelligencia, a foveated rendering, a hálózati VR és a szemantikus tartalomgenerálás integrációja stb. révén olyan rendszerek születhetnek, amelyek túlmutatnak a jelenlegi szimulációs logikákon. Ezek a rendszerek nemcsak oktatási segédeszközök, hanem komplex, autonóm tanulásirányító és döntéstámogató platformok is lehetnek, amelyek teljes mértékben illeszkednek a jövő hadseregeinek képzési struktúrájába.

2.5. Műszaki és egészségügyi kihívások és korlátok a védelmi VR alkalmazásokban

Bár a virtuális valóság technológiája az elmúlt évtizedben jelentős fejlődésen ment keresztül, alkalmazása – minden előnye ellenére – a védelmi szférában továbbra is számos *sajátos műszaki és szervezeti kihívással szembesül*. A szektor szigorú biztonsági követelményei, a standardizálási igények és a komplex működési struktúrák miatt a VR-rendszerek integrációja nem kizárólag technikai kérdés, hanem pedagógiai élettani és pszichológiai szempontból is vizsgálatot igényel.

A nehézségek részben a hardveres és szoftveres feltételekhez, részben a felhasználói élmény ergonómiai és neurofiziológiai korlátaival, részben pedig a szervezeti elfogadás és oktatási módszertan hiányosságaihoz köthetők. *A leggyakoribb élettani kihívás* a cybersickness, amely olyan tünetekkel járhat, mint szédülés, hányinger, szemfáradás vagy egyensúlyzavar. Ezek a panaszok főként abból adódnak, hogy az egyensúlyérzékelés és a vizuális élmény nincs szinkronban – például a felhasználó látja, hogy mozog, de a teste nem érzékeli a mozgást.²¹⁵ A katonai kiképzésekben, ahol gyakoriak a gyors kameramozgások, helyzetváltoztatások és célravezetések, a cybersickness hatása fokozottan jelentkezik. Ennek csökkentésére kutatások folynak, három fő megoldás irányvonal rajzolódik ki: egyrészt a

²¹⁴ KROL – FREEMA 2019

²¹⁵ LA VIOLA 2000

hardveres oldal fejlesztése – mint a magas frissítési frekvenciájú kijelzők, stabil szenzorrendszerek és alacsony késleltetésű tracking –, másrészt a szoftveres komfortmódok bevezetése (pl. teleportáció, fókuszált látómező mozgás közben), harmadrészt a fokozatos fiziológiai adaptáció alkalmazása rövidebb expozíciókkal és pihenőidőkkel.²¹⁶

A rendszerintegráció technikai korlátai szintén megnehezítik a VR-eszközök széles körű elterjedését. A stand-alone headsetek korlátozott számítási kapacitása miatt gyakran kompromisszumot kell kötni a grafikai részletesség, a környezet komplexitása és az interakciók számossága között. Emellett kihívást jelenthet a különböző fejlesztési platformok – például Unity és Unreal Engine – közötti kompatibilitás, illetve ezek illesztése a SCORM vagy xAPI-kompatibilis tanulásmenedzsment rendszerekhez (LMS-ekhez).²¹⁷

A védelmi szektorban kritikus szempont *az adatbiztonság is*. A VR-eszközök által gyűjtött felhasználói teljesítményadatok érzékeny információk lehetnek, amelyek tárolása, továbbítása és elemzése csak szigorú protokollok mellett lehetséges. Ezen túlmenően a VR-ben szerzett *kompetenciák hitelesítése* sem mindenhol elfogadott – sok esetben a hagyományos, fizikai gyakorlatok továbbra is elsődlegesnek számítanak a kiképzési rendszerben.

A tartalomfejlesztési kapacitások korlátozottsága a VR-eszközök egyik legjelentősebb szűk keresztmetszete. Egy VR-rendszer önmagában nem képes tanítani: a hatékony képzési implementációhoz célzott tananyag, didaktikailag strukturált forráskönyv és mérhető tanulási eredmények szükségesek.²¹⁸ A pedagógiaiailag releváns tartalom fejlesztése ugyanakkor komplex, több szereplős együttműködést igényel. A HADIK SST rendszer és a SkillDict platform esettanulmánya jól példázza, hogy a hatékony VR-képzési környezet csak akkor jön létre, ha oktatók, szoftverfejlesztők és módszertani szakértők közösen határozzák meg a tanulási célokat, és ezekhez igazítják a szimulációs scénáriókat.²¹⁹

A technológia bevezetését *pszichológiai és intézményi tényezők* is befolyásolják. A VR-élményhez való első találkozás sok esetben okoz bizonytalanságot, frusztrációt vagy kognitív túlterhelést a tanulók részéről. Az oktatók szempontjából szintén jelentős kihívás a módszertani felkészültség hiánya: gyakran nem áll rendelkezésre elegendő ismeret arról, hogyan lehet a VR-t integrálni a tananyagba, hogyan történjen az értékelés vagy hogyan

²¹⁶ REBENITSCH, L., – OWEN, C. (2016): *Review on cybersickness in applications and visual displays*. Virtual Reality. London, UK: Springer,

²¹⁷ NATO ACT (2029): *Advanced Distributed Learning Reference Architecture*. Letöltve: 2024.12.13. <https://www.act.nato.int>

²¹⁸ KOVÁCS Gergely: *HADIK SST VR-alapú rendszer dokumentáció*. Szerző saját fejlesztése, lásd 2.1 sz. Melléklet. Copyright: Kovács Gergely.

²¹⁹ SkillDict Platformismertető. 2024. Letöltve: 2024.12.11.: <https://www.skilldict.com>

kezelhetők az eltérő tanulói reakciók stb. Az intézményi támogatás (időkeret, eszközhasználat, tréningprogramok) hiánya tovább nehezíti a VR-rendszerek bevezetését.

Az élettani hatásokat külön is elemeznünk kell, ha a negatívumokat említjük. A VR-alapú kiképzések terjedésével párhuzamosan egyre nagyobb figyelmet kapnak azok a fiziológiai és pszichológiai reakciók, amelyek az intenzív virtuális terhelés során jelentkezhetnek.

A védelmi képzések jellemzően nagyfokú szenzoros bevonódással, komplex szituációkkal és akár szorongáskeltő környezettel járnak, ezért kiemelten fontos ezek hatásmechanizmusainak feltárása. A cél ebben az alfejezetben nem csupán a kockázatok összegzése, hanem *a megelőző és mitigációs stratégiák bemutatása* is, amelyekkel a VR-alapú képzések testi-lelki következményei csökkenthetők. A leggyakoribb fiziológiai mellékhatás *a cybersickness*.²²⁰ A vizuális és vesztibuláris érzékelés közti eltérés – azaz amikor a szem által látott mozgás nincs szinkronban a belső fül egyensúlyi jeleivel – fokozottan előidézheti ezeket az állapotokat.²²¹ A VR-eszközöket alkalmazó katonai szimulációk, például járművezetés vagy tűzharcmodellek emellett gyakran jelentős *ingerkonfliktussal* járnak. A tünetek rendszerint mérsékelhetők nagy frissítési frekvenciával, jól kalibrált szenzorokkal, illetve rövid, fokozatos expozíciós ciklusokkal.²²²

A VR-eszközök *mentális terhelő hatása* is szintén jelentős. A virtuális tér valóság-hűsége és az élethű szituációk (pl. sebesült ellátása, tűzhelyzet, ellenséges támadás) pszichológiai stresszhatást válthatnak ki, különösen kezdő vagy mentálisan érzékeny felhasználóknál. A szimulált környezet valóságossága miatt a résztvevők nem csupán figyelmi vagy döntéshozatali szinten, hanem emocionálisan is bevonódnak a gyakorlatokba. Ez hosszabb távon kimerüléshez, kognitív túlterheléshez és figyelmi zavarokhoz vezethet,²²³ különösen akkor, ha a VR-tréningek nem modulárisan, hanem hosszú, többszörösen terhelt blokkokban zajlanak.

*A túlzott kognitív terhelés*²²⁴ problémája is felmerül, mely nemcsak stressz formájában jelentkezik, hanem a tanulás hatékonyságának csökkenésében is. A VR-környezetben a felhasználónak egyszerre kell figyelnie vizuális, auditív és mozgásalapú ingerekre, miközben

²²⁰ Cybersickness: a virtuális valóság használata közben kialakuló fiziológiai tünetegyüttes, amelyet az agy vizuális és egyensúlyi rendszerének eltérő információi okoznak. Tünetei közé tartozik a hányinger, szédülés, fejfájás és szemfáradás.

²²¹ REBENITSCH – OWEN 2016

²²² LA VIOLA 2000

²²³ WIEDERHOLD – WIEDERHOLD 2020

²²⁴ Kognitív túlterhelés: az az állapot, amikor a felhasználó információfeldolgozó kapacitása túllépésre kerül, és a tanulási folyamat hatékonysága csökken a párhuzamos ingerek vagy komplex feladatok miatt.

döntéseket hoz és interakcióba lép a szimulált elemekkel. Az agy folyamatos multitasking üzemmódban dolgozik, ami – különösen kevés tapasztalattal rendelkező résztvevők esetén – gyors fáradáshoz és tanulási blokkoltsághoz vezethet.²²⁵ Ennek kezelése megfelelő tanulóstervezéssel, ciklusok közötti pihenőidőkkel és fokozatos nehézségemeléssel lehetséges.

Véleményem szerint *a megelőzés három fő szinten valósítható meg: technológiai, pedagógiai és szervezeti* dimenzióban. *Technológiai* oldalról a magas képfrissítési frekvenciájú kijelzők, alacsony késleltetésű szenzorok és ergonómiailag optimalizált headsetek alkalmazását javaslom. A *pedagógiai* oldal megoldásként a „VR-akklimatizációt” célszerű alkalmazni,²²⁶ azaz a fokozatos bevezetést, valamint a tanulók képességeihez és tapasztalati szintjéhez igazított tartalomszabályozást. A *szervezeti* támogatás is elengedhetetlen: pszichológusok, mentálhigiénés szakemberek, és jól strukturált értékelési rendszerek révén biztosítható, hogy a VR-eszközök használata ne okozzon rejtett túlterhelést vagy kiegészít a kiképzési folyamat során.

Összegzésként elmondható, hogy a VR-eszközök használata – különösen a védelmi szektorban – nem csupán technológiai kérdés, hanem komplex fiziológiai és pszichológiai rendszertervezést is igényel. A cybersickness, a kognitív túlterhelés és a mentális stressz egyaránt valós kockázat, de megfelelő előkészítéssel, technikai optimalizációval és oktatásmódszertani integrációval ezek a hatások minimalizálhatók, melyekre néhány javaslatot tettem. A felhasználói jólét és hosszú távú hatékonyság érdekében a VR-képzéseknek holisztikus módon kell illeszkedniük a védelmi oktatási ökoszisztémába.

Megállapítottam, hogy a VR-technológia védelmi alkalmazásának korlátai elsősorban nem technológiai, hanem pedagógiai, szervezeti és pszichológiai természetűek. A cybersickness, az interoperabilitási problémák, a tartalomhiány, az oktatói kompetenciahiány és a szervezeti ellenállás olyan tényezők, amelyek megfelelő stratégiai eszközökkel jól kezelhetők. A dolgozat. hipotézise – miszerint a VR bevezetésének kulcsa a pedagógiai integrációban és nem egyedül a hardveres fejlesztésben rejlik – ezen a ponton újfent megerősítést nyer.

²²⁵ KROKOS – PLAISANT – VARSHNEY 2019: 225–241

²²⁶ VR-akklimatizáció: pedagógiai folyamat, amely során a tanulók fokozatosan hozzászoknak a virtuális környezethez, így csökkentve a kezdeti fiziológiai és pszichológiai stresszreakciókat.

2.6 Részkövetkeztetések

A 2. fejezetben bemutatott technológiai, oktatási és szervezeti szempontú elemzések alapján ***megállapítható, hogy*** a virtuális valóság (VR) technológia jelentős potenciállal bír a védelmi képzés digitális transzformációjában. A nemzetközi példák – mint a VirTra vagy a SURVIVR rendszerek – mellett különösen hangsúlyosak a hazai fejlesztések, mint a HADIK SST, A GTS szimulátor és SkillDict integráció, amelyek bizonyítják, hogy már ma is létezik olyan infrastruktúra és szakmai kapacitás, amely lehetővé teszi decentralizált, moduláris VR-alapú kiképzések lebonyolítását. Ezek az eszközök – a megfelelő pedagógiai keretbe illesztve – nemcsak költséghatékonyak, hanem adaptív, mérhető és skálázható megoldásokat kínálnak a hazai védelmi szektor számára.

A kutatás során megfogalmazott hipotézisek közül a *H1 és H2* alhipotézis egyértelműen megerősítést nyertek, miszerint a VR-technológia már elérte azt a technikai fejlettségi szintet, amely lehetővé teszi a valósághű, digitális szimulációkat, és e rendszerek beilleszthetők a tanulásmenedzsment platformokba is, például a SkillDict környezetébe. A *H3 alhipotézis* is alátámasztást kapott a hazai SST-alapú rendszerek, mint a HADIK példája révén, amelyek igazolják, hogy a VR-eszközök már tantermi környezetben is bevezethetők. *Azonosítottam* az alkalmazási előnyöket és a technikai és fiziológiai negatívumokat is.

Kiemelten igazolódott a *H4 alhipotézis*, mely szerint a legfőbb kihívás ma már nem a hardveres feltételrendszer hiányossága, hanem a módszertani adaptáció és a didaktikai célú tartalomfejlesztés elmaradása. A VR-eszközök alkalmazása – a hardveres és szoftveres feltételek megléte mellett – akkor válhat a fenntarthatóság részévé, ha a pedagógiai integráció, az oktatók felkészítése és a tanulók akklimatizációja párhuzamosan valósul meg.

Az esettanulmányként vizsgált sajátfejlesztésű HADIK SST rendszer példája is bizonyította, hogy a decentralizált eszközök is képesek valós értéket teremteni, ha azok strukturált digitális platformhoz (pl. LMS) kapcsolódnak, és rendelkeznek értékelési-elemzési modullal is. Kihívás-oldalról nézve a cybersickness, kognitív túlterhelés, illetve mentális terhelés kockázatai megfelelő didaktikai tervezéssel, valamint fokozatosság elvével csökkenthetők.

A jövő technológiai trendjei – mint az 5G-alapú hálózati VR, a mesterséges intelligencia integrációja, vagy a procedurálisan generált scenáriók – új dimenziókat nyitnak a kiképzésekben. Azonban ezek bevezetéséhez nemcsak eszközpark, hanem adaptív oktatási rendszer és módszertani kultúra is szükséges. A VR tehát nem pusztán eszköz, hanem strukturális átalakulás katalizátora a védelmi oktatásban. A továbblépéshez elsősorban az

oktatásmódszertani alkalmazkodás fejlesztésére van szükség. A VR-pedagógia területén elengedhetetlen olyan tanári kompetenciák kialakítása, amelyek biztosítják a tanulási célokhoz illeszkedő scenárió-tervezést, differenciált értékelési módszerek alkalmazását, valamint a reflexióra és visszacsatolásra épülő tanulási ciklusok kidolgozását. Emellett kulcsfontosságú a tartalomfejlesztés decentralizálása: olyan alacsony kódigényű, vizuális eszközök bevezetése szükséges, amelyek révén a kiképzők és oktatók aktív szerepet vállalhatnak a VR-tartalmak létrehozásában, így csökkentve a fejlesztői kapacitásigényt és gyorsítva az adaptációt. Ugyanilyen fontos a felhasználók – különösen a tanulók és oktatók – VR-eszközökhöz való fokozatos hozzászoktatása.

Javaslatok. A fiziológiai és mentális mellékhatások enyhítése érdekében bevezető modulokra, rövid expozíciós szakaszokra, valamint támogató reflektív folyamatokra van szükség. Ez nemcsak az elfogadottságot, hanem a tanulási hatékonyságot is növeli. A sikeres integráció érdekében célszerű szakmai pilot programokat indítani, amelyek lehetővé teszik a VR-alapú rendszerek éles tesztelését alapkiképzési, műszaki vagy felderítő modulokban. Ezek a programok nemcsak módszertani tapasztalatokat generálnak, hanem a tanulási eredmények méréséhez is alapot biztosítanak. Végezetül, a multiplatform integráció kérdése is hangsúlyos szerepet kap.

A VR-technológia csak akkor válik hosszú távon fenntarthatóvá, ha szervesen illeszkedik a meglévő digitális oktatási ökoszisztémába, így például az LMS-platformokhoz, automatikus értékelőrendszerekhez vagy adattárházakhoz. Ezáltal a képzési folyamatok transzparenssé és mérhetővé válnak, miközben az oktatási döntéshozatal számára is értékes adatok állnak rendelkezésre.

Összegzésként tehát megállapítható, hogy a VR-technológia nem csupán új eszközként, hanem új szemléletmódként jelenhet meg a védelmi képzés területén. A decentralizált, adaptív és digitálisan visszacsatolt oktatási rendszerek megteremtése a technológia stratégiai alkalmazását teszi lehetővé, amely hosszú távon akár a rendszeresített, validált képzési modulok részévé is válhat.

3 A VR-SZEMÜVEG HASZNÁLATA SORÁN FELMERÜLŐ ÉRZETEK C. KUTATÁS ALAPVETÉSEI ÉS BEMUTATÁSA

A virtuális valóság (VR) technológiák gyors fejlődése és széles körű elterjedése új távlatokat nyitott a képzések területén is. Ezáltal nemcsak a pedagógiai távlatok nyíltak meg, hanem a környezet terhelésének csökkentését célzó programok részévé is váltak. Kiemelten igaz ez a védelmi szektorban. Az immerzív környezetek ugyanis egyedülálló lehetőséget biztosítanak veszélyes helyzetek biztonságos szimulálására, komplex műveletek korlátlan ismételhetőségére,²²⁷ valamint az oktatási költségek jelentős csökkentésére.²²⁸ A virtuális valóság technológiák térnyerése jelentős hatást gyakorol a védelmi szektor oktatási és képzési folyamataira is.

Az új technológiai megoldások integrálása azonban számos kihívással jár, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a tanulók, felkészülők és oktatók *digitális kompetenciái*²²⁹ eltérőek és gyakran elmaradnak az optimálistól.²³⁰ Fontos lenne ismernünk a digitális kompetencia és a használati hatékonyság közötti összefüggéseket. Emellett a legmodernebb VR-rendszerek használata esetén is megjelenhetnek a korábban már említett *szimulátorbetegség* tünetei, amelyek jelentősen csökkenthetik a felhasználói élményt és a tanulási hatékonyságot, ezért ennek vizsgálata fontos és időszerű, hiszen erre kell majd alapulni a témával kapcsolatos megoldásoknak. A VR-eszközök használatának optimalizálása és a potenciális negatív hatások minimalizálása tudományos megközelítést is igényel, hiszen a VR-alapú eszközök használatának potenciális negatív fizikai és pszichológiai következményei, mint például a szimulátorbetegség, jelenleg nem kellően feltárt területnek számítanak, különösen a védelmi szektorban.

E fejezet célja bemutatni a VR-technológia alkalmazása során jelentkező élettani és pszichológiai reakciók összetett rendszerét, különös figyelmet fordítva a felhasználói élményt befolyásoló tényezőkre és azok hosszú távú (esetleg negatív) hatásaira és ezek alapján javaslatot tenni ezek kiküszöbölésére.

Kutatásom során multidiszciplináris megközelítést alkalmaztam, amelyben ötvöztem az idegélettani, pedagógiai és technológiai szempontokat. Kutattam azokat a biológiai, pszichológiai és környezeti faktorokat, amelyek előrejelzik a negatív tünetek megjelenésének

²²⁷MARLOK 2021: 170

²²⁸MANTOVANI –CASTELNUOVO 2003: 173

²²⁹A digitális kompetenciák olyan készségeket jelentenek, amelyek szükségesek ahhoz, hogy az egyének és a szervezetek hatékonyan használhassák ezeket az eszközöket és technológiákat. Idetartozik az információkezelés, a kommunikáció, a tartalom-létrehozás, a biztonság és a problémamegoldás digitális eszközök segítségével.

²³⁰KOVÁCSNÉ 2009: 295–304

valószínűségét, hogy javaslatot tegyek a káros hatások elkerülésére vagy ha nem lehet, akkor a minimalizálására.

A védelmi szektorban is ismert tény, hogy *a digitális kompetenciák fejlesztése*, a megfelelő módszertani felkészítés, valamint a technológiai és ergonómiai szempontok figyelembevétele jelentősen javíthatja a motiváltságot és a VR-alapú képzések eredményességét, valamint a negatív hatások elkerülését.²³¹ A korábbi fejezetekben bemutatott oktatástervezési elvek és digitális transzformációs stratégiák ebben a kontextusban nyernek gyakorlati jelentőséget, hiszen a technológia csak akkor képes valódi paradigmaváltást hozni, ha alkalmazása során az emberi tényezőket is megfelelően figyelembe vesszük.

Az elemzések során empirikus vizsgálatokat végzek, melyek segítségével a vizsgált összefüggések, mint az életkor, a korábbi tapasztalatok és a tanulási módszerek és hatásaik azonosítása új perspektívát nyithatnak a személyre szabott képzési protokollok kialakításában. Reményeim szerint a fejezetben bemutatott eredmények nemcsak a jelenleg alkalmazott VR-rendszerek hatékonyabb implementációját segíthetik elő, hanem jövőbeli fejlesztési irányokat is mutathatnak a technológia kiválasztása és az alkalmazott módszerek területén.

3.1 A virtuális valóság technológia egészségügyi és pszichológiai hatásainak elméleti háttere, a kutatás alhipotézisei, célja, módszerei

A virtuális valóság technológia az elmúlt évtizedekben jelentős fejlődésen ment keresztül, a kezdeti katonai alkalmazásoktól eljutva a széles körű elérhetőségig a különböző szektorokban. Mint azt az előző fejezetekben igazoltam, a VR-rendszerek olyan mesterségesen létrehozott környezetet biztosítanak, amelyben a felhasználók teljes immerzivitást élhetnek át, vagyis a fizikai környezettől elszakadva egy alternatív, számítógép által generált világban találják magukat. Az ilyen rendszerek jellemzően fejre szerelhető kijelzőket használnak, amelyek a felhasználó látómezejét teljesen kitöltik, és mozgásérzékelők segítségével követik a fej és gyakran a test mozgását is, ezáltal biztosítva a valósághű interakciót a virtuális környezettel. A VR-technológia alkalmazása már számos területen bizonyult hasznosnak, különösen az egészségügyben és az oktatásban. Az orvosi képzésben lehetővé teszi a hallgatók számára például a komplex anatómiai struktúrák és fiziológiai folyamatok jobb megértését és vizualizációját, a sebészeti képzésben pedig a műtéti

²³¹ KOVÁCS 2020: 63; HORNYACSEK– KOVÁCS 2020: 154

technikák kockázatmentes gyakorlását. A rehabilitációban sajátos környezetet biztosít a motoros és kognitív funkciók fejlesztéséhez, míg a pszichoterápiában hatékony eszköznek bizonyult különböző fóbiák és szorongásos zavarok kezelésében. A védelmi szektorban a VR-alapú eszközök forradalmasítják például a rendészeti és a katonai felkészítést,²³² jelentősen hozzájárulva a környezetterhelés csökkentéséhez és a tanulási folyamat felgyorsításához. A titok egyszerű: a VR-technológia lehetővé teszi a veszélyes vagy költséges helyzetek szimulációját anélkül, hogy a résztvevőket tényleges veszélynek vagy a valódi eszközök kopásának tennék ki, ezáltal csökkenti a környezet túlhasználatát és esetleges károsítását is. Emellett a virtuális környezetben a képzési foratókönyvek korlátlanul ismételhetők, és a teljesítmény objektíven mérhető.

A számtalan előnye mellett ugyanakkor a VR-technológia használata számos fizikai és pszichológiai mellékhatással járhat.²³³ A leggyakrabban megfigyelt negatív hatás az előző fejezetben bemutatott úgynevezett szimulátorbetegség vagy *kiberbetegség* (cybersickness), amely a hagyományos mozgásbetegséghez hasonló tünetegyüttest okoz, beleértve a szédülést, hányingert, fejfájást, szemfáradtságot és az egyensúlyvesztés érzését. A szimulátorbetegség kialakulásának okait keresve az egyik legelfogadottabb magyarázat a ***szenzoros konfliktus elmélet***, amely szerint a tünetek akkor jelentkeznek, amikor a vizuális rendszer által észlelt mozgás nem egyezik a vestibuláris rendszer által érzékelt mozgással. A kutatások azt mutatják, hogy a szimulátorbetegség intenzitása egyénenként változó, és számos tényező befolyásolhatja, beleértve az életkort, a nemet, a korábbi VR-tapasztalatot, a mozgásbetegségre való hajlamot, valamint a rendszer technikai jellemzőit, mint például a képfrissítési frekvencia, a késleltetés és a látómező szélessége.²³⁴

A szimulátorbetegség tüneteinek intenzitása és gyakorisága jelentősen befolyásolhatja a VR-technológia elfogadását és használati hajlandóságát, de a tanulási hatékonyságot is, különösen az oktatási és képzési környezetben. A fentiekén túl a VR-használat pszichológiai hatásai közé tartozhat a fokozott kognitív terhelés, a mentális fáradtság, az immerzív élmény által kiváltott stressz vagy szorongás, valamint ritkább esetekben a virtuális és a valós világ közötti határok elhomályosodása.²³⁵ Ezek a hatások különösen fontosak lehetnek a hosszabb ideig tartó VR-használat során, amely napjainkban az oktatási és képzési alkalmazásokra még jellemző.

²³² NÉMETH– VIRÁGH 2021b: 5–6.

²³³ KOURTESIS – PAPADOPOULOU – ROUSSOS 2024: 62–93

²³⁴ POHLMANN – GANG – MCGILL – POLLICK – BREWSTER 2023: 1–12

²³⁵ KOVÁCS 2022: 21

Felmerül a kérdés, hogy mi befolyásolja ezeknek a tüneteknek a kialakulását és az alacsony digitális kompetenciaszint, valamint az életkor hogyan hatnak a VR-alapú tanulásra. További kérdés, hogy technológia fejlődésével eltűntek-e a VR használat kapcsán korábban megfigyelt és előforduló negatív szomatikus és pszichés hatások vagy esetleg még újabbak is azonosíthatóak. A kutatás fő kérdése: Milyen fizikai és pszichológiai hatásai vannak a VR-technológia használatának a védelmi szektor képzési környezetében, és hogyan lehet ezeket a hatásokat mérsékelni a képzés hatékonyságának optimalizálása érdekében? A kérdések alapján kialakítottam a hipotéziseket és kitűztem a kutatási célokat.

A kutatás alhipotézisei és célkitűzései

A 3. fejezetben megfogalmazott alhipotézisek²³⁶ célja, hogy részletezzék a **III. számú hipotézist**, amely szerint a VR-eszközök alkalmazása a védelmi képzések során – megfelelő ergonómiai és pszichológiai protokollok hiányában – fizikai és mentális terhelést okozhat, de ezek a hatások előre jelezhetők és mérsékelhetők a technológiai jellemzők, a felhasználói profilok és az alkalmazott tanulási protokollok közötti összefüggések feltárásával. A négy alhipotézis négy részben vizsgálja a III. sz. hipotézis kulcselemeit: először a felhasználók digitális kompetenciájának és tapasztalatlanságának hatásait vizsgálja (III/1), ezt követően az életkor, a tanulási módszerek és a feladatsorrendiség szerepét (III/2), majd a fizikai és pszichológiai mellékhatások (pl. szimulátorbetegség) előfordulását (III/3), végül pedig a technológiával szembeni kezdeti ellenállás és nyitottság alakulását (III/4). Az alábbi alhipotézisek tehát a III. főhipotézis **részletes, empirikus vizsgálatra alkalmas kifejtései**.

***Alhipotézis 1:** Az alacsony digitális kompetenciaszint negatívan befolyásolja a VR-alapú tanulás hatékonyságát és a felhasználók tapasztalatlansága vagy a hibás felhasználás növelheti a negatív fizikai és pszichológiai hatások előfordulását és intenzitását.*

Ez az alhipotézis azt feltételezi, hogy a digitális eszközhasználati készségek és a technológiai jártasság közvetlenül befolyásolják a virtuális környezetben történő tanulás eredményességét. A digitális kompetenciák nemcsak a technikai kezelhetőséget határozzák meg, hanem a virtuális térben való navigáció, az interakciók és az információfeldolgozás képességét is.

***Alhipotézis 2:** A VR-alapú oktatás hatékonysága összefügg az alkalmazott tanulási módszerekkel, az életkorral és a feladatok végrehajtásának sorrendiségével.* Ez az alhipotézis

²³⁶ Az alhipotézisek a hipotézis tartalmi bontását szolgálják, az értekezés egészére jellemző logika szerint.

azt vizsgálja, hogy a különböző tanulási stratégiák (például a hagyományos oktatás és a VR-alapú gyakorlat különböző sorrendben történő alkalmazása) hogyan befolyásolják a tanulási eredményeket, és hogy az életkor és más egyéni jellemzők milyen mértékben módosítják ezeket a hatásokat.

Alhipotézis 3: *A VR használata során jelentős negatív fizikai és pszichológiai hatások,²³⁷ például szimulátorbetegség, fordulhatnak elő a használók nagy százalékában.*

Ez az alhipotézis a VR-használat során tapasztalt testi és lelki reakciókra összpontosít, különös tekintettel a szimulátorbetegség tüneteire és azok intenzitására, továbbá az egyéni fogékonyság potenciális előrejelzőire.

Alhipotézis 4: *Vélelmezem, hogy a többség idegenkedik a VR-technológiák használatától, de megfelelő felkészítés mellett nyitottabbá válhatnak, különösen munkahelyi környezetben.*

Ez az alhipotézis azt feltételezi, hogy a VR-technológiákkal szembeni ellenállás részben az ismeretlentől való félelemből és a tapasztalat hiányából fakad, és hogy a megfelelő tájékoztatás és felkészítés jelentősen növelheti a használati hajlandóságot.²³⁸

A kutatás elméleti kerete három tételből indul ki: (1) a *technológia-elfogadási modellre*²³⁹ amely magyarázatot ad a technológiai innovációk elfogadására vagy elutasítására; (2) a *kognitív terhelés elméletére*,²⁴⁰ amely segít megérteni, hogyan befolyásolja a VR-környezet a tanulási folyamatokat és (3) a *szenzoros konfliktus elméletre*,²⁴¹ amely a szimulátorbetegség mechanizmusát magyarázza.

A vizsgálat a digitális eszközhasználati szokások elemzésére, a különböző tanulási módszerek hatékonyságának elemzésére épülően, a VR-használat egészségügyi kockázatainak feltárását, valamint a technológiaelfogadást befolyásoló tényezők azonosítását célozza meg annak érdekében, hogy az eredményekre alapulón javaslatot tegyenek a VR-technológia biztonságos és hatékony alkalmazására, a tanulási hatékonyság növelésére.

²³⁷ MCCAULEY – SHARKEY 1992: 314

²³⁸ GOLDING 2016: 371–390

²³⁹ Technológia elfogadási modell (Technology Acceptance Model, TAM): A TAM egy széles körben használt elméleti keret, amely azt vizsgálja, hogy az emberek milyen tényezők alapján fogadnak el vagy utasítanak el egy új technológiai innovációt. DAVIS 1983): 319–340

²⁴⁰ Kognitív terhelés elmélete (Cognitive Load Theory, CLT): A CLT azt vizsgálja, hogy a tanulási folyamat során mekkora mentális terhelés éri a tanulót, és hogyan lehet ezt optimalizálni. SWELLER 1998: 257–285

²⁴¹ Szenzoros konfliktus elmélete (Sensory Conflict Theory): Ez az elmélet magyarázza a szimulátorbetegség (cybersickness) kialakulását. A tünetek (pl. szédülés, hányinger) akkor jelentkeznek, amikor a vizuális, vestibuláris (egyensúlyérzékelő) és proprioceptív (testhelyzetet érzékelő) rendszerek eltérő információkat küldenek az agyba. Például VR-használat során a szem mozgást érzékel a virtuális térben, míg a belső fül nem érzékel gyorsulást, ami zavart okoz az agy számára, így előidézhetheti a kellemetlen tüneteket. REASON – BRAND 1975

3.2 A kutatás főbb lépései, a kérdőív, a kísérleti keret és a minta alakulása

A kutatás során komplex, többlépcsős módszertani megközelítést alkalmaztam, amely ötvözte a kvalitatív és kvantitatív kutatási eszközöket. A vizsgálat alapját a releváns szakirodalom és kapcsolódó dokumentumok szekunder adatelemzése képezte,²⁴² amely lehetővé tette a VR-technológia fizikai és pszichológiai hatásaira vonatkozó korábbi kutatási eredmények²⁴³ szintetizálását jelen kutatásba és a releváns következtetések levonását is.

A kutatási folyamatban a tudomány jelen állásának feltérképezése céljából irodalmi áttekintést végeztem, ezt követően empirikus kutatást folytattam egy kérdőív és a hozzá kapcsolódó kísérletek segítségével és a folyamatot kérdőíves felmérésekkel és interjúval zártam. Ez a megközelítés lehetővé tette a szekunder adatokból nyert eredmények validálását és a felállított hipotézisek tesztelését valós környezetben.²⁴⁴ A kísérletek során a résztvevők egy Oculus Quest VR-szemüveget²⁴⁵ használtak különböző feladatok végrehajtására, míg a kérdőívek a fizikai és pszichológiai reakciókat, valamint a jövőbeli használati szándékot mérték.

Ugyanakkor tudományos önreflexióval fontos megjegyezni, hogy a vizsgálat terjedelmi és módszertani keretei korlátozottak voltak abban a tekintetben, hogy a VR-technológia minden egyes potenciális fizikai, pszichológiai és didaktikai hatását részleteiben feltérképezzük. Fontos megállapítani, hogy a VR-eszközök hosszú távú neurokognitív hatásainak, a mélytanulásra gyakorolt befolyásának, valamint a stressz- és affektív reakciók dinamikájának részletes feltárása meghaladja a tanulmányom kereteit. Ezen aspektusok elemzése további kutatási irányokat jelöl ki, különösen a védelmi célú alkalmazás szempontjából kritikus kompetenciák fejlesztésében és monitorozásában. A következő alfejezetek ennek megfelelően, csak azokkal az empirikusan alátámasztott eredményekkel foglalkoznak, amelyek a kutatás hipotéziseinek közvetlen vizsgálatát célozták. A munka során kötött és jól strukturált kutatási dizájnt alkalmaztam, amely hat fő lépésből állt:

Kutatási dizájn

1 , A téma *konceptualizálása* és *operacionalizálása* keretében a *függő változók* azonosítása és a kérdéscsoportok kidolgozása volt az első lépés. Ebben a fázisban meghatároztam a

²⁴² KÁLLAI 2016: 4–55; MARLOK 2022: 325

²⁴³ NALIVAICO – DAVIS – BLACKMORE – NESBITT 2015: 586; MARLOK 2021: 163; GAVGANI – NESBITT – KEITH – BLACKMORE – NALIVAICO 2017: 45

²⁴⁴ STANNEY – LAWSON – ROKERS – DENNISON – FIDOPASTIS – STOFFREGEN – WEECH – FULVIO 2020

²⁴⁵ Pontos paramétereket lásd később.

kutatás szempontjából releváns függő változókat, mint például a VR-technológia fizikai és pszichológiai hatásai. Ezekhez kapcsolódóan részletes kérdéscsoportokat dolgoztam ki, amelyek lehetővé tették a változók pontos mérését és elemzését. A kérdések és a lehetséges válaszok kialakításánál figyelembe vettem a korábbi kutatások tapasztalatait és a szakirodalomban azonosított kulcsfontosságú szempontokat.

- 2 , *A független változók kiválasztása és a kérdőív validálása* következett. A független változók között szerepeltek a válaszadók demográfiai jellemzői, mint például életkor, munkahely, lakhely, végzettség és digitális kompetenciaszint. Ezek a változók lehetővé tették a különböző csoportok közötti összehasonlítást és az esetleges korrelációk feltárását. A kérdőív megbízhatóságának és érvényességének biztosítása érdekében alapos elemzést végeztem, amely magában foglalta a kérdések érthetőségének, relevanciájának és konzisztenciájának vizsgálatát. Emellett kialakítottam a kísérleti beállítást, figyelembe véve a potenciális zavaró tényezőket és biztosítva a standardizált körülményeket minden résztvevő számára.
- 3 , Újabb szakaszként *a kutatási helyszín és feltételek kialakítása* következett, valamint a minta kiválasztása. A kutatás helyszínül egy 10x10 méteres, zárt és külön erre a célra kialakított területet választottam, amely lehetővé tette a résztvevők szabad mozgását a virtuális térben. A kutatási körülmények kialakításánál figyelembe vettem a VR-technológia használatának speciális követelményeit, beleértve a megfelelő megvilágítást, a biztonságos mozgásteret és a technikai feltételeket. Lásd később. A vizsgálati mintát random módon választottam ki az „Egy a Természettel” Világkiállítás látogatói közül önkéntes alapon.
- 4 , *Ezután a kísérlet végrehajtása és megfigyelés* következett. A kísérlet során a résztvevőknek egy Oculus Quest VR-szemüveg²⁴⁶ segítségével kellett különböző feladatokat végrehajtaniuk egy virtuális erdei környezetben. A feladatok között szerepelt *egy új összeállítás* és használata, *egy golyós fegyver* lőkész állapotba helyezése és egy *előltöltős fegyver* üzembe helyezése (szoftvere: az OWN és a szerző fejlettsége: SF Hunter). A résztvevők tevékenységét részletesen megfigyeltem és rögzítettem a jellemzőket, különös tekintettel a mozgásukra, reakcióikra, a feladatok végrehajtásának sebességére és pontosságára. Ez a megfigyelési fázis értékes kvalitatív adatokat szolgáltatott a VR-használat során tapasztalt viselkedési mintákról és esetleges nehézségekről.

²⁴⁶ Az Oculus Quest II műszaki paraméterei: 1832×1920 pixel felbontású LCD-kijelző, 72 Hz/90Hz frissítési ráta, Qualcomm Snapdragon XR2 chip, háromfokozatú IPD-beállítás (58 mm/63 mm/68 mm), súly: 503 gramm.

5 , *A kérdőív kitöltése és kiegészítő interjúk* szakaszban a kísérlet után minden résztvevő kitöltött egy részletes kérdőívet, amely a VR-használat során tapasztalt fizikai és pszichológiai érzeteket vizsgálta, különös tekintettel a szimulátorbetegség tüneteire. A kérdőív emellett a jövőbeni VR-használati hajlandóságot is mérte, valamint információkat gyűjtött a résztvevők digitális kompetenciáiról és korábbi VR-tapasztalatairól. Néhány esetben kiegészítő interjúkat is készítettem egyes résztvevőkkel, hogy mélyebb betekintést nyerjek a válaszaik mértéke, a tapasztalataikba és motivációikba.

6 , *Az adatok elemzése és következtetések levonása* szakaszban az összegyűjtött kvantitatív adatokat statisztikai módszerekkel elemeztem, beleértve a leíró statisztikákat, korrelációs elemzéseket és többváltozós regressziós modelleket. Az eredményeket grafikonokon és táblázatokban ábrázoltam a könnyebb értelmezhetőség érdekében. A kvalitatív adatokat tematikus elemzésnek vettem alá, azonosítva a kulcsfontosságú témákat és mintázatokat, majd kódoltam azokat. Az elemzés során különös figyelmet fordítottam a hipotézisek tesztelésére és az esetleges váratlan összefüggések feltárására. A kapott eredmények alapján az analógia módszerével következtetéseket vontam le a VR-technológia alkalmazhatóságáról és potenciális hatásairól a védelmi szférában.

Ez a többlépcsős, komplex kutatási módszer lehetővé tette a VR-technológia alkalmazásának átfogó vizsgálatát, figyelembe véve mind a kvantitatív, mind a kvalitatív aspektusokat. Az eredmények nemcsak a hipotézisek tesztelését tették lehetővé, hanem új, korábban nem várt összefüggések feltárását is, hozzájárulva a VR-technológia védelmi szférában történő alkalmazásának mélyebb megértéséhez, valamint az ezzel kapcsolatos döntéstámogatáshoz. A kutatási dizájnt a 6. sz. táblázat mutatja be.

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

6.sz. táblázat: A VR szemüveg használata során felmerült érzetek c. kutatás dizájnja. Készítette: a szerző.

A kutatás során elsődleges célom az volt, hogy azonosítsam azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják a VR-alapú képzés hatékonyságát, ezért mint láthattuk, ezen tényezők meghatározása érdekében először is fel kellett térképeznem a függő és független változókat. A függő változók között szerepeltek a VR technológia alkalmazása során tapasztalt fizikai és pszichológiai hatások, mint például a szimulátorbetegség tünetei, amelyek hányingert, szédülést és egyensúlyvesztést okozhatnak. A független változók között pedig a válaszadók demográfiai jellemzői, például életkoruk, munkahelyük, lakhelyük, végzettségük és digitális kompetenciaszintjük szerepeltek, mivel ezek a tényezők alapvetően befolyásolhatják a VR technológia hatékonyságát és a felhasználói élményt.

A kísérlet lefolytatásakor figyelembe vettem a hazai és nemzetközi kutatások vonatkozó eredményeit és eljárásrendjeit, valamint a VR-eszközök gyártói által javasolt megoldásokat is. Így biztosítottam, hogy a kísérlet tudományos alapossággal és a releváns kutatási irányelveknek megfelelően kerüljön végrehajtásra. A kutatás elsődleges empirikus része *egy kísérletből* állt, amely során a résztvevőknek egy Oculus Quest VR-szemüveggel kellett különböző feladatokat végrehajtaniuk. A résztvevők random módon kerültek kiválasztásra az „Egy a Természettel” Világkiállítás önként jelentkező látogatói közül. A feladatok elvégzését követően a résztvevők egy *kérdőívet töltöttek ki*, amely három fő kérdéscsoportra oszlott.

A kérdőív bemutatása (lásd 3.1. sz. melléklet)

A kérdőívben tematikus kérdéscsoportokat alakítottam ki. *Az első kérdéscsoport* a személyes információkra és az általános digitális eszköz-használatra vonatkozott, annak érdekében, hogy felmérjem a résztvevők digitális kompetenciaszintjét és technológiai affinitását. *A második kérdéscsoport* a VR-szemüveg használata közben tapasztalt érzeteket vizsgálta, különös figyelmet fordítva a fizikai hatásokra, mint például a szédülésre, hányingerre és egyéb, a szimulátorbetegségekre utaló tünetekre.²⁴⁷ E kérdések célja az volt, hogy azonosítsam a VR-eszközök használata során fellépő potenciális negatív mellékhatásokat, amelyek rontják a felhasználói élményt és csökkenthetik a tanulási hatékonyságot. *A harmadik kérdéscsoport* a résztvevők jövőbeni VR-használati hajlandóságát mérte, különös tekintettel arra, hogy mennyire lennének nyitottak a VR technológia alkalmazására a munkahelyi környezetben vagy a képzések során.

²⁴⁷ KOVÁCS 2020: 63; HORNYACSEK – KOVÁCS 2020: 154

A kérdőív, mint mérőeszköz nagyrészt feleletválasztós kérdéseket tartalmazott, amelyek értékeléséhez Microsoft Excel adattáblát használtam. A kérdéssort a kísérlet után a helyszínen kellett kitölteniük a résztvevőknek, biztosítva ezzel a válaszok hitelességét és közvetlenségét. A kérdőív emellett kiegészült néhány extra feladattal is, amelyek során a résztvevőknek rangsorolniuk kellett, hogy a VR használata alatt mely tevékenységek okozták számukra a legnagyobb nehézséget. Ezen feladatok között szerepelt például a fállábon állás, az orr megérintése, a járás, a guggolás, a fej mozgatása és az egyensúlyozás. Ezek a feladatok lehetőséget adtak arra, hogy pontosabb képet kapjak a VR-eszközök használata közben fellépő fizikai kihívásokról.

A kísérleti minta tagjai közül egy 25 fős **fókuszcsoporthos interjú-vizsgálatot** is lefolytattam, amely során részletesebben elemeztem a VR-használat közbeni viselkedést és teljesítményt. Ez az extra vizsgálat különösen fontos volt annak érdekében, hogy mélyebben megértsük, milyen tényezők befolyásolják a VR-eszközök hatékonyságát és hogyan lehet ezeket a technológiákat a leghatékonyabban alkalmazni a védelmi képzésben. Ezen fókuszcsoport eredményeinek bemutatása egy következő tanulmányban kerül majd sorra, ahol részletesen elemzem a kapott adatokat és levont következtetéseket.

Kísérleti keret, kutatási körülmények és a feladatok

A kísérlet helyszínét gondosan megtervezett környezetben, egy 10x10 méteres, zárt térben alakítottuk ki, amely lehetővé tette a résztvevők számára a szabad mozgást egy virtuális erdei környezetben. A helyszín kiválasztása és berendezése során figyelembe vettem a VR-technológia által megkövetelt térbeli és biztonsági előírásokat, biztosítva ezzel, hogy a résztvevők fizikai aktivitása és mozgáskoordinációja akadálytalanul megvalósulhasson. A kísérlet megkezdése előtt minden résztvevő részletes és egységes tájékoztatást kapott a kutatás céljáról, valamint az Oculus Quest II VR-szemüveg használatáról és a vizsgálat során elvárt feladatokról. A kísérlet három különböző, egymásra épülő és fokozatosan nehezedő feladatból állt, amelyek a résztvevők kognitív és motoros képességeit is próbára tették.

Az első feladat során a résztvevőknek *egy íjat kellett üzembe helyezniük (A)* és célzott lövést leadniuk. A második feladat során *egy golyós fegyvert (B)* kellett „lőkészállapotba” hozni és célzott lövést végrehajtani. A harmadik feladat pedig *egy elöltöltős fegyver (C)* üzembe helyezését és lövés leadását foglalta magában. A feladatok végrehajtása során mértük az elvégzéshez szükséges időt, amely a tanulási folyamat hatékonyságát és sebességét hivatott

értékelni. Első lépés volt azonosítani, hogy a feladat sorrendiségének milyen hatása van a végrehajtásra és az eredményességre.

A résztvevőket két csoportra osztottuk, hogy a feladatok sorrendiségének hatását a teljesítményre mérni tudjuk. Az első csoport a feladatokat *fokozatosan nehezedő sorrendben* (A-B-C) hajtotta végre, míg a második csoport *fordított sorrendben* kezdte a feladatokat, a legnehezebb feladattal indítva, a könnyebb felé haladva (C-A-B). Ennek célja az volt, hogy megvizsgáljuk, hogyan befolyásolja a feladatok összetettsége és a végrehajtás sorrendje a felhasználók tanulási görbéjét, valamint a teljesítményüket. A kísérlet során a fegyverösszeállítás idejét, helyességét és a lövés pontosságát rögzítettük, hogy átfogó képet kapjunk a résztvevők teljesítményéről. A fizikai és pszichológiai reakciók értékelésére már validált, standardizált kérdőíveket használtunk, amelyek részben a korábbi kutatásokban kialakított VRSQ (Virtual Reality Sickness Questionnaire)²⁴⁸ és SSQ²⁴⁹ (Simulator Sickness Questionnaire) kérdéssorozatokból származtak. Ennek segítségével különböző klaszterekbe soroltam a szimulátorbetegség tüneteit, így például a hányingert (SSQ-H), a dezorientációt (SSQ-D) és a szemmozgással kapcsolatos problémákat (SSQ-O). Ezek az adatpontok lehetőséget adtak a VR-technológia használatának negatív hatásainak pontosabb feltérképezésére. Emellett a kísérlet során figyelembe vettem a résztvevők szóbeli visszajelzéseit is, különös tekintettel azokra a fizikai érzetekre és tünetekre, amelyeket a korábbi kutatások kevésbé vizsgáltak. Ilyenek voltak például a fáradt kéz, nyakfájás, remegő láb, fájó derék, fáradt csukló vagy fejfájás. Ezek az újonnan azonosított tünetek fontos szerepet játszanak a VR technológia egészségügyi kockázatainak átfogóbb megértésében, és alapul szolgálhatnak a jövőbeni kutatásokhoz a technológia biztonságosabb és hatékonyabb alkalmazása érdekében.

A kísérleti minta kiválasztása, rétegzése és jellemzői

A vizsgálatban 326 felnőtt egyén vett részt random kiválasztással,²⁵⁰ *nemüket tekintve* közel egyenlő arányban nők (47%) és férfiak (53%). A résztvevőkre öt *korcsoportot* azonosítottam, ezzel lehetővé téve az életkori sajátosságok elemzését. A legnagyobb arányt a mintában 31-

²⁴⁸ KIM – PARK – CHOI 2018: 69

²⁴⁹ SSQ-kategóriák: 1 – Hányinger, 2 – Általános rossz közérzet, 3 – Gyomorforgás, 4 – Izzadás, 5 – Fokozott nyáleválasztás, 6 – Szédülés, 7 – Fülzúgás, 8 – Koncentrációs nehézség, 9 – Fókuszálási nehézség, 10 – Szemfáradtság, 11 – Fáradtság, 12 – Fejfájás, 13 – Homályos látás, 14 – Szédülés (csukott szemmel), 15 – Teltségérzet.

²⁵⁰ A kísérlet megkezdése előtt írásbeli beleegyezést kértünk. A minta nagyságát hasonló kísérleti eljárások alapján az analógia módszerével becsültük. A neurológiai, pszichiátriai betegségben, vestibuláris vagy hallási rendellenességben szenvedők részvételét saját felelősségre engedjük.

40 évesek képviselték (28%), őket követték a 24-30 évesek (25%), majd a 18-23 évesek (20%) és a 41-60 évesek (19%). A legkisebb csoportot a 60 év feletti alkották (7%). A minta további rétegzése demográfiai jellemzők alapján történt. *A lakóhely szerinti megoszlás* azt mutatta, hogy a résztvevők többsége városi környezetből érkezett, 44% városból, 35% a fővárosból, míg 21% vidéki településekről. Ez lehetőséget adott a városi és vidéki lakosok közötti esetleges különbségek feltárására is. *A foglalkoztatási státusz* tekintetében a minta változatos képet mutatott. Az alkalmazottak tették ki a legnagyobb csoportot (47%), őket követték a tanulók (39%). Kisebb arányban voltak jelen vezetők (6%) és nyugdíjasok (8%). Ez a sokszínűség értékes betekintést nyújtott a különböző szakmai háttérű egyének VR-használati szokásaiba. *A jövedelmi helyzetet tekintve* a résztvevők többsége (71%) a magasabb jövedelmi kategóriába tartozott, míg 29% alacsonyabb jövedelemmel rendelkezett. Ez az adat segített feltárni a gazdasági tényezők és a digitális kompetencia közötti lehetséges összefüggéseket. A kutatás során felmértük a résztvevők digitális jártasságát, különös tekintettel a VR és egyéb digitális eszközök használatára. Vizsgálatra került továbbá a látáskorrekciós eszközök (szemüveg, kontaktlencse) használata is, mivel ezek befolyásolhatják a VR-élményt. Ez a sokrétű mintavétel és adatgyűjtés lehetővé tette a VR-technológia alkalmazhatóságának és hatékonyságának átfogó elemzését különböző demográfiai és társadalmi-gazdasági csoportokban, megalapozva ezzel a célzott fejlesztési javaslatokat.

A kutatásban alkalmazott *mérőeszközök és adatrögzítési módszerek* alapos tervezésen alapultak, hogy biztosítsák a gyűjtött adatok pontosságát és megbízhatóságát. A kísérletben részt vevő 326 fő mindegyikével egy *standardizált kérdőívet* töltettünk ki, amely három fő kérdéscsoportra oszlott: demográfiai adatok, a VR-szemüveg használata közben szerzett élmények, valamint a jövőbeni használati hajlandóság. A kérdőíveket nyomtatott formában, összetűzve kapták meg a résztvevők, akik tollal töltötték ki azokat a kísérleti helyszínen. Az adatrögzítés során nem volt időkorlát, ami lehetővé tette, hogy a résztvevők alaposan átgondolják válaszaikat, és szükség esetén segítséget kapjanak a kutatási asszisztensektől a kérdések értelmezéséhez. A kérdőívek mellett a kísérlet során használt mérőeszközök is kulcsfontosságú szerepet játszottak az adatrögzítésben. Ezek a résztvevők fizikai és pszichológiai reakcióinak megfigyelésére a kutató asszisztensek kérdésekkel irányították a kiemelt, 25 fős fókuszcsoportot, azaz valós idejű adatokat gyűjtöttek. Az adatrögzítés folyamán minden résztvevő a kísérlet befejezése után nyújtotta be kitöltött kérdőívét a kutató asszisztenseknek, akik ezeket rendszerezték és előkészítették a további elemzésre. Az adatok feldolgozása és elemzése során figyelembe vettem a kérdésekre adott válaszok sokszínűségét,

valamint a kérdőívek kitöltésének körülményeit, biztosítva ezzel, hogy a kapott eredmények megbízható alapot nyújtsanak a következtetések levonásához és a javaslatok megfogalmazásához.

3.3. A kutatás eredményeinek bemutatása

A kutatás célkitűzései és módszertani megalapozása után elengedhetetlen, hogy a VR-alapú oktatási rendszer alkalmazásával összefüggő empirikus eredményeket komplex módon értelmezzük. A vizsgálat eredményeinek bemutatását számtalan szempontból meg lehetne tenni, az értekezés terjedelme azonban ezt nem teszi lehetővé, ezért a bemutatást a tanulásra ható tényezők, a pszichés és fizikai érzetek elemzésére fókuszálom.

Az alábbiakban az adatok alapján bemutatom a VR-szemüveg használata során jelentkező hatékonysági, élettani és pszichológiai tényezőket, a tanulási sorrendiség, az életkori sajátosságok relációjában. Az adatok elemzésekor nemcsak a teljesítményre vonatkozó mutatókat elemeztem, hanem azokat a szubjektív visszajelzéseket is, amelyek feltárják a VR-technológia használatának egészségügyi és pszichés aspektusait. A vizsgálati adatok alapján értékeltem a különböző korosztályok és digitális kompetenciaszintek-szerinti eltéréseket is, valamint a technológiaelfogadást befolyásoló pszichológiai faktorokat.

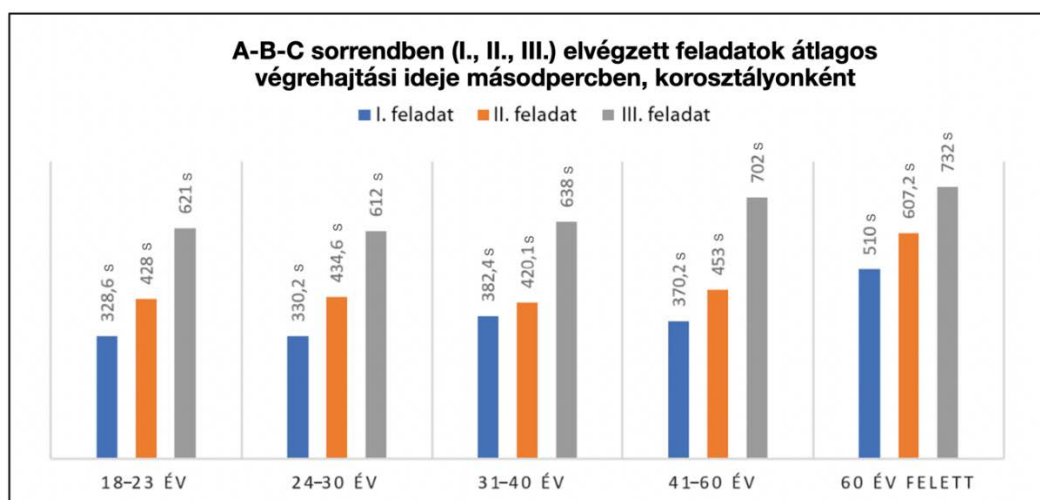
Az elemzéseimben elsősorban a közvetlenül mérhető *tanulási teljesítmény*, az általános közérzetet befolyásoló *tünetek* és a *felhasználói élmény* objektív és szubjektív tényezői kerültek fókuszba. Az alábbiakban elsőként a feladatok végrehajtási sorrendje és a minta tanulási teljesítménye közötti kapcsolatot mutatom be a mintában, majd a szimulátorbetegség előfordulását és annak intenzitását a résztvevők körében. Ezt követően a korosztályi különbségek és a digitális kompetencia szintjének hatásai, valamint a VR-használattal összefüggő egészségügyi mellékhatások és használati hajlandóság elemzésére kerül sor.

A VR-alapú tanulási feladatok hatékonyságára ható tényezők elemzése

A vizsgálat során a felhasználók három különböző nehézségű és összetettségű VR-alapú tanulási feladatot hajtottak végre, az “A” feladat egy íj használata volt célzott lövéssel 2 lépésben, a “B” feladat egy golyós fegyver „lőkészállapotba” hozása és célzott lövés leadása volt 5 lépésben, a “C” feladat pedig 8 lépésben egy elöltöltős fegyver üzembe helyezése és célzott lövés leadása volt. *A tanulási feladatok végrehajtásának sorrendje* jelentős hatással volt a teljesítményre, különösen, ha figyelembe vesszük *az életkori különbségeket is*. A vizsgálatban résztvevő 326 fő közül 152 fő az A–B–C sorrendet követte (3.sz. ábra), azaz az

egyre összetettebb feladatokat az egyszerűtől kezdve, lineárisan haladva teljesítette. Az első, legegyszerűbb feladat esetében a leggyorsabb teljesítményt a 24–30 éves résztvevők produkálták, akik átlagosan 330,2 másodperc alatt végeztek. Ezzel szemben a 60 év felettiek jelentősen hosszabb idő, 510 másodperc alatt tudták teljesíteni ugyanezt a feladatot.

A második feladatnál a 31–40 éves csoport teljesített leggyorsabban (átlag: 420,1 mp), míg a legidősebb korosztály ebben az esetben is a leglassabbnak bizonyult, 607,2 másodperces átlagidővel. A harmadik feladat minden csoport számára magasabb átlagos időt eredményezett, ami a nehézségi fokozat növekedésével hozható összefüggésbe. Ismét a 24–30 éves korcsoport teljesített legjobban (612 mp), míg a 60 év felettiek átlaga 732 másodpercre emelkedett. Érdekesség, hogy a 18–23 és a 24–30 éves korosztály hasonló időeredményeket ért el az első és harmadik feladatnál, míg a 31–40 évesek különösen jól szerepeltek a második, közepes nehézségű feladatnál. A 41–60 éves csoport eredményei kiegyensúlyozottnak mutatkoztak, azonban a harmadik feladat esetében itt is megfigyelhető volt az időigény növekedése, ami arra utalhat, hogy ez a korosztály kevésbé tudott alkalmazkodni a komplexitás fokozódásához.

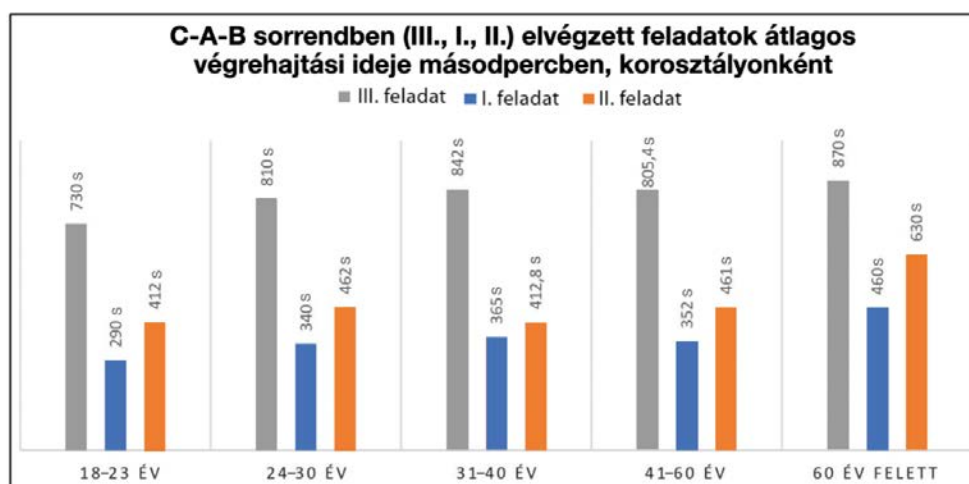


1. ábra: A-B-C sorrendben (I., II., III.) elvégzett feladatok átlagos végrehajtási ideje másodpercben, korosztályonként. Készítette: a szerző.

A másik, 174 főből álló csoport a C–A–B sorrend szerint hajtotta végre a feladatokat (4. sz. ábra), kezdve a legnehezebb feladattal, majd másodikként a legkönnyebb, harmadikként pedig a közepesen nehéz feladatot hajtották végre. Az elemzést az előző bekezdés sorrendjében végzem, ebben a sorrendben az „A” feladatot a 18–23 évesek teljesítették a leggyorsabban, 290 másodperc alatt, míg a 60 év felettieknek ugyanez a feladat 460

másodpercbe telt. A „B” feladat esetében is a legfiatalabb korosztály produkálta a legalacsonyabb átlagidőt (412 mp), míg az idősebbeknél ez az érték elérte a 630 másodpercet. A harmadik feladatnál minden vizsgált csoport esetében jelentős időnövekedés volt tapasztalható. A 18–23 évesek itt is a leggyorsabbak maradtak (730 mp), míg a 60 év felettiak teljesítménye 870 másodperces átlagot mutatott. A 31–40 éves csoport teljesítménye a harmadik feladatnál különösen gyenge volt (842 mp), annak ellenére, hogy a könnyebb és közepesen nehéz feladatnál jól szerepeltek.

Az eredmények összesítése alapján elmondható, hogy a fiatalabb korcsoportok összességében gyorsabban és hatékonyabban hajtották végre a feladatokat, függetlenül a sorrendtől. Az idősebb résztvevők minden esetben hosszabb idő alatt teljesítették a feladatokat, különösen a legösszetettebb harmadik feladat esetében. Bár pontos statisztikai adat nem áll rendelkezésre, a megfigyelések és a fókusz csoportos beszélgetések alapján elmondható, hogy a 60 év feletti résztvevők kevesebb, de pontosabb lövést adtak le, vagyis inkább a precizitásra, mintsem a gyorsaságra törekedtek vagy voltak képesek.



4.sz. ábra: C-A-B sorrendben (III., I., II.) elvégzett feladatok átlagos végrehajtási ideje másodpercben, korosztályonként.

Készítette: a szerző

A teljesítmény szempontjából az A–B–C sorrend kedvezőbb eredményeket hozott (lásd 7.sz. táblázat), különösen az idősebb résztvevők esetében. *Az egymásra épülő nehézségi szint* lehetőséget biztosított a fokozatos adaptációra, amely jelentős mértékben javította a végrehajtási időket, különösen a harmadik feladatnál. A 60 év feletti korcsoport például az A–B–C sorrendben 732 másodperc alatt végezte el a harmadik feladatot, míg ugyanezen feladat fordított sorrendben – amikor az volt az első – 870 másodpercet vett igénybe. Hasonló tendencia volt megfigyelhető a többi korcsoport esetében is.

Feladat / Sorrend	18–23 év (mp)	24–30 év (mp)	41–60 év (mp)	60+ év (mp)
ABC - 1. feladat	342 s	330.2 s	400 s	510.0 s
ABC - 2. feladat	460 s	440.0 s	470 s	607.2 s
ABC - 3. feladat	730 s	612.0 s	690 s	732.0 s
CAB - 1. feladat	290 s	310.0 s	380 s	460.0 s
CAB - 2. feladat	412 s	430.0 s	500 s	630.0 s
CAB - 3. feladat	730 s	740.0 s	780 s	870.0 s

7.sz. táblázat: Feladatsorrend. Készítette: szerző.

Összegezve kijelenthető, hogy a feladatok logikai sorrendje, valamint azok nehézségi foka jelentős befolyással bír a tanulási hatékonyságra és eredményességre. Az egymásra épülő feladatvégrehajtás segítette a mentális és motoros rutin kialakulását, amely különösen az idősebb résztvevők teljesítményét javította. Mindez arra utal, hogy a VR-alapú képzések hatékonyságát érdemes olyan didaktikai elvekre építeni, amelyek figyelembe veszik a feladat nehézségénél fokozatosság elvét, különösen akkor, ha cél a különböző életkori csoportok bevonása és hosszú távú integrálása a védelmi célú oktatásba, illetve ezek közös tevékenykedtetése.

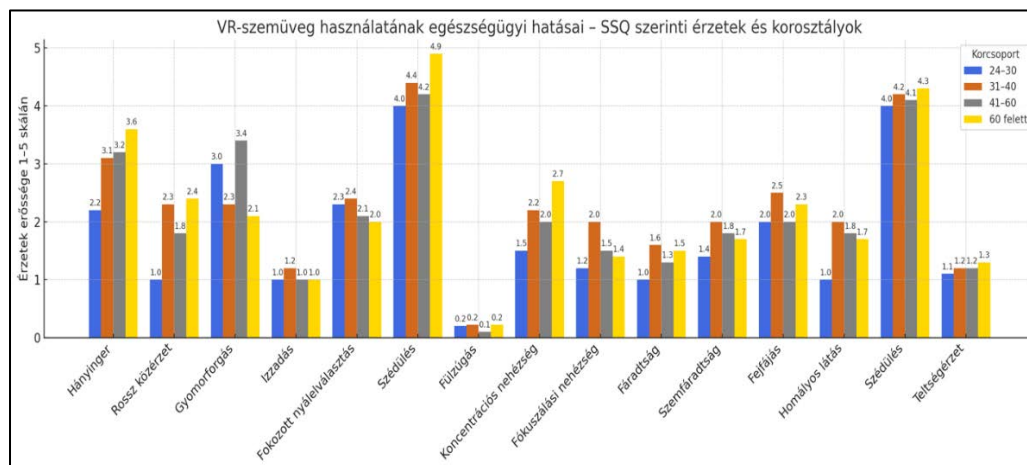
A negatív fizikai és pszichológiai érzetek előfordulása

A vizsgálat egyik hangsúlyos további célja az volt, hogy feltárja a virtuális valóság alkalmazása során jelentkező fiziológiai és pszichológiai hatásokat,²⁵¹ különös tekintettel a szimulátorbetegség (cybersickness) jelenségére, de emellett a tartós eszközhasználatból eredő mozgásszervi terhelésre is. Elsőként a már bemutatott SSQ (Simulator Sickness Questionnaire) alapján készített strukturált kérdéssor segítségével történt az észlelt tünetek regisztrálása, majd ezt követően mintegy pluszként, került sor a csont- és izomrendszer működését érintő tapasztalatok értékelésére.

A pszichés hatásokat és a fizikai érzeteket az SSQ-skálára (Kérdések 3/1.sz. melléklet) vonatkozó válaszok alapján elemezve elmondható, hogy a 326 fős minta túlnyomó többsége nem jelzett semmiféle negatív fizikai vagy pszichés hatást a VR-eszköz használata közben. Ezek többségénél megfigyelhető volt, hogy szabályos fejtartással alkalmazták az eszközt és a kéztartásuk nem volt merev. Mindössze 41 fő, vagyis a résztvevők körülbelül 12,5 százaléka számolt be kellemetlen élményekről. Az életkor szerinti bontásban vizsgálva a teljes mintát az láttam, hogy a legfiatalabb, 18–23 éves korosztályban egyetlen válaszadó sem jelezte

²⁵¹ TRELEAVEN et al. 2015: 267–275; JACQUELINE – MOHAN – ROKERS 2021: 1–11

negatív tünet jelenlétét. Ezzel szemben a 24–30 éves korcsoport 16 százalékánál, a 31–40 éveseknél 13 százalékánál, a 41–60 éveseknél 17 százalékánál, míg a 60 év felettiek esetében 21 százalékánál regisztráltunk valamilyen mértékű tünetet.



5.sz. ábra: VR-szemüveg használatának lehetséges egészségügyi hatásai: Az SSQ kérdésekre adott pontok átlaga korosztályok szerint. Készítette: a szerző.

Jól látható, hogy a hányinger, a rossz közérzet, a szédülés a fáradtság, a szemfáradtság és a szemfájás, de a szédülés is a 60 felettieket érintette jobban (lásd 5. sz. ábra). A tüneti jelentkezés korosztályi megoszlása tehát azt mutatja, hogy bár a panaszok előfordulása alacsony, az életkor emelkedésével enyhe emelkedés figyelhető meg a jelentett diszkomfortérzetek gyakoriságában. A kvalitatív és kvantitatív adatok szintézise alapján azonosítható volt, hogy a hányinger, a gyomorforgás, a szédülés és a koncentrációs nehézségek jelentették a leggyakrabban előforduló panaszokat. Az ezekhez kapcsolódó skálaértékek korosztályonkénti megoszlása némi eltérést mutatott: a 24–30 évesek körében például a szédülés átlagosan négyes értéket ért el az ötfokozatú skálán, míg a gyomorforgás három, a hányinger 2,2 értéket mutatott. A 31–40 éves korcsoportnál ezek az értékek enyhén magasabbak voltak, a szédülés 4,4, a hányinger 3,1, a rossz közérzet 2,3, és a gyomorforgás 2,3 pontot ért el. Ugyanezen korcsoportban figyelhető meg először az, hogy a koncentrációs nehézségek, a fejfájás és a szemfáradtság már hangsúlyosabban jelentkeztek. A 41–60 éves résztvevőknél a hányinger értéke 3,2, a gyomorforgásé 3,4, míg a szédülése 4,2 volt. A legidősebb korosztály, vagyis a 60 év felettiek esetében a szédülés értéke 4,9-re emelkedett, míg a hányinger 3,6, a koncentrációs zavar 2,7, a rossz közérzet 2,4 ponton állt meg. Az intenzív tüneti percepció tehát különösen ennél a csoportnál vált dominánssá, noha a panaszt érzékelők aránya nem volt kiemelkedően magas. A kvalitatív interjúk során a 31–40 éves csoport több tagja kiemelte, hogy az intenzív feladatvégzési motiváció – a minél gyorsabb

végrehajtásra való törekvés – szoros összefüggést mutathatott a fokozott tünetészlelés gyakoriságával és intenzitásával. Ez arra utalhat, hogy nem kizárólag az életkor vagy a technológiai kompetencia, hanem a feladatokkal kapcsolatos belső és külső elvárások és pszichés nyomás is szerepet játszhatnak a negatív fizikai reakciók kialakulásában. Ezen felül a vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a résztvevők által megélt fizikai és pszichológiai terhelés alacsonynak tekinthető. A legmagasabb skálaértékek (pl. szédülés, hányinger) is jellemzően csak a 60 év feletti korosztályban volt magas érték, míg a fiatalabb csoportok többsége egyáltalán nem vagy alig tapasztalt negatív tünetet. A panaszokat jelzők aránya – különösen a 18–30 év közöttiekénél – a nemzetközi átlag alatt maradt. Ez a tendencia arra utal, hogy a vizsgálatban alkalmazott VR-eszközök, valamint a fokozatos terhelés jelentősen hozzájárult a cybersickness tüneteinek csökkentéséhez, így az eredmények kedvezőbb képet mutatnak például a 2010-es évek elején mért értékekhez képest.²⁵²

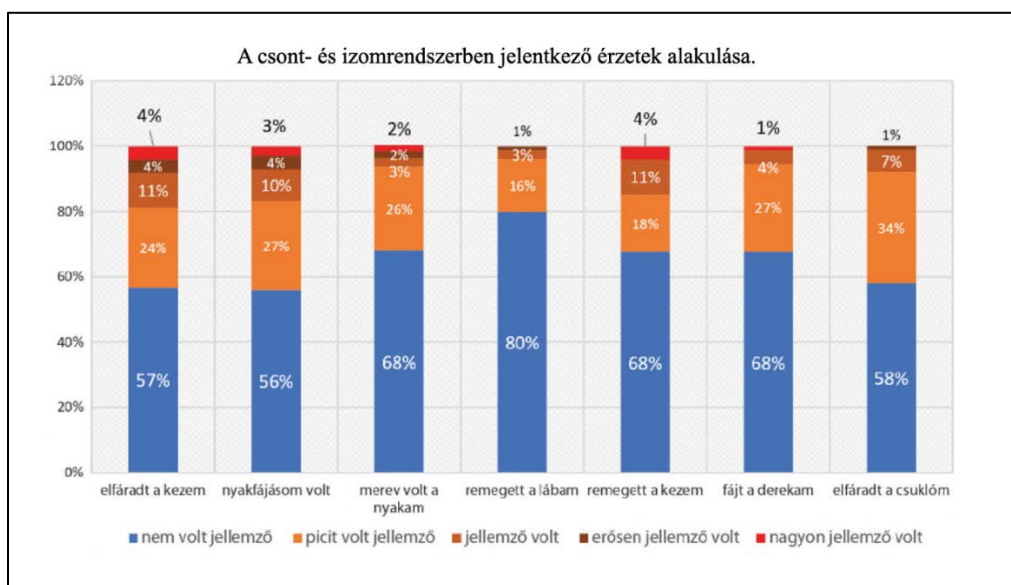
Egyéb egészségügyi jelenségek vizsgálata

A vizsgálat második egészségügyi dimenziójaként (és a korábbi vizsgálati szempontokhoz képest új aspektusként) a VR-eszközhasználat során kialakuló, ***csont- és izomrendszert érintő testi tünetek*** gyakoriságát és intenzitását mértük fel 7 kategóriában.²⁵³ (Lásd 6.sz. ábra.) Ezt a kérdőív-részt 322 fő töltötte ki a teljes 326 fős mintából. A válaszok azt mutatták, hogy a leggyakrabban jelentkező panasz *a kéz fáradtsága* volt: a válaszadók 57 százaléka (183 fő) semmilyen elváltozást nem érzékelt, míg 24 százalék (77 fő) enyhe *fáradtságot* jelzett. További 11 százalék (35 fő) közepes mértékű kimerültséget észlelt, míg 4–4 százalék (13–13 fő) súlyosabb, illetve nagyon jellemző fáradtságot tapasztalt a végtagjában. Ezzel a kézhasználatához köthető terhelés bizonyult a legszélesebb skálán jelentkező „diszkomforttünet”-nek. *A nyakfájás* gyakorisága szintén meghatározó volt: 56 százalék (180 fő) nem számolt be ilyen tünetről, azonban 27 százalék (87 fő) enyhe fájdalmat, 10 százalék (32 fő) pedig már egyértelműen jellemző panaszt fogalmazott meg. Emellett 4 százalék (13 fő) erős, míg 3 százalék (10 fő) kifejezetten súlyos tünetként élte meg a nyaki fájdalmat. A válaszok arra utalnak, hogy az eszközhasználat közben jellemző testtartás és fejpozíció közvetlenül hatással lehet a nyaki gerincszakasz terhelésére.

²⁵² KENNEDY – FOWLKES 1992: 23–3; GOLDING 2006: 237–248; STANNEY 2020: 1783–1803

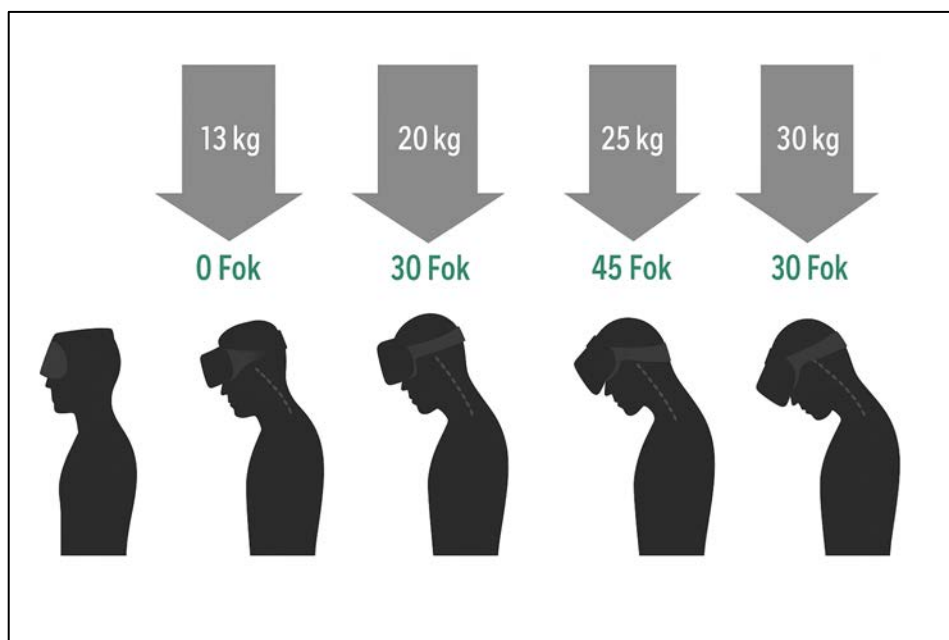
²⁵³ A csont- és izomrendszeri tüneteket ebben a 7 kategóriában mértük: elfáradt a kezem, nyakfájásom volt, merev volt a nyakam, remegett a lábam, remegett a kezem, fájt a derekam, elfáradt a csuklóm.

A nyaki izmok statikus igénybevételéből eredő izomfeszültség a „merev volt a nyakam” tünetkategóriában is megmutatkozott: a megkérdezettek 68 százaléka (219 fő) nem érzékelt változást, ugyanakkor 26 százalék (84 fő) enyhén, 3 százalék (10 fő) mérsékelten, 2–2 százalék (6–6 fő) pedig erősen vagy nagyon jellemzően tapasztalta a problémát. Az alsó végtagi remegés ritkább, de regisztrálható tünet volt: a résztvevők 80 százaléka (258 fő) nem érzékelt ilyen jellegű izomreakciót, ugyanakkor 16 százalék (52 fő) enyhe, 3 százalék (10 fő) közepes, és 1 százalék (3 fő) erős lábremegést jelölt meg. Kifejezetten súlyos remegést ebben a kategóriában senki sem említett. A kézremegés ezzel szemben jóval gyakoribbnak bizonyult. Az összes válaszadó 68 százaléka (219 fő) nem észlelt remegést, 18 százalék (58 fő) enyhén, 11 százalék (35 fő) közepesen jellemzően érezte a jelenséget. Emellett 4–4 százalék (13–13 fő) számolt be erős vagy nagyon jellemző kézremegésről, amely az eszköz manuális kezelési módjára utalva fokozott fizikai terhelés jele is lehet. A deréktáji fájdalom a válaszadók 32 százalékanál (összesen 103 fő) jelentkezett valamilyen mértékben: 27 százalék (87 fő) enyhe, 4 százalék (13 fő) jellemző, 1 százalék (3 fő) pedig súlyos fájdalmat tapasztalt. A túlnyomó többség, azaz 68 százalék (219 fő), semmilyen fájdalomról nem számolt be. A derékpanaszok feltehetően nemcsak a testhelyzetből, hanem az álló helyzetben végzett, precíziós mozgásokat igénylő feladatokból is eredhettek. A csukló terhelése szintén figyelmet érdemel. A válaszadók 58 százaléka (187 fő) nem jelzett fáradtságot, míg 34 százalék (109 fő) kisebb mértékű, 7 százalék (23 fő) pedig kifejezetten jellemző fáradtságot észlelt a csuklójában. A súlyosabb tünetek előfordulása csekély maradt, 1 százalék (3 fő) érzett erősebb panaszt, míg nagyon jellemző tünetet ebben a kategóriában senki nem jelölt meg.



6.sz. ábra: A csont- és izomrendszerben jelentkező érzetek alakulása. Készítette: a szerző.

A fenti adatok összegzése alapján elmondható, hogy a VR-szemüveg használata során nem gyakran keletkezik csont- és izomrendszeri panasz, de akiknél igen, leggyakrabban a felső végtagok, azon belül is különösen a kéz és a csukló, valamint a nyaki gerincszakasz volt kitéve fizikai igénybevételnek. Az izomfáradtság, a merevség és a statikus tartásból eredő kellemetlen érzetek többnyire enyhe vagy közepes intenzitással jelentkeztek, súlyos panaszokat kevesen tapasztaltak. Az eredmények alátámasztják azt a hipotézist, hogy a VR-eszközökkel végzett gyakorlati feladatok során érdemes hangsúlyt helyezni az ergonómiai szempontok érvényesítésére, különös tekintettel a kézi interakciókat igénylő funkciókra és az eszközhasználat időtartamának szabályozására. Mindezek alapján javasolt olyan VR-alapú oktatási környezetek kialakítása, amelyekben a mozgásdinamikai sajátosságok optimalizálhatók, és a fizikai túlterhelés kockázatát csökkentő tényezők beépíthetők a képzési forgatókönyvekbe. A fokozatos terhelés, a rendszeres, legalább óránkénti 5–10 perces pihenőidők beiktatása, valamint a napi VR-használat maximumának 2–2,5 órában történő korlátozása segíthet a terhelés mérséklésében. Emellett ajánlott a felhasználói felületek olyan magasságban történő elhelyezése, amely a fej és a nyak természetes tartását biztosítja, elkerülve a 30 fok feletti előrehajlást, amely a kutatások szerint akár 20–30 kg plusz terhelést is jelenthet a nyaki gerincszakasz számára (7. sz. ábra).



7. sz. ábra: A fej döntési szögének hatása a nyaki gerinc terhelésére VR-eszköz viselése közben. Készítette a szerző.
Forrás²⁵⁴

²⁵⁴ Medium 2019

A VR-eszköz használati hajlandóság és technológia-elfogadás összefüggései

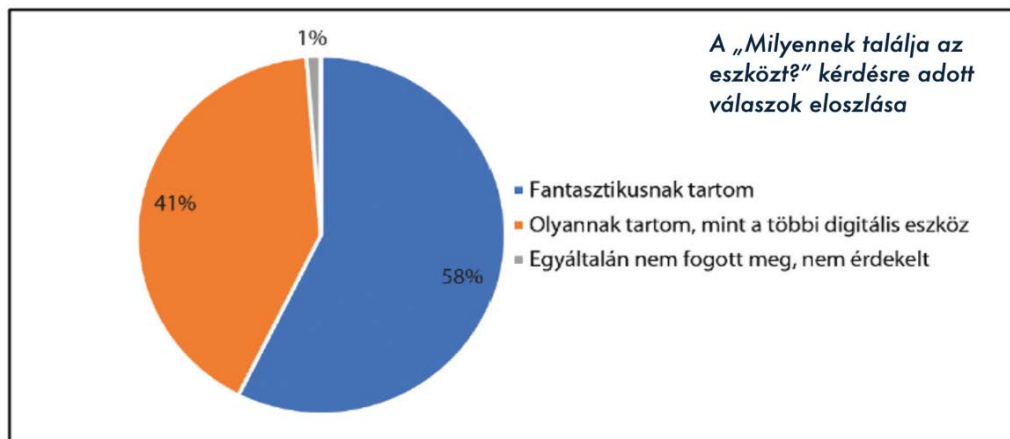
A kérdőíves kutatás további célkitűzése annak feltérképezése volt, hogy a résztvevők milyen mértékben lennének hajlandók a jövőben virtuális valóság (VR) alapú eszközök alkalmazására, valamint milyen feltételek teljesülése esetén válna ez a technológia szélesebb körben elfogadottá. A válaszok alapján egyértelmű tendenciák rajzolódtak ki a VR-eszközökkel kapcsolatos nyitottságot, motivációs tényezőket, valamint a digitális kompetencia és a használati előzmények hatását illetően. A kérdések arra irányultak, hogy milyen a használati hajlandóságuk, milyen területen véli jól alkalmazhatónak, milyen feltétellel látja használhatónak stb. az eszközt.

A használati hajlandóságot tekintve, a kutatásban résztvevő 321 főből 93 százalék (összesen 298 fő) jelezte, hogy a jövőben szívesen használná a VR-technológiát, míg mindössze 7 százalék (23 fő) utasította el ezt a lehetőséget. Az elfogadás tehát rendkívül magas, ami arra utal, hogy a technológia iránti nyitottság a felnőtt lakosság körében egyre kevésbé jelent akadályt a bevezetés szempontjából.

Az alkalmazási területek vizsgálatakor a válaszadók többsége nem kizárólag egyetlen színteret nevezett meg. A VR-eszközöket 60 százalékuk (193 fő) *munkakörnyezetben* is hasznosnak tartaná, 41 százalék (131 fő) *szabadidős*, játékos vagy rekreációs célra alkalmazná, míg 24 százalék (77 fő) iskolai, *oktatási* környezetben is elképzelhetőnek tartotta a használatát. Ez a sokszínűség azt jelzi, hogy a VR-technológia nemcsak az oktatásban, hanem a civil és munkahelyi szférában is egyre szélesebb körben jelenik meg a felhasználói gondolkodásban. *A használati hajlandóság feltételeinek* vizsgálatakor kiemelkedett egy fontos aspektus: a válaszadók 68 százaléka (218 fő) kifejezetten szükségesnek tartotta, hogy a VR-eszközökhöz részletes útmutatót, valamint felkészítő oktatást is kapjon. Ez az igény a technológiahasználat pszichológiai komfortzónájára, valamint a tanulás biztonságérzetét megalapozó tényezőkre hívja fel a figyelmet. A megkérdezettek részéről tehát nemcsak nyitottság, hanem tudatos előkészületre irányuló igény is megfogalmazódott.

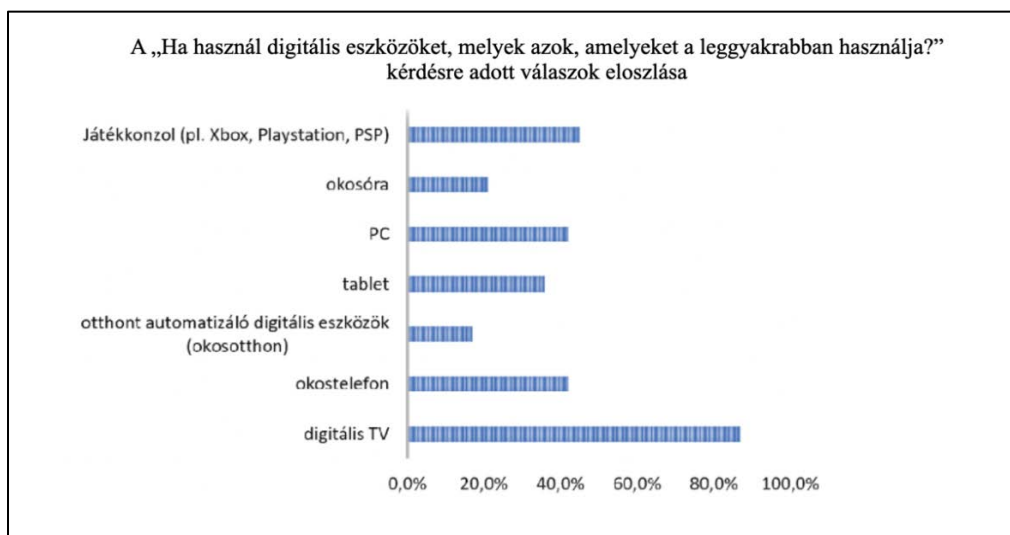
A technológia iránti attitűd vizsgálata során az eszköz élményszerű megítélése is fontos információkkal szolgált. A 317 fő által kitöltött motivációs blokk (lásd 8. ábra) alapján a válaszadók 58 százaléka (182 fő) „fantasztikus” eszközként értékelte a VR-szemüveget, míg 41 százalék (131 fő) más digitális eszközökhöz hasonlóan „jó”-nak találta. Csupán 1 százalék (4 fő) jelezte, hogy nem tartja érdekesnek az eszközt. Ezek az adatok összességében pozitív

attitűdre utalnak, amely elősegítheti a VR-eszközök integrálását a képzési és munkahelyi gyakorlatba.



8. ábra: A „Milyennek találja az eszközt?” kérdésre adott válaszok eloszlása. Készítette: a szerző.

A felhasználók digitális eszközhasználati szokásai is befolyásolhatják a technológiaelfogadást. *Eszközhasználati szokásokat* tekintve (lásd 9.sz. ábra), a válaszadók körében a leggyakrabban használt eszközök között szerepelt a digitális televízió (79%), a személyi számítógép (53%), az okostelefon (49%), valamint a játékkonzol (31%). Ezek az arányok arra utalnak, hogy a megkérdezettek többsége rendelkezik valamilyen rendszeres digitális eszközhasználati rutinnal, ami alapja lehet a VR-eszközök sikeres alkalmazásának is.



9.sz. ábra: A „Ha használ digitális eszközöket, melyek azok, amelyeket a leggyakrabban használja?” Készítette: a szerző.

A kereszttáblás vizsgálatokban érdekes összefüggést mutatott az a réteg, akik már korábban is használtak VR-eszközt.

E válaszadók esetében nemcsak a betanítás szükségessége vált irrelevánssá, hanem a szimulátorbetegség (cybersickness) tüneteinek előfordulása is jelentősen csökkent. Ez a csoport átlagosan 17 százalékkal jobb teljesítményt ért el a feladatvégzések során, mint azok, akik korábban nem találkoztak a technológiával. Ez az eredmény alátámasztja azt a feltételezést, hogy a VR-eszközökkel szerzett tapasztalat nemcsak az elfogadást és a komfortérzetet növeli, hanem közvetlenül javíthatja a tanulási hatékonyságot és a fizikai reakciók csillapodását is.

Összességében a kutatás eredményei arra utalnak, hogy a VR-eszközök használatának jövőbeni elterjedését alapvetően nem a felhasználói hajlandóság hiánya, hanem sokkal inkább a megfelelő oktatás és bevezető támogatás hiánya korlátozhatja. A technológia elfogadottsága magas szintű, különösen akkor, ha a felhasználók előzetesen megfelelő információhoz és gyakorlati tudáshoz jutnak. A VR-alapú eszközhasználat integrációja így nemcsak technológiai, hanem pedagógiai és pszichológiai kihívásként is értelmezendő. Fontos lenne tehát, hogy a védelmi szervezetek a képzési programjukban már a kezdetekben adjanak helyet ezeknek az eszközöknek a használatát segítő módszertani felkészítésre. Továbbá javasolt nem hirtelen mélyvízbe dobni a használókat, hanem csak a részképességek fejlesztése után.

3.4 Részkövetkeztetések

Az empirikus kutatás értékelése, az eredmények összevetése az alhipotézisekkel

A kutatási célom a VR-technológia védelmi szférában történő alkalmazásának átfogó vizsgálata volt, különös tekintettel annak tanulási, fizikai és pszichológiai hatásaira. Az empirikus adatgyűjtés során kvantitatív és kvalitatív módszerek kombinációjával törekedtem a VR-eszközhasználat komplexitásának feltérképezésére. A kapott eredmények sokrétű képet nyújtanak arról, hogyan befolyásolják a felhasználói jellemzők és tanulásszervezési eljárások a technológia hatékonyságát. *Elmondható, hogy* a VR-eszközökkel végzett gyakorlati tevékenységek akkor bizonyulnak hatékonyak, ha azokat a célcsoport életkori és digitális kompetenciaszintjéhez illesztve megfelelő módon alkalmazzuk és természetesen a fizikai és mentális terhelés csökkentésére irányuló intézkedéseket kutatási eredményeket is integráljuk.

A kutatási eredmények és a szubjektív visszajelzések egyaránt hozzájárultak a hipotézisek vizsgálatához, ellenőrzéséhez és megválaszolásához. Mivel a vizsgálat során különböző korcsoportokat, digitáliskompetencia-szinteket és feladatsorrendeket is figyelembe vettem, lehetőség nyílt a résztvevők viselkedésmintáinak megértésére is. A kísérleti

eredményekből kirajzolódó mintázatok rávilágítottak a VR-alapú képzések hatékonyságának kritikus tényezőire, mint például a tanulási sorrendiség, a felhasználói élményt befolyásoló fizikai és pszichológiai terhelés, valamint az eszközhasználattal szembeni attitűd. Ezek alapján jól látható, hogy milyen feltételek mellett csökkenthetők a negatív mellékhatások, például a szimulátorbetegség tünetei, a nyaki és felső végtagi terhelés vagy a túlzott mentális kimerülés. A kérdőíves visszajelzések alapján feltérképeztem a technológia elfogadottságát és a jövőbeni használatra való hajlandóságot is, amiből jól látható, hogy a leendő felhasználók nyitottak voltak rá, de ezek mellett alapos felkészítést várnak hozzá.

. A kutatás során alkalmazott módszerek lehetővé tették, hogy a vizsgálat négy alhipotézisére vonatkozóan részletes, adattámogatott értékelést végezzek. Az eredmények fényében az alábbi következtetések fogalmazhatók meg az alhipotézisek alátámasztottságát illetően:

Alhipotézis 1: Az alacsony digitális kompetenciaszint negatívan befolyásolja a VR-alapú tanulás hatékonyságát.

A gyűjtött adatok világosan alátámasztják ezt a feltételezést. A résztvevők digitális jártasságának szintje – különösen azok körében, akik rendszeresen használnak digitális eszközöket (például okostelefont, számítógépet, játékkonzolt) – összefüggést mutatott a feladatok végrehajtásának gyorsaságával és pontosságával. A korábbi VR-eszközhasználati tapasztalattal rendelkező válaszadók a tanulási feladatokat átlagosan 17%-kal hatékonyabban teljesítették, mint azok, akik nem rendelkeztek ilyen háttérrel. Ezen túlmenően a szubjektív visszajelzések szerint is azok éltek meg pozitívabban a VR-élményt, akik magabiztosabban mozogtak a digitális környezetben. A kérdőív eredményei alapján tehát a digitális kompetencia kulcstényezőnek bizonyult a VR-alapú tanulás eredményességének szempontjából, igazolva az első alhipotézist.

Alhipotézis 2: A VR-alapú oktatás hatékonysága összefügg az alkalmazott tanulási módszerekkel, az életkorral és a feladatok végrehajtásának sorrendiségével.

Az empirikus vizsgálat eredményei egyértelműen alátámasztották, hogy az adott tanulási módszer – különösen a feladatok sorrendje – és a tanulók életkora szignifikáns hatással volt a teljesítményre. A fokozatosan nehezedő (A–B–C) feladatsorrend a legtöbb korcsoportban hatékonyabb tanulást eredményezett, különösen az idősebb résztvevők esetében. A 60 év felettiek az A–B–C sorrend harmadik feladatát átlagosan 732 másodperc alatt hajtották végre, míg a C–A–B sorrend első feladatát ennél is lassabban, 870 másodperc alatt. Ez a tendencia a többi korcsoportnál is megfigyelhető volt, és arra utal, hogy az egymásra épülő tanulási struktúrák elősegítik a mentális adaptációt és csökkentik a kognitív terhelést. A tanulási

teljesítményben kimutatható életkori különbségek – különösen a 18-23 éves korcsoport gyorsabb végrehajtása és a 41-60 évesek kiegyensúlyozott, de lassabb teljesítménye – megerősítik, hogy az egyéni jellemzők fontos szerepet játszanak. Mindezek figyelembevételével a második alhipotézis igazolható.

***Alhipotézis 3:** A VR használata során negatív fizikai és pszichológiai mellékhatások, például szimulátorbetegség, fordulhatnak elő.*

A kérdőíves visszajelzések és az SSQ-érzeteket elemző adatgyűjtés azt mutatta, hogy bár a tünetek előfordulása korlátozott mértékű (az összes résztvevő 12,5%-a, azaz 41 fő jelzett valamilyen panaszt), a náluk jelentkező tünetek széles skálán mozogtak. Intenzitásuk életkor szerint differenciálódott. A leggyakoribb panaszok közé tartozott a szédülés, hányinger, gyomorforgás, valamint a koncentrációs nehézségek, amelyek jellemzően a 31–40, illetve a 60 év feletti korosztályban voltak a legerősebben jelen. A 60 év felettiek 25%-a számolt be kellemetlen tünetekről, és a szédülés átlagosan 4,9-es értéket ért el az 5-fokú skálán. Bár az érintett résztvevők aránya alacsony volt, az észlelt hatások intenzitása alátámasztja a harmadik alhipotézist.

***Alhipotézis 4:** Sokan idegenkednek a VR-technológiák használatától, de megfelelő felkészítés mellett nyitottabbá válnának, különösen munkahelyi környezetben.*

A jövőbeli VR-eszközhasználati hajlandóságot vizsgáló kérdésekre adott válaszok meggyőzően igazolták ezt a feltételezést. A válaszadók 93%-a (298 fő a 321 válaszadóból) nyitott volt a VR-eszközök további alkalmazására, különösen akkor, ha ehhez megfelelő tájékoztatást és felkészítő tréninget kapnak. 68%-uk konkrétan jelezte, hogy ilyen típusú előkészület esetén szívesen használna VR-technológiát munkavégzés vagy oktatás céljából. Emellett a motivációs tényezők is megerősítették a nyitottságot: a válaszadók 58%-a „fantasztikusnak”, míg 41%-a „más digitális eszközökhöz hasonlóan jónak” minősítette az eszközt, csupán 1% jelezte érdektelenségét. Az adatok alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a VR-technológiával kapcsolatos kezdeti idegenkedés mérsékelhető megfelelő felkészítéssel, így a negyedik alhipotézis szintén igazolt.

A vizsgálat fontos célkitűzése az volt, hogy feltérképezze a VR-technológia használata során jelentkező egészségügyi hatásokat, különös tekintettel a fizikai megterhelésre és az azzal járó diszkomfortérzetekre. ***A VR-szemüveg használatával kapcsolatos egészségügyi hatásokat vizsgálva*** megállapítható, hogy a résztvevők válaszaiból egyértelműen kirajzolódtak azok az érzetek, amelyek a leggyakrabban jelentkeztek a virtuális valóságban végzett gyakorlatokat követően, valamint azok is, amelyek ritkábban fordultak elő, de jelentős egyéni terhelést okozhattak. Az elemzésbe bevont 326 résztvevőből 322 fő válaszolta meg az

egészségi állapotra vonatkozó kérdéssort, ami magas, 98,8%-os válaszadási arányt jelez, ezzel biztosítva az adatok megbízhatóságát. A kérdőíves visszajelzések alapján a leggyakrabban említett fizikai tünetek a kéz és a csukló fáradtságához, illetve a nyaki terület megterheléséhez kapcsolódtak. Sok résztvevő jelezte a nyakfájás vagy a merevség valamilyen formáját, és bár ezek többségében enyhe tünetként jelentek meg, mégis érdemes figyelembe venni.

Összességében kijelenthető, hogy a leggyakoribb fizikai panaszok közé a kéz és nyak fáradása, a derékfájdalom és az enyhe végtagremegés sorolhatók, amelyek döntően a felsőtest fokozott statikus és dinamikus igénybevételéből adódnak. Ezen tünetek előfordulása a résztvevők körében nem homogén, hanem jól körvonalazható egyéni- és korcsoport-specifikus különbségeket mutat, amit a korábbi szakaszokban bemutatott szenzoros és pszichológiai terhelés eredményei is alátámasztanak. A tapasztalatok azt jelzik, hogy bár a VR-technológia önmagában nem jelent közvetlen egészségügyi kockázatot, a hosszabb ideig tartó, összetett feladatvégzés során jelentkező fizikai igénybevétel, különösen a felsőtestre fókuszáló aktivitások, növelhetik az izomfáradás és egyéb ortopédiai jellegű panaszok kialakulásának esélyét.²⁵⁵ Javaslataim a különböző érzetek kialakulásának megelőzésére az alábbi táblázatban foglaltam össze:

Terhelési tényező	Ajánlott megelőző intézkedés
Kéz- és csuklófáradás	A vezérlők ergonomikus kialakítása, kézpozíciók változtatása a scénáriókban
Nyaki és vállövi izomterhelés	Virtuális kezelőfelületek megfelelő fejmagasságba/fejszögbe történő alkalmazása
Hosszantartó statikus testtartás	Felhasználói időkorlát bevezetése (napi maximum időkeret 2–2,5 óra)
Végtagremegés, izomfáradás	Mozgásszekvenciák váltakoztatása, célzott pihentetés
Derékfájdalom	Ülő/álló munkavégzés váltogatása, háttámasz biztosítása
Optikai túlterhelés (szemfáradás)	Szemmozgató pihenőgyakorlatok, a VR scénárió fényviszonyainak beállítása
Általános fáradékonyság	Megfelelő hőmérséklet, világítás, hidratálás a VR gyakorlatok alatt és között

8.sz. táblázat: Ergonomiai és preventív javaslatok a VR-eszközhasználatához képzési környezetben. Készítette: a szerző.

A kutatás során végzett empirikus vizsgálatok és az elemzett kérdőíves visszajelzések alapján világossá vált, hogy a VR-szemüveg használata a védelmi szektorban jelentős oktatási potenciált hordoz, ugyanakkor nem mentes a technológiai és emberi tényezőkből fakadó kihívásoktól. A vizsgálat egyik legfontosabb megállapítása, hogy az életkori sajátosságok, a

²⁵⁵ KIM – NUSSBAUM – GABBARD 2016: 253–258

digitális kompetenciák szintje, valamint a feladatok nehézségi sorrendje összefüggést mutat és jelentős hatással van a tanulási hatékonyságra. Az A–B–C sorrendben végrehajtott feladatsor – amely fokozatosan vezeti be a felhasználót az egyre komplexebb műveletekbe – egyértelműen kedvezőbb teljesítményt eredményezett, különösen az idősebb résztvevők esetében. Ezzel szemben a nehezebb feladatokkal induló C–A–B sorrend fokozott mentális terhelést és időbeli teljesítményromlást eredményezett. A VR-eszközök által kiváltott egészségügyi hatások elemzése azt mutatta, hogy nem gyakran fordulnak elő, de ha igen, akkor a legtöbb panasz a felsőtestre koncentrálódik, különösen a kéz, nyak és derék terhelésével összefüggésben. *A fizikai diszkomfortérzetek* leginkább a hosszabb használati idővel, illetve a nagyobb precizitást igénylő feladatokkal mutattak összefüggést. Javasolt ezért az ergonómiai szempontok előzetes figyelembevétele a VR-szenáriók tervezésében, a kéz- és fejpozíciók optimális kialakítása, valamint a felhasználói terhelés mérséklését célzó időkorlátok és pihenőidők bevezetése. Emellett indokolt a felhasználók előzetes felkészítése nemcsak technikai, hanem fiziológiai és mentálhigiénés szempontból is, különösen a védelmi szektor specifikus képzési környezeteiben.

A pszichológiai reakciók közül a szédülés, hányinger és gyomorforgás jelentkezett leggyakrabban, különösen a 31–40 és a 60 év feletti korcsoportokban. A panaszok összesített aránya ugyan alacsony maradt (12,5%), mégis szükség lenne a prevenciók szempontok integrálására a VR-alapú oktatási programokba. A kutatás igazolta azt is, hogy azok a felhasználók, akik rendelkeznek korábbi tapasztalatokkal VR-eszközökkel, nemcsak ritkábban számoltak be negatív fizikai tünetekről, hanem magasabb teljesítményt is nyújtottak. Ez a tapasztalat megerősíti a feltételezést, hogy a digitális kompetenciaszint kulcsfontosságú tényező a technológia eredményes és komfortos alkalmazásában. A válaszadók döntő többsége – 93% – nyitott volt a VR jövőbeni használatára, ami megerősíti a technológia elfogadottságának potenciálját, ugyanakkor kiemeli az igényt a felhasználóbarát oktatási és betanítási rendszerek iránt. A védelmi szférában az oktatásban javasolt elsőként a részképességek kialakítása, az eszköz egy-egy részfeladatra való alkalmazása, és a fokozatosság elvén csak ezt követően a komplex felkészítés és alkalmazás.

A kutatási eredmények alapján megállapítottam, hogy a VR-alapú képzések hatékonyságának növeléséhez elsődlegesen szükséges a tanulási környezet adaptálása az egyéni igényekhez és a digitális jártasság szintjéhez. Ajánlott ezért a fokozatosság elvére épülő tanulási struktúra alkalmazása, amely lehetőséget biztosít a kognitív terhelés progresszív növelésére, ezáltal elősegítve a tanulók alkalmazkodását és a készségek stabil elsajátítását. A kezdő felhasználók számára célszerű előkészítő modulokat beépíteni, amelyek

nemcsak a technikai eszközhasználatot ismertetik meg, hanem a VR-környezetben való tájékozódást és interakciókat is gyakoroltatják.

A negatív fizikai és pszichológiai mellékhatások csökkentése érdekében javasolt a képzések időtartamának szabályozása, pihenőidők beépítése, valamint az ergonómiai szempontok figyelembevétele a feladatok tervezésében. Célszerű az oktatókat és tréningvezetőket felkészíteni a leggyakoribb tünetek felismerésére, kezelésére és a megfelelő válaszreakciók alkalmazására. A szimulátorbetegség megelőzését szolgáló protokollok, mint például a látószög optimalizálása, a mozgások fokozatos bevezetése és a dinamikus mozgások korlátozása, mind hozzájárulhatnak a felhasználói komfortérzet fenntartásához. További javaslatként megfogalmazható *egy országos szintű digitális kompetenciafejlesztési program indítása* és integrálása a védelmi képzési rendszerbe, amely hosszú távon biztosíthatja a VR-technológia hatékonyabb és fenntarthatóbb alkalmazását. Azok számára, akik már rendelkeznek tapasztalattal a technológiával, érdemes magasabb szintű, komplexebb szimulációkat bevezetni, míg a kezdők számára differenciált támogatási mechanizmusok bevezetését javaslom. Véleményem szerint a VR-technológia védelmi célú bevezetése csak akkor lehet igazán eredményes, ha annak oktatási, pszichológiai és egészségügyi aspektusait egyaránt integráltan kezelik. A kutatás eredményei segítséget adhatnak egy olyan átfogó stratégia kidolgozásához, amely elősegíti a VR-eszközök szélesebb körű és biztonságosabb használatát a honvédelmi képzések során, egyben növelheti a felhasználók bizalmát és hosszú távú elköteleződését az innovatív technológiák iránt. A VR népszerűsége egyre nő, fontos lenne tudni, hogy vásárláskor mire célszerű a védelmi szervezeteknek odafigyelni, miből lehet választani és egy adott feladathoz hogyan találjuk meg a legjobb eszközt. A következő fejezet ezt a kérdéskört taglalja.

4. A VR-ESZKÖZ KIVÁLASZTÁSÁNAK ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI KÉRDÉSEI

A technológia exponenciális fejlődése napjaink nagy kihívása.²⁵⁶ Az értekezés előző fejezeteiben magam is igazoltam, hogy ez az élet minden területén új lehetőségeket teremt. Így van ez az XR (kiterjesztett valóság) technológiák, mint a VR (virtuális valóság) és MR (kevert valóság) eszközök esetében is. Ahogyan Bailenson „Experience on Demand” című könyvében kifejti, az informatikai technológiák és innovációk mára már kiemelt szerepet játszanak az oktatásban, a szórakoztatásban, az ipari szimulációkban és az orvosi alkalmazásokban.²⁵⁷ A védelmi szféra területén is teret nyertek, mintegy indukálják a paradigmaváltást azokon a területeken, ahol alkalmazzák. Az XR headsetek gyors ütemben bővülő piaca azonban egyre összetettebbé válik, amit Gartner legújabb „Hype Cycle for Emerging Technologies” jelentésében meg is erősít. A szerző rámutat arra, hogy a különböző modellek technikai specifikációi, árai és célfelhasználási területei is nagyban eltérnek egymástól.²⁵⁸ Gyakran elveszünk ezekben az adatokban, hiszünk a régi beidegződéseknek és ezek mentén vásárolunk. A probléma, hogy nincs objektív kiindulópontunk az összehasonlításra, sőt arra sincs áttekintő adatunk, hogy egyáltalán milyen eszközök vannak a piacon. Gyakran felmerül tehát a kérdés, hogy milyen a választék és ezekből milyen paraméterek mentén és melyiket válasszuk a munkánkhoz, mi kell az objektív összehasonlításhoz.

Az objektív összehasonlítás fontossága az XR eszközök esetében jelentős és kiemelten fontos a védelmi szervezetek körében is. Ismert, hogy a védelmi, és ezen belül a katonai szektorban már évtizedek óta használnak szabványosított értékelési rendszereket, hogy biztosítsák a különböző új eszközök és technológiák illeszthetőségét a meglévőkbe, illetve szavatolják ezek interoperabilitását és hatékonyságát.²⁵⁹ A NATO például számos szabványosítási megállapodást, STANAG-et dolgozott ki a katonai műszaki eszközök objektív értékelésére, amelyeket Larson és társai²⁶⁰ a „NATO Standardization” című tanulmányukban átfogóan bemutatnak, így azok mindenki számára elérhetők.

Ezek a szabványok lehetővé teszik, hogy a tagállamok egységes kritériumok alapján értékeljék az eszközöket, ezáltal elősegítve a hatékony együttműködést. Például a STANAG

²⁵⁶ KURZWEIL 2005: 14-21

²⁵⁷ BAIENSON 2018: 78-95

²⁵⁸ GARTNER 2023

²⁵⁹ Ezt a megközelítést Hartley kutatása is alátámasztja. HARTLEY 2007

²⁶⁰ LARSON 2019

4324²⁶¹ szabvány meghatározza az elektromágneses sugárzás veszélyének értékelésére és a lőszer, valamint a kapcsolódó rendszerek tesztelésére vonatkozó eljárásokat. Egy másik példa a STANAG 2280,²⁶² amely a fegyverek szerkezetekre gyakorolt hatásainak vizsgálati eljárásait tartalmazza, lehetővé téve a fegyverrendszerek hatékonyságának és kompatibilitásának, megfelelőségének objektív értékelését. Konkrét további példa az objektív értékelési rendszerekre a haditengerészeti eszközök teljesítményének mérésére szolgáló Naval Ship Code (ANEP-77), amelyet a NATO Naval Armaments Group²⁶³ fejlesztett ki. Ez a kód egy átfogó keretet biztosít a hadihajók tervezésének, építésének és üzemeltetésének értékelésére, figyelembe véve olyan tényezőket, mint a szerkezeti integritás, a stabilitás, a tűzvédelem és az emberi tényezők. Az ANEP-77 pontozási rendszere lehetővé teszi a különböző hajótípusok objektív összehasonlítását, segítve ezzel a döntéshozókat a legmegfelelőbb eszközök kiválasztásában. Ez a gyakorlat

A korszerű informatikai technológiák területén nagyléptékű a fejlődés, elterjedésük visszafordíthatatlan. Egyre többen használják ezeket az eszközöket, így a védelmi szféra is. Elsősorban a döntéstámogatáshoz és a képzés, kiképzés területén, de a védelmi tevékenységben és a szakfeladatok ellátásához is hasznosak lehetnek. Az eszközök választéka nagy, több száz típus van forgalomban, ugyanakkor a VR/AR technológia tekintetében **nincs objektív támpont, sem útmutató** arra vonatkozólag, hogy mely területen mely feladatra melyik eszköztípus a legkedvezőbb. Arra sem, hogy a paramétereit alapján, mely eszközt célszerű választani egy-egy meghatározott tevékenységi körhöz. Kérdés, hogy a választásnál mely jellemzők legyenek a döntőek? – A védelmi szektorban eddig nem készült egy olyan részletes, átfogó műszaki adatokat tartalmazó gyűjtemény, amely átfogó képet ad a kapható eszközökről és a VR és MR headseteket meghatározott szempontok szerint rendszerezné. – A beszerzések tervezésénél mind a civil, mind a védelmi szféra számára ezért jelentős döntéstámogató „eszköz” lenne, ha lenne olyan időnként aktualizálható adatbázis, amely a mindenkori piacot egy adott pillanatban tükrözi, azaz összképet ad, illetve alapul szolgálhatna a beszerzésekhez, sőt a rendszeresítésekhez is.

Hiányzik egy olyan szempontrendszer, amely segítene abban, hogy a védelmi szférában egy-egy területre vagy szaktevékenységre hogyan válasszunk a rengeteg típus közül. Nincs azonosítva az sem, hogy mik az alapvető eszközjellemző kategóriák, amelyeket minden vásárlásnál és alkalmazásnál be kellene azonosítani.

²⁶¹ STANAG 4324

²⁶² STANAG 2280

²⁶³ NATO Standardization Office 2022

Egyre gyakrabban merül fel a kérdés, hogy milyen VR alapú eszközök kerültek forgalomba napjainkban, ezek milyen képességekkel bírnak, mik a jellemzőik, és hogyan lehetne a paramétereik alapján egy-egy védelmi feladatcsoportra objektív módon, mérőszámmal választani ki közülük a legmegfelelőbbet. E fejezetben ezért arra vállalkoztam, hogy feltérképezsem a piac egy adott időponthoz állapotát és közel 200 eszközt vizsgáljak meg, melynek keretében azonosítsam a képességeiket bemutató főbb változókat kategóriákba sorolva, továbbá ezek alcsoportjait, azaz egy műszaki adatbázist adok róluk.

Keeney és Raiffa a „Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs” című alapművükben²⁶⁴ a hatékony döntéshozatal kulcsfontosságú elemének az *objektivitást* tekintik. Ezt a megközelítést Velasquez és Hester is részletesen elemezték az „An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods” című tanulmányukban,²⁶⁵ és megállapították, hogy ez könnyítheti meg a vásárolni kívánók döntéshozatalát és szavatolhatja a döntés helyességét. Mivel az eszközök vonatkozásában az objektív döntés feltétele, hogy ismerjük a főbb kategóriákat (pl.: ergonómiai mutató), a kategóriákba tartozó változókat (pl: súly) és ezekhez legyenek hozzárendelve azok alkategóriái (pl: 0,2-0,5 kg). Hasonló ez a kérdőíves kutatásban használt kérdőív főbb kérdéscsoportjaihoz, azok kérdéseikhez és a kérdésekhez rendelt válasz-lehetőségekhez).

Cél tehát a tervszerű kutatásra alapozva egy olyan pontozási minta kialakítása, amely nemcsak egyszerű és átlátható, hanem kizárólag széles körben elérhető adatokra támaszkodik, biztosítva ezzel az objektivitást is. E vizsgálatban egy objektív pontozási rendszer kialakítását tervezem az XR headsetek értékelésére úgy, hogy az eszközök legfontosabb műszaki, ergonómiai, piaci és jövőbeni szempontjait egyetlen összesített pontszámba sűrítsem,²⁶⁶ ezzel is segítve a vásárlásra vállalkozó szervezetek és egyének döntéseit.

4.1 A kutatás alapvetései, alhipotézisei, célkitűzései, módszerei

Alhipotézisek

A 4. fejezet kutatásai a **IV. számú hipotézis mentén** vizsgálják azt, hogy a VR-eszközök technikai paramétereire épülő, strukturált adatbázis hatékony döntéstámogatást nyújthat a

²⁶⁴ KEENEY – RAIFFA 1993

²⁶⁵ VELASQUEZ – HESTER 2013: 56-66

²⁶⁶ Hasonlóan ahhoz, ahogy Saaty ezt az Analytic Hierarchy Process (AHP) módszerében javasolja. SAATY 1990: 9-26

védelmi célú eszközválasztásban. Az alhipotézisek²⁶⁷ célja ennek a IV.hipotézisnek az alátámasztása, különös tekintettel arra, hogy a technológiai jellemzők miként befolyásolják a felhasználhatóságot, és milyen módszertan mentén határozható meg az optimális eszközválasztás. A négy alhipotézis egymásra épülve követi a IV. hipotézis kulcselemeit: elsőként az eszközök technológiai paramétereinek azonosíthatóságát és kategorizálhatóságát vizsgálják (IV/1), majd a magasabb árkategória és a képzési célok közötti kapcsolat érvényességét kérdőjelezzik meg (IV/2), ezt követően a technológiai fejlettség és az ár-érték arány aktuális piaci viszonyait elemzik (IV/3), végül pedig a kiválasztási módszertan megalapozottságát és súlyozási lehetőségeit mutatják be (IV/4). Az alábbi alhipotézisek tehát a IV. hipotézis gyakorlati bontásai, amelyek strukturált, objektív keretrendszerként szolgálnak a fejezet elemzéseire és megállapításaihoz.

Alhipotézis 1.: *Feltételezem, hogy a jelenleg piacon lévő eszközök jellemzésére több, mint 50 feletti változó azonosítható és az XR headsetek három fő kategóriájának: a standalone, a PC-alapú és telefon-alapú eszközök különbségei markánsan kirajzolódnak a piacon lévő eszközökben.*

Alhipotézis 2.: *Feltételezem, hogy a VR/MR headsetek piacán az a hagyományos választási modell nem alkalmazható, hogy a drágább vagy ún. magasabb kategóriás modell alkalmasabb lenne egy konkrét védelmi feladat elvégzésére, mint az alacsonyabb árúak és kategóriájúak.*

Alhipotézis 3.: *Feltételezem, hogy egy részletes technológiai adatbázis rámutathat arra, hogy a korábban csak drágább, komplexebb eszközökben elérhető technológiai képességek, mint például MR képesség, nagy teljesítményű processzor, nagy felbontású kijelző vagy 6DoF képesség szenzorok nélkül, a ma már kedvezőbb árú, önállóan működő headsetekben is megtalálhatók.*

Alhipotézis 3: *Feltételezem, hogy a különböző szakfeladatokhoz az alapképzés, a professzionális erő képzése és a szakfeladatokat támogató MR eszköz kiválasztásához eltérő paramétereket kell súlyozni, és egy speciális számítási móddal meghatározható bármely eszköz alkalmassága.*

Célkitűzések

²⁶⁷ Az alhipotézisek a hipotézis tartalmi bontását szolgálják, az értekezés egészére jellemző logika szerint.

A virtuális valóság és AR technológiák értékeléséhez és objektív összehasonlításához szükséges műszaki és módszertani alapok feltárása érdekében több célkitűzést fogalmaztam meg:

Elsődleges célom egy részletes és átfogó **műszaki adatbázis létrehozása**, amely azonosítja, majd rendszerezi a forgalomban lévő XR headsetek közül kiválasztott 198 db-os minta legfontosabb jellemzőit, beleértve a technológiai, ergonómiai és piaci paramétereket. Ezen adatbázis révén bemutathatók az aktuálisan elérhető és a jövőbeni eszközök közötti műszaki különbségek is, lehetővé téve azok objektív értékelését. Tervem, hogy az adatbázist később online felületen megjelenítem, amely a szerző által ellenőrzötteen, de a felhasználók által is tovább bővíthető.

További célom volt, hogy meghatározzam, hogy mely eszköz milyen tulajdonságai alapján válik alkalmassá egyik vagy másik szakfeladatra a védelmi szférában, és emellett egy olyan *pontozási rendszer kidolgozása*, amely az általam kialakított adattáblában szereplő műszaki adatokra építve, az eszközök átlátható összehasonlítását biztosítja. Ez a módszer lehetővé teszi, hogy az eszközöket technológiai kapacitásuk, ergonómiájuk, piaci helyzetük, jövőbeli potenciáljuk és használati perspektíváik alapján objektíven rangsoroljuk. A kutatás kiegészítő célja, hogy bemutassa, miként segítheti egy ilyen rendszer a technológia megfelelő integrációját a védelmi alkalmazásokba, figyelembe véve a hazai és nemzetközi trendeket is. Mindezekre épülve cél, hogy három szakterületen javaslatokat fogalmazzak meg az XR technológiák beszerzésére és alkalmazására vonatkozólag.

Kutatási módszer

A fenti célok elérése érdekében a kutatás során egy átfogó és objektív értékelési rendszert dolgoztam ki a VR és AR headsetek összehasonlítására és kiválasztására. Az objektív értékelési módszerek kulcsfontosságúak az olyan gyorsan fejlődő területeken, mint a virtuális és kiterjesztett valóság.²⁶⁸ Elsőként előkutatást végeztem, hogy milyen típusú eszközök vannak és mely gyártók készítik ezeket, azaz honnan lehet a kutatáshoz szükséges „korpuszt”, azaz vizsgálandó anyagokat összeszedni. Az adatokat több forrásból gyűjtöttem össze, beleértve a gyártók hivatalos termékleírásait, technikai specifikációkat tartalmazó dokumentációkat, független teszteket és szakmai értékeléseket.

A korpusz kialakítása után megvizsgáltam, hogy a gyártói-forgalmazói leírások milyen változókat tartalmaznak az egyes eszközökre vonatkozólag és mely jellemzők vannak meg

²⁶⁸ Saaty Analytic Hierarchy Process 1990: 12-15

mindegyiknél, mely jellemzők hiányoznak. Így alakult ki azoknak a változóknak a rendszere, amelyekkel az eszközök jellemezhetők. A változókhoz hozzárendeltem a jellemzőiket.

Ezekből adattáblát állítottam össze, amely az XR headsetek legfontosabb műszaki és ergonómiai jellemzőit tartalmazza. 84 változó alakult ki a jellemzőikkel, amelyből 71-hez pontértéket kötöttem. Lásd 4. 1. sz. melléklet.

Az objektív pontozási rendszer kidolgozása során Velasquez és Hester többkritériumos döntéshozatali módszereit vettem alapul.²⁶⁹ Ez a rendszer öt fő szempontot/kategóriát határoz meg és értékeli egy eszköznél: a **technológiai kapacitást, a konstrukciót és ergonómiát, a piaci helyzetet, a jövőbeli potenciált és használati perspektívákat tartalmazó jellemzőket**. A munkám során ugyanezeket elemeztem, és kigyűjtöttem a gyártói anyagokból (korporumból) a hozzájuk tartozó jellemzőket/változókat azaz kategóriákba rendeztem azokat, hogy könnyebb legyen a táblázat használata. A változókhoz hozzácsatoltam a jellemzőiket és pontértéket adtam nekik. Az adatbázis elemzése zárta a sort, amely lehetővé teszi az eszközök szisztematikus összehasonlítását, figyelembe véve olyan tényezőket, mint a felbontás, látómező (FOV), súly és akkumulátor-élettartam stb.²⁷⁰

Következő lépésként került sor a kiválasztás-módszertan kidolgozására. Meghatároztam, hogy egy-egy adott feladatnál melyik fő kategória és változóinak ismerete a fontos. Mivel a dolgozat terjedelmét meghaladná a katonai szakterület minden feladatával összevetni az adatbázist, ezért három területet emeltem ki és vizsgáltam: *az alapszintű oktatáshoz és az alapkiképzéshez, a professzionális taktikai lövész kiképzéshez és pilóta képzéshez és a logisztikai vagy egészségügyi szakfeladatokhoz és döntéstámogatáshoz* szükségeseket. Meghatároztam az ezekhez elengedhetetlen eszközképességeket. Kiválasztottam, hogy mely kategóriák fontosak az adott feladathoz és minden, ezekbe a kategóriákba tartozó jellemzőnek súlyozott pontszámot adtam a számolásnál. A leírást lásd később. Az adott kategóriákon belüli keresés több szempontú lehet, ezért a korábbi kutatásokból indultam ki és ezeket a saját szempontjaimmal egészítettem ki.

A technológiai kapacitás értékelése során Cutting tanulmányára támaszkodtam, amely hangsúlyozza a vizuális minőség és a térbeli érzékelés fontosságát a virtuális valóság élményében.²⁷¹ **Az ergonómiai szempontok** értékelésénél Helander emberi tényezőkkel foglalkozó kutatásait vettem figyelembe, amelyek kiemelik a kényelmes és felhasználóbarát

²⁶⁹ VELASQUEZ – HESTER 2013: 58-62

²⁷⁰ NORMAN 2002: 188-189

²⁷¹ CUTTING 2003: 215-238

tervezés jelentőségét a technológiai eszközök elfogadottságában.²⁷² *A piaci helyzet és jövőbeli potenciál* értékelésénél Hartley védelmi politikai gazdaságtani elemzésére támaszkodtam, amely hangsúlyozza a technológiai innovációk gazdasági vonatkozásainak fontosságát.²⁷³

A gyakorlati bemutatáshoz több különböző típusú standalone vagy PC alapú eszközt hasonlítottam össze. Ez az összehasonlítás példákon keresztül mutatja be a döntéshozóknak, hogy hogyan alkalmazható a legmegfelelőbb eszköz kiválasztására az általam javasolt számítási módszer, figyelembe véve a technikai specifikációkat, ergonómiai szempontokat, költséghatékonyságot és jövőbeli potenciált is. Végezetül szöveges formába öntöttem az értékelési rendszert.

Összességében ez a kutatás amellett, hogy jó adatbázis, módszert ad arra is, hogy egy más időpontban, más piaci környezetben, más eszközök esetén végzett adatbáziskészítést hogyan kell végezni, mely paramétereket kell beletenni, azaz egy átfogó és objektív módszert javasolok az XR headsetek értékelésére, amely különösen értékes lehet a gyorsan fejlődő technológiai piacokon, ahol a választás egyre összetettebb feladattá válik. A kidolgozott rendszer segíthet a védelmi, ipari és más szektorok szereplőinek a legmegfelelőbb technológia kiválasztásában, biztosítva az eszközök technológiai és műszaki jellemzőinek objektív és átlátható elemzését.

4.2 Mintavételezés, adatgyűjtés az adatbázis készítése

A kutatás során a VR headsetek műszaki és ergonómiai jellemzőinek szisztematikus vizsgálatához szükséges volt egy átfogó adatbázis létrehozása, amely megbízható forrásokból származó, pontos és strukturált információkat tartalmaz. Az adatgyűjtés célja az volt, hogy különböző gyártók által kínált XR eszközök összehasonlítható adatkészletét hozzam létre, amely lehetőséget biztosít az eszközök objektív értékelésére és a különböző alkalmazási területeken való megfelelőségük elemzésére. Az adatbázis összeállítása során kiemelt figyelmet fordítottam arra, hogy az adatok naprakészek, pontosak és egységes formátumban legyenek rendszerezve a kutatásom lezárásáig, lehetővé téve a későbbi elemzéseket és összehasonlításokat. E részkutatást 2024. december 31.-én zártam le, nem tartalmazza az azután kialakult változásokat.

A minta kiválasztásánál törekedtem arra, hogy a lehető legszélesebb körben érjem el a jelenleg vásárolható VR/MR headseteket. Ezek adták a sokaságot, közel 310 db-ot, melyből *random módon* 199 db eszközt választottam ki elemzésre a mintába, beleértve a különböző

²⁷² HELANDER 1997: 3-16

²⁷³ HARTLEY 2007: 112-120

árkategóriákba tartozó modelleket, a professzionális és fogyasztói piacra szánt eszközöket egyaránt, valamint a különböző technológiai megoldásokat.²⁷⁴

Az adatbázis létrehozása során elsődleges szempont volt a VR/MR headsetek technikai jellemzőinek pontos dokumentálása, így olyan változókat gyűjtöttem össze, amelyek relevánsak lehetnek mind *a felhasználói élmény*, mind pedig *az alkalmazási környezet* és a *hatékonyság* tekintetében.

A strukturált adatgyűjtés érdekében előzetesen meghatározott változók szerint kategorizáltam az eszközöket, így biztosítva az összehasonlíthatóságot. Az adatbázisban szereplő headsetek kategorizálása, mint említettem, a *technológiai kapacitás*, az *ergonómiai kialakítás*, a *piaci helyzet*, a *jövőbeli fejlesztési potenciál* és a *használati perspektívák mentén történt*, ezek lettek a *főbb kategóriák*, amelyeket az alkalmazási környezet igényeit figyelembe véve határoztam meg. Kiemelt figyelmet fordítottam arra, hogy az információk hiteles forrásokból származzanak, és minden headset esetében ellenőrizhető, pontos műszaki adatok álljanak rendelkezésre és több forrásból vissza ellenőrizve kerüljön be a végleges adatbázisba. Elvárásom volt, hogy az összegyűjtött adatok tegyék lehetővé a különböző VR eszközök mélyreható elemzését, összehasonlítását, valamint a legmegfelelőbb modellek kiválasztását az egyes felhasználási területekre. Az így kialakított adatbázis a későbbiekben bővíthető és frissíthető lesz, amely lehetőséget biztosít az újonnan piacra kerülő eszközök integrálására és azok technológiai fejlődésének nyomon követésére. Olyan adatbázis készült, amely a VR/MR headsetek műszaki paramétereit, üzemeltetési jellemzőit és piaci pozícióját összegzi egy adott időpontban.

A gyűjtés többlépcsős folyamat volt, mert először az adatokat tartalmazó oldalakat kerestem fel, majd kigyűjtöttem az összes adatot, majd szűrtem azokat a saját szempontjaim szerint. Az adatok gyűjtésének egyik elsődleges központi forrása a *VR-Compare*²⁷⁵ platform volt, amely a VR/MR headsetek műszaki paramétereinek egyik legátfogóbb és legnaprakészebb online adatbázisa. Ez az oldal lehetővé teszi az eszközök részletes összehasonlítását különböző specifikációk, például felbontás, látómező, mozgáskövetés és platform szerint, csak más prioritásokkal, mint, amit én állítottam fel. A rendszeresen frissített tartalmak biztosítják, hogy az adatbázis megbízható alap forrásként szolgáljon a kutatáshoz,

²⁷⁴ Standalone, PC-alapú vagy MR-képes modellek.

²⁷⁵ VR-Compare

ezen kívül az információkat közvetlenül a gyártók hivatalos weboldalairól és termékdokumentációiból szereztem be.²⁷⁶

További fontos adatforrásként szolgált a Wikipedia²⁷⁷ által fenntartott nyilvántartás a virtuális valóság headsetekről, amelyet azonban a tudományosság elve alapján más forrásokból is meg kellett vizsgálnom. A kutatás során ezért független VR/MR technológiai elemzéseket és szakmai tesztek is felhasználtam másodlagos forrásként.²⁷⁸ Ez az oldal tartalmazza a legtöbb, piacon lévő vagy korábban elérhető VR/MR headsetet, beleértve azok gyártási évét, főbb technikai jellemzőit és piaci státuszát. A vizsgálat segítette a hosszabb távú trendek azonosításában és a korábbi modellek visszamenőleges vizsgálatában is.

Adathitelesség. Kiemelt hangsúlyt fordítottam az adatok megbízhatóságára és hitelességére, mivel ezek képezik a későbbi elemzések és összehasonlítások alapját, ezért az adatbázis kialakítását több forrásból származó adatok integrálásával végeztem, különös figyelmet fordítva arra, hogy az eszközök technológiai fejlődését és jövőbeli potenciálját is megfelelően dokumentáljam. Az összegyűjtött adatok között az eszközök fizikai jellemzői (pl. súly, méretek), technológiai specifikációk (pl. kijelző típusa, felbontás, FOV, szenzorok), kompatibilitás és üzemeltetési jellemzők (pl. akkumulátor-élettartam, tracking rendszer típusa, vezérlők) szerepeltek, valamint a piaci és jövőbeli relevancia (pl. ár, támogatottság, frissítési lehetőségek). Az adatgyűjtés során ellenőrzéseket iktattam be annak biztosítására, hogy az összegyűjtött információk pontos és konzisztens formában szerepeljenek az adatbázisban. A források hitelességét minden esetben visszaellenőriztem a hivatalos gyártói weboldalak és független források között, hogy kiszűrjük az esetleges eltéréseket vagy pontatlan adatokat.

Az adatgyűjtés célja az volt, hogy egy olyan, megbízható és naprakész VR/MR headset adatbázis jöjjön létre, amelyet a napi gyakorlatban használhatnak a beszerzési folyamatokban érintettek és a VR/AR technológiákat a munkájukhoz használók. Egyben későbbi kutatások, összehasonlító elemzések és döntéstámogatási folyamatok alapjául szolgálhat az adatbázis. Az így kialakított adatstruktúra nemcsak a jelenlegi VR/MR piac állapotát tükrözi, hanem lehetőséget biztosít a folyamatos bővítésre és frissítésre is, amely hosszú távon biztosíthatja

²⁷⁶ Ezek: Meta (korábban Oculus): <https://www.meta.com/quest/>, HTC Vive: <https://www.vive.com/us/>, Sony PlayStation VR: <https://www.playstation.com/en-us/ps-vr/>, Valve Index: <https://www.valvesoftware.com/>, Pico Interactive: <https://www.picoxr.com/global/>

²⁷⁷ Wikipédia headsetek (é.n.)

²⁷⁸ Road to VR (é.n.); UploadVR (é.n.); Tom's Hardware VR szekció (é.n.)

annak aktualizálását, Ez összességében alátámaszthatja és megerősítheti a kutatás relevanciáját és gyakorlati alkalmazhatóságát.

Az összegyűjtött adatok szerkezete. Az adatgyűjtési folyamat eredményeként létrejött adatbázis különböző műszaki paramétereket és egyéb releváns jellemzőket tartalmaz a VR headsetek összehasonlíthatóságának biztosítása érdekében (lásd 4.4. sz. melléklet). Az adatbázis kialakítása során nem egy előre meghatározott struktúra alapján történt az adatbevitel, hanem a piacon elérhető eszközök specifikációinak elemzésével és rendszerezésével formálódott, azaz elágazásos kutatás folyt. Ennek megfelelően a kialakított és alkalmazott kategóriák nem közvetlen szerkezeti elemek, hanem olyan elméleti csoportosítások, amelyek a headsetek tulajdonságainak összevetésében és az értékelési szempontok meghatározásában játszanak szerepet.

Az egyik osztályozási módszer volt **a technológiai kapacitás szerinti vizsgálat**, amely olyan tényezőket ölel fel, mint a kijelző technológiája, felbontása, a látómező szélessége, a mozgáskövetési rendszer minősége, valamint az egyes szenzorok érzékenysége. Ezek a paraméterek meghatározzák az eszköz teljesítményét, a vizuális élmény részletességét és a felhasználói interakció pontosságát. Itt 31 db jellemző kategóriát találtam. Egy másik elemzési megközelítés **a konstrukció és ergonómia szerinti csoportosítás**, amely a headsetek fizikai kialakítására, súlyára, kényelmi szempontjaira és az akkumulátor kapacitására összpontosít. Az ergonómiai szempontok különösen lényegesek lehetnek azokban az alkalmazási környezetekben, ahol a felhasználók hosszabb időt töltenek a headset viselésével, például katonai szimulációkban, professzionális tréningekben vagy ipari karbantartási feladatok során. Itt 26 db jellemző kategóriát találtam. **A piaci helyzet és költséghatékonyság** szerinti elemzés szintén fontos szerepet játszik a headsetek értékelésében, különösen akkor, ha a beszerzés nagy volumenben történik, például katonai vagy oktatási célú felhasználás esetén. Ebben a dimenzióban figyelembe vehető az eszköz ára, a gyártói támogatás, az operációs rendszer és az adott modell piaci elérhetősége. Egyes headsetek kifejezetten prémium kategóriába tartoznak, amelyek csúcstechnológiás megoldásokkal rendelkeznek, míg más modellek költséghatékony alternatívát kínálnak, amelyeket tömeges felhasználásra optimalizáltak. Itt 11 db jellemző kategóriát találtam.

A jövőbeli potenciál és fenntarthatóság egy másik kulcsfontosságú tényező, amely azt vizsgálja, hogy az adott headset milyen mértékben maradhat releváns a technológiai fejlődés tükrében. Ebben a kategóriában a gyártói támogatás, a rendszeres szoftverfrissítések és a kompatibilitás más iparági szabványokkal egyaránt szerepet játszik, tehát itt ezek lettek a főbb változók. Itt szintén 11 db jellemző kategóriát találtam.

Egy másik elemzési megközelítés *az eszközök felhasználási terület szerinti kategorizálása volt*, amely során a headseteket funkciójuk alapján vizsgáljuk. Egyes modellek kifejezetten fogyasztói célra, például játékhoz és szórakoztatáshoz készültek, míg más eszközöket professzionális tréningekhez, ipari oktatáshoz vagy katonai szimulációkhoz optimalizáltak. Az ipari és katonai felhasználásra szánt headsetek jellemzően fejlettebb szenzortechnológiával, nagyobb látómezővel és jobb ergonómiai tulajdonságokkal rendelkeznek, mivel ezek az eszközök komplex környezetekben és hosszabb időtartamú használat során is hatékonyan kell, hogy működjenek. A prémium szimulációs rendszerek esetében kiemelten fontos az élethű grafikai megjelenítés, az ultraalacsony késleltetésű követési rendszerek és a fejlett képfeldolgozási megoldások. Ezért a *biztonsági és katonai specifikus kategóriába összesen 6 változót jelöltem meg*. Lásd a mintaleírásban.

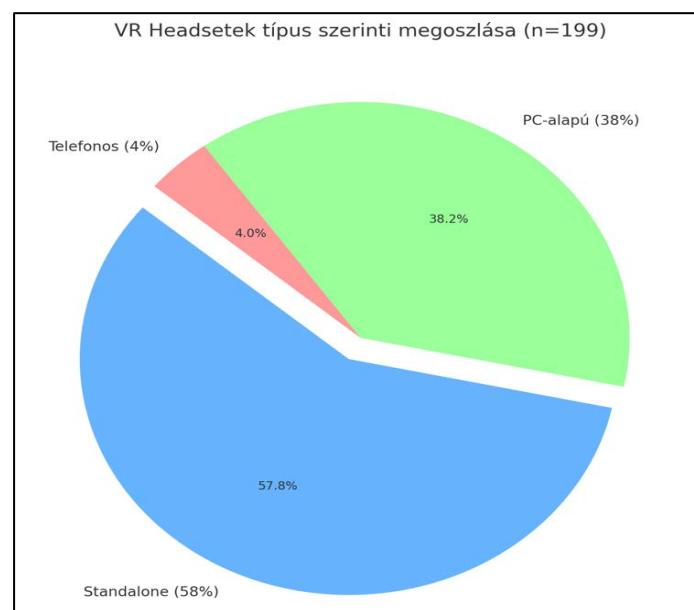
Az adatgyűjtés során felmerült változók és kategóriák alapján meghatározható lett, hogy a jelenlegi piaci kínálat milyen struktúrát alkot, és mely eszközök nyújtanak optimális megoldást különböző felhasználási célokra. A vizsgálatban alkalmazott kategorizálási elvek segítettek abban is, hogy a headsetek összehasonlíthatók és megfelelő szempontok alapján értékelhetők legyenek. Az adatok rendszerezése során fontos szerepet kapott a változók közötti összefüggések feltárása és azoknak az értékelési folyamatra gyakorolt hatása. Az elkövetkező alfejezetekben részletesen bemutatom az alkalmazott elemzési módszert, amely segítségével az adatbázis struktúrája és az értékelési modell összefüggései elemezhetők.

4.3 A minta és a nyert adatok bemutatása

Az adatelemzésem célja volt, hogy feltárjam az egyes eszközök közötti technológiai különbségeket, az ergonómiai és felhasználói szempontokat, valamint azokat a tényezőket, amelyek meghatározzák a headsetek alkalmazhatóságát különböző környezetekben. Az adatstruktúra kialakításakor arra törekedtem, hogy az információk rendszerezésével biztosítsam a headsetek objektív összehasonlíthatóságát, ezáltal megalapozva a későbbi kvantitatív és kvalitatív elemzéseket. Az általam vizsgált minta összesen 199 headsetet és az adataikat tartalmazza. A kezelhetőség érdekében a nyomtatott formában ezeket A/4-es lapokra rendeztem laponként 1-14 db változót és azok jellemzőit bemutatva. (Lásd x. sz. melléklet) Nézzük ezek paramétereit!

Típusát tekintve a 199-ből 115 standalone (58%), 76 PC-alapú (38%) és 8 telefonos (4%) VR-eszköz (lásd 9. ábra) A headsetekre kategóriájba rendezve 74 különböző változót nevesítettem, (lásd 4.1. sz. melléklet 1. oszlop), amelyek közé tartoznak többek között a

bejelentés és piacra kerülés dátuma, az eszköz fizikai méretei, mint a magasság, szélesség, mélység, tömeg, vagy a vezeték nélküli csatlakoztathatóság, vagy a kijelző technológiai jellemzői: felbontás, látómező, kijelző típusa stb. Vizsgáltam az optikai és érzékelési rendszereket (eye tracking, hand tracking, foveated rendering), valamint a vezérlőket és interakciós lehetőségeket, mint például a kontroller típusa, haptikus visszacsatolás és a bemeneti módok. Elsődlegesen a *headsetek műszaki specifikációit* elemeztem, különös figyelmet fordítva például a kijelző technológiájára, a felbontásra, a látómező méretére, a mozgáskövetés típusára és pontosságára, valamint az érzékelők és szenzorok meglétére. Típus szerinti bemutatás eredményét az alábbi grafikon mutatja.



10.sz. ábra Headsetek típus szerinti megoszlása a mintában. Készítette: a szerző

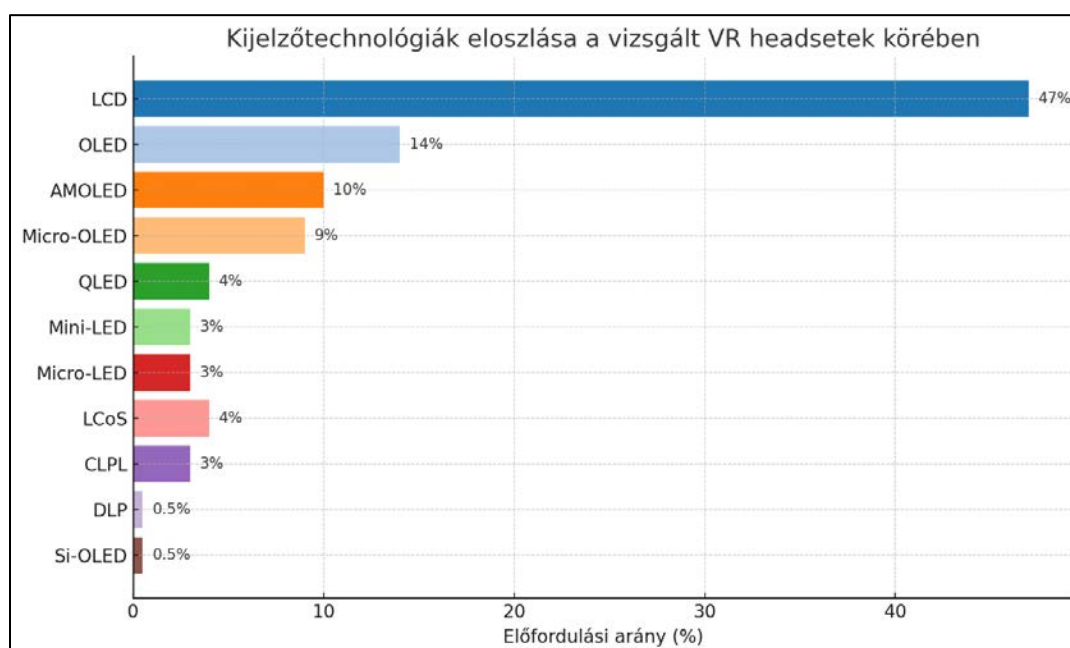
A kijelzők esetében az egyik legfontosabb szempontnak a felbontást tekintem, amely közvetlen hatással van a vizuális élmény minőségére. Az alacsonyabb felbontású modellek nagyobb a pixelezettséget és az úgynevezett „screen door effectet”,²⁷⁹ míg a magasabb felbontású eszközök részletgazdagabb, élethűbb megjelenítést biztosítanak. Az általam vizsgált headsetek különböző kijelzőtechnológiát alkalmaznak, amelyek eltérő vizuális

²⁷⁹ A *screen door effect* (SDE) egy vizuális artefaktum, amely a VR headsetek használata során jelentkezik, amikor a kijelzőn megjelenő képen láthatóvá válnak a pixelek közötti finom vonalak vagy rések, rácsszerű mintázatot eredményezve. Ez a jelenség különösen észlelhető a virtuális valóság (VR) headseteknél, mivel ezek közelről nézve és a látómező széles területére kiterjesztve jelenítik meg a képet. Az SDE csökkentésére a gyártók különféle megoldásokat alkalmaznak, például a pixelsűrűség növelését, diffúziós szűrők használatát vagy fejlettebb optikai rendszerek integrálását, amelyek egyenletesebbé teszik a képmegjelenítést. *Screen door effect reduction using mechanical shifting for virtual reality displays* https://research.facebook.com/publications/screen-door-effect-reduction-using-mechanical-shifting-for-virtual-reality-displays/?utm_source=chatgpt.com (letöltés: 2025.02.15.).

élményt és energiahatékonyságot biztosítanak. Az eszközök legnagyobb része 94 db (47%) LCD technológiát használ, ezt követik az OLED panelek 28 eszközzel (14%), majd a fejlettebb AMOLED kijelzők 19 (10%) megjelenéssel.

A Micro-OLED panelek, amelyek kiváló kontrasztot és energiahatékonyságot kínálnak, 18 eszköznél (9%) fordulnak elő. Emellett a QLED technológia 8 esetben (4%), a Mini-LED 6 (3%) esetben, míg a Micro-LED 6 (3%) alkalommal szerepel (lásd 11.sz. ábra).

Egyes speciális eszközök LCoS (Liquid Crystal on Silicon) kijelzőt alkalmaznak, összesen 7 (4%) esetben, míg a CLPL (Crystal Layered Panel) technológia 5 (3%) eszközönél található meg. A DLP (0,5%) és Si-OLED (0,5%) technológiák egyaránt ritkábban fordulnak elő, mindkettő 1-1 esetben szerepel az adatbázisban.



11.sz.ábra (n:199): A kijelzőtechnológiák százalékos megoszlása a mintában. Készítette: a szerző.

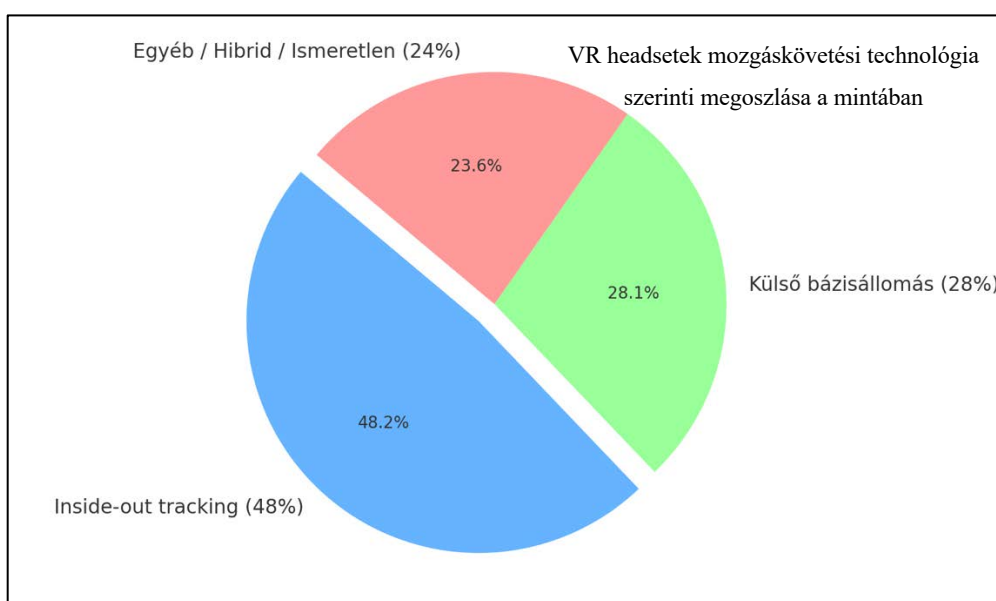
Ezek az eloszlások jól mutatják a kijelzőtechnológiák fejlődését és azt, hogy a legtöbb headset esetében az LCD még mindig a leggyakoribb választás, míg a prémium modellek egyre inkább az OLED és Micro-OLED irányába mozdulnak el.

A headsetek **térbeli mozgáskövetési képessége** szintén kulcsfontosságú tényező a használhatóság szempontjából. Az általam vizsgált eszközök többsége „inside-out tracking”²⁸⁰ technológiát használ 96 db (a minta 48 %-a), amely a headsetbe integrált kamerák

²⁸⁰ Az *inside-out tracking* egy fejlett mozgáskövetési technológia, amelyben a VR headset saját beépített szenzorai és kamerái segítségével határozza meg a felhasználó helyzetét és mozgását a térben, külső érzékelők vagy bázisállomások nélkül. Ez a módszer jelentős előnyt jelent a telepítés egyszerűségének és a mobilitásnak köszönhetően, mivel nincs szükség külső jeladókra vagy referenciaeszközökre a pontos pozíciókövetéshez. Az *inside-out tracking* a számítógépes látás algoritmusait és a headsetbe épített IMU (inerciális mérőegység) adatait kombinálva képes pontosan rekonstruálni a mozgást, lehetővé téve a

segítségével térképezi fel a környezetet. Az eszközök közül 56 db (28%) külső bázisállomásos követést használ, egyéb hibrid vagy nem ismert mozgáskövetéssel pedig 47 db (24%) rendelkezik (lásd 12.sz. ábra). Néhány prémium kategóriás modell azonban külső bázisállomásokat alkalmaz a mozgás pontosabb követése érdekében.

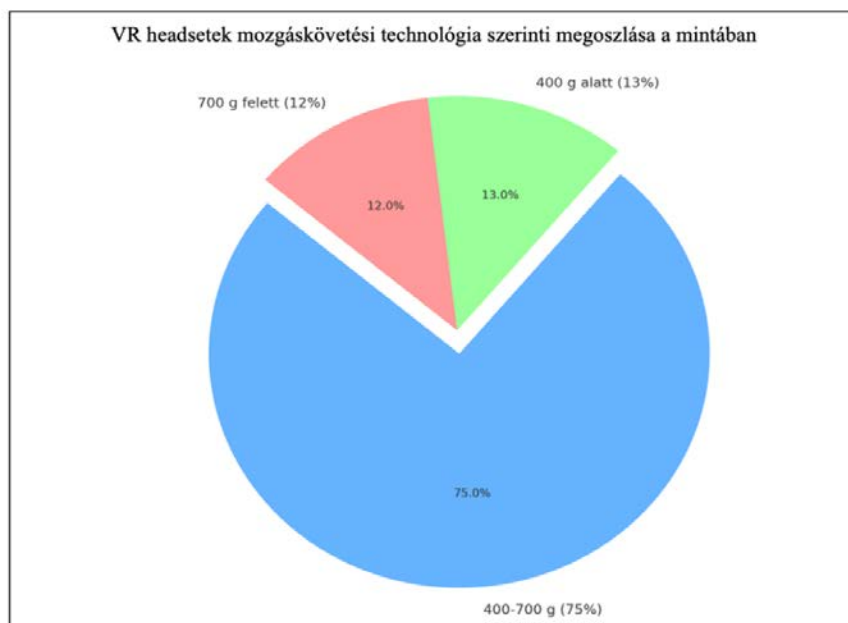
Az inside-out tracking rendszerek előnyeit is figyelembe vettem, mivel ezek lehetővé teszik az egyszerűbb telepítést és a nagyobb mobilitást, ami hasznos lehet a hordozható használat során. Az arányokat az alábbi grafikon mutatja.



12.sz. ábra: VR headsetek mozgáskövetési technológia szerinti megoszlása a mintában (n:199). Készítette: a szerző.

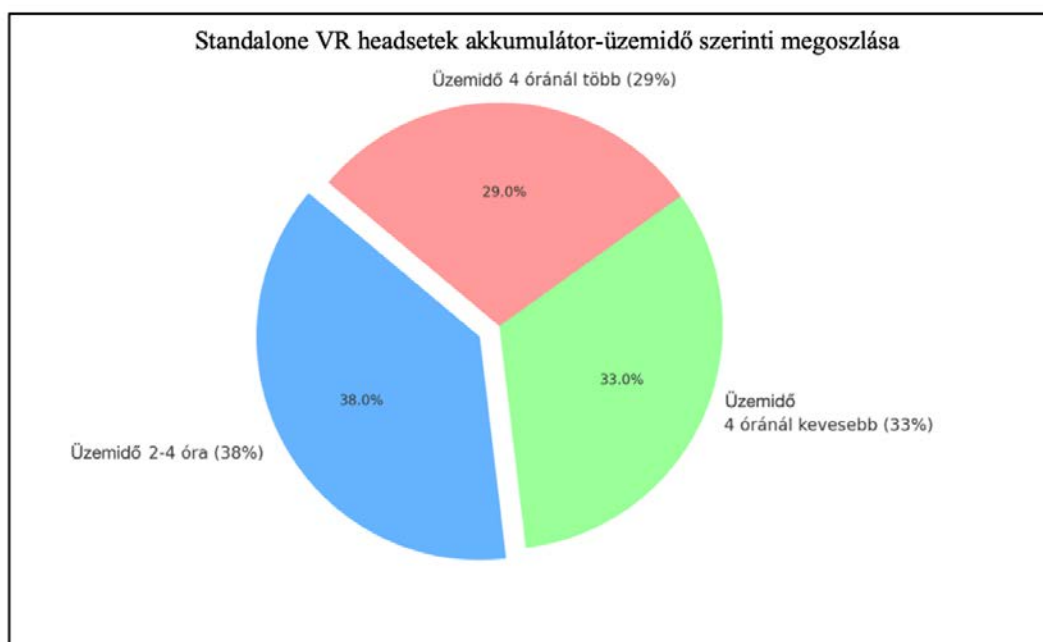
A következő változó **az ergonómiai jellemzők volt**. Ezeket is részletesen vizsgáltam, ideértve a headsetek súlyát, a fejpánt kialakítását és az akkumulátor üzemidejét. A *tömeg* tekintetében jelentős eltéréseket azonosítottam az egyes modellek között, hiszen míg a könnyebb headsetek jellemzően kényelmesebbek, a nehezebb modellek stabilabb szerkezeti kialakítással és hosszabb élettartammal rendelkeznek.

Az adatbázisomban található eszközök többsége 75 %-a 400 és 700 gramm közötti súlykategóriába esik (lásd 13. ábra), ami fontos szempont a hosszabb távú használati komfort szempontjából. Az eszközök 13 % a könnyebbe, 12% a legkönnyebb kategóriába tartozik. Az arányokat az 13.sz. ábra mutatja.



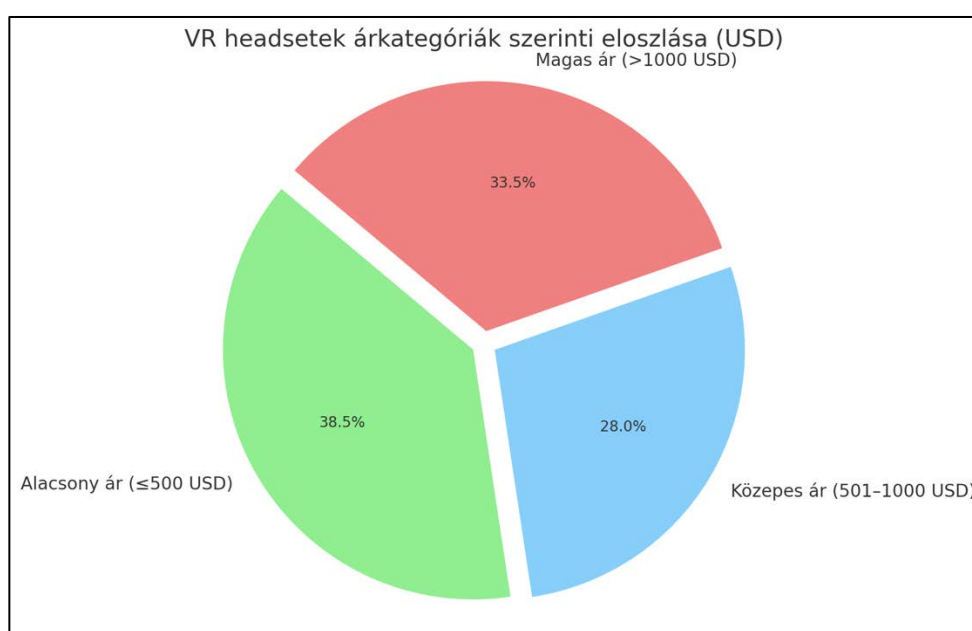
13.sz. ábra: A minta súlykategória szerinti megoszlása. Készítette a szerző.

Az akkumulátor-üzemidő kérdése szintén lényeges, különösen olyan alkalmazások esetében, ahol a headseteket folyamatosan kell használni, például oktatási vagy ipari karbantartási tréningek, de a védelmi munka során is. A mintában a legtöbb önálló működésre képes eszköz 44 db (38%) eszköz 2-4 órás üzemidővel rendelkezik, ami valami egyes felhasználási esetekben további külső energiaforrást vagy cserélhető akkumulátorokat tehet szükségessé, 4 óránál kevesebb üzemidővel 38 db (33%) és 4 óránál több kapacitással pedig 33 db (29%) eszköz rendelkezik (lásd 13. ábra).



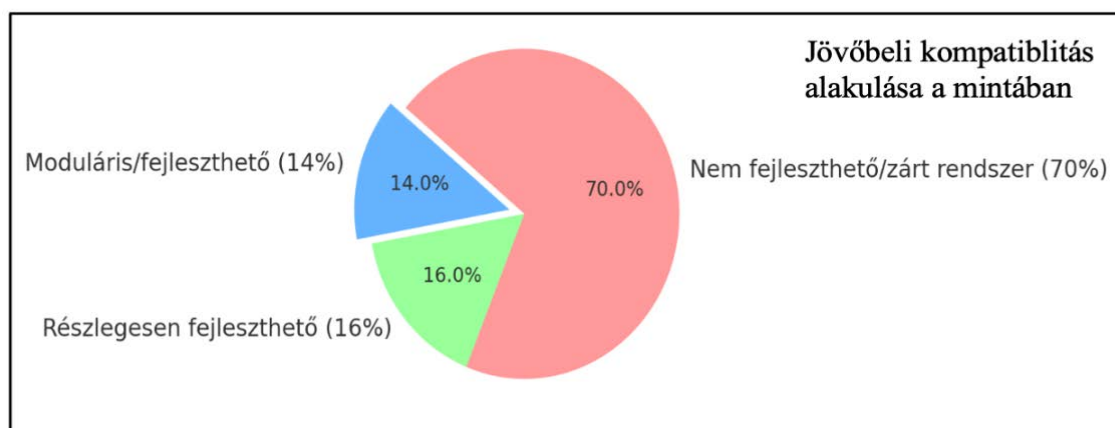
14.sz. ábra: Standalone VR headsetek akkumulátor-üzemidő szerinti megoszlása. Készítette a szerző.

Az elemzett adatbázis a headsetek *piaci elérhetőségére és költséghatékonyságára* is kiterjed. Az eszközök különböző ársávokba tartoznak, az alacsonyabb költségvetésű belépőszintű modellektől kezdve a prémium kategóriás professzionális headsetekig (lásd 15. sz. ábra). Az adatbázis alapján az eszközök ár szerinti eloszlása a következőképpen alakult: az alacsony árkategóriába (500 USD alatti ár) tartozott az eszközök 38,5%-a, a közepes árkategóriába (501–1000 USD) 28,0%, míg a magas árkategóriába (1000 USD felett) 33,5% esett (lásd 14. ábra). Az árelemzések során megállapítottam, hogy az egyes modellek ár-érték aránya jelentős eltéréseket mutat, hiszen a magasabb ár és kategória nem minden esetben jelent automatikusan jobb teljesítményt vagy jobb ergonomikusabb kialakítást.



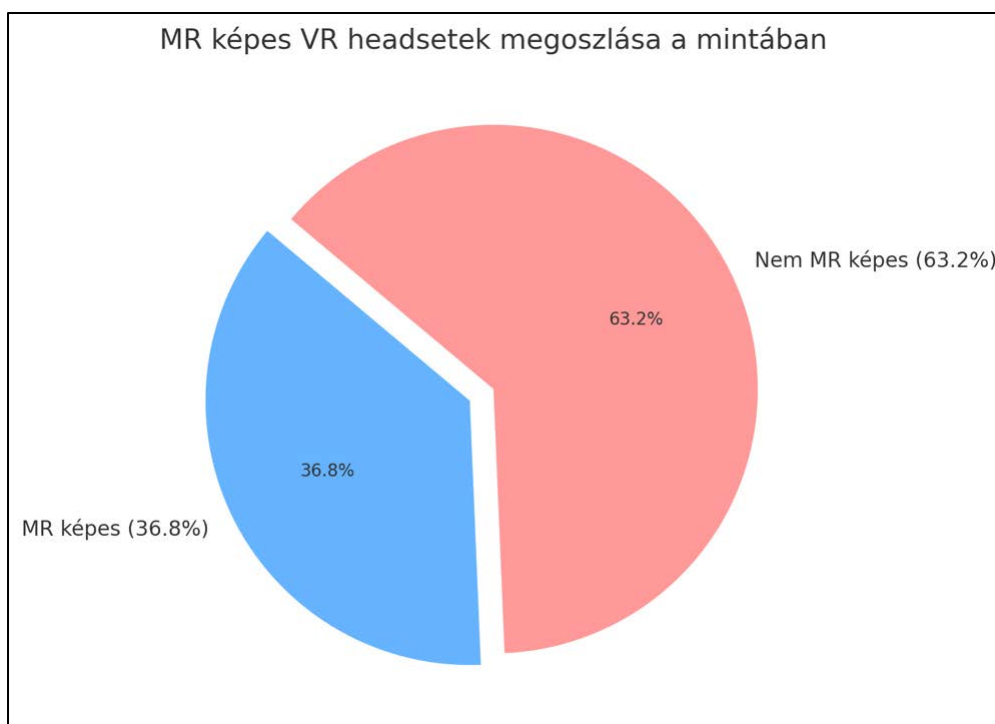
15.sz. ábra (n=161) A VR Headsetek ársávok szerinti megoszlása a mintában. Készítette a szerző.

Ezen kívül a headsetek *jövőbeli kompatibilitását és fejleszthetőségét* is elemeztem (lásd 16.sz. ábra). Az általam vizsgált eszközök egy része támogatja a moduláris kiegészítőket, például fejlettebb mozgáskövető rendszereket vagy szemkövetést lehetővé tévő szenzorokat, míg más modellek zárt ökoszisztémában működnek, ahol az utólagos fejlesztési lehetőségek korlátozottak. Ez alapján a következő eredmények születtek: Moduláris/fejleszthető: 28 db (14%), Részlegesen fejleszthető: 32 db (16%), Nem fejleszthető/zárt rendszer: 139 db (70%).



16.sz. ábra: A jövőbeli kompatibilitás alakulása a mintában. Készítette a szerző.

Különös figyelmet fordítottam azokra a VR headsetekre, amelyek támogatják a mixed reality (MR) funkciókat, mivel ezek különösen relevánsak lehetnek ipari és katonai szimulációkban. Az MR technológia lehetővé teszi a valós környezet és a virtuális tartalom integrálását, ami kulcsszerepet játszik a felhasználói élmény és a képzési hatékonyság növelésében. Az általam vizsgált minta alapján az **MR képes headsetek** aránya 36,8% (89 db), ami azt mutatja, hogy ezek az eszközök még mindig kisebbséget képviselnek a piacon, de növekvő tendenciát mutatnak (lásd 17.sz. ábra). Az MR technológiát támogató eszközök jelentős előnyt biztosítanak olyan területeken, ahol a valós és a virtuális környezet közötti interakció kiemelten fontos, például katonai kiképzések, orvosi szimulációk vagy ipari tervezési folyamatok során. Az adatok alapján elmondható, hogy az MR képes headsetek aránya várhatóan tovább fog növekedni, ahogy a technológia érettebbé válik és az iparági igények egyre inkább e funkció felé mozdulnak.



17.sz. ábra MR képes VR headsetek megoszlása a mintában. Készítette a szerző.

A vizsgált minta alapján megállapítható, hogy a VR headsetek piaca rendkívül diverzifikált, és a különböző eszközök technológiai, ergonómiai, valamint költséghatékonysági szempontból is jelentős eltéréseket mutatnak. Az adatok alapján kirajzolódik, hogy a standalone eszközök dominanciája (58%) meghatározó a jelenlegi piacon, mivel ezek a headsetek az egyszerű telepíthetőség és a mobilitás miatt a legszélesebb felhasználói kör számára elérhetők.

A PC-alapú eszközök (38%) továbbra is fontos szerepet töltenek be, különösen a professzionális alkalmazásokban és a csúcskategóriás játékelmények területén. A telefonos VR megoldások (4%) jelentősége visszaszorulóban van, ami a technológiai fejlődés következménye.

A kijelzőtechnológiák eloszlása szintén fontos következtetésekhez vezet. A mintában az LCD technológia (47%) még mindig uralkodó, mivel költséghatékony és megfelelő vizuális élményt nyújt. Ugyanakkor a prémium kategóriában egyre nagyobb teret nyernek az OLED (14%) és Micro-OLED (9%) panelek, amelyek jobb kontrasztot, mélyebb feketét és energiatakarékosabb működést biztosítanak. Az AMOLED kijelzők (10%) is elterjedtek a magasabb minőséget kereső felhasználók körében. A speciális kijelzőtechnológiák, mint a QLED, Mini-LED, Micro-LED, LCoS, CLPL, DLP és Si-OLED, csak kisebb arányban

képviseltetik magukat, de jelenlétük azt mutatja, hogy a gyártók folyamatosan keresik az innovatív megoldásokat a vizuális élmény javítása érdekében.

A mozgáskövetési technológiák tekintetében az inside-out tracking rendszer dominanciája (48%) arra utal, hogy a gyártók és felhasználók egyaránt előnyben részesítik az egyszerűbb telepítést és mobilitást kínáló megoldásokat. A külső bázisállomásos rendszerek (28%) azonban továbbra is elengedhetetlenek a csúcskategóriás, precíz mozgáskövetést igénylő alkalmazásokban, például ipari vagy katonai szimulációk esetében. Az egyéb, hibrid vagy ismeretlen megoldások (24%) jelenléte pedig arra utal, hogy a piac még mindig kísérletezik az optimális követési módszerek megtalálásával.

Az ergonómiai vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a headsetek többsége (75%) a 400-700 gramm közötti *súlytartományba* esik, ami a kényelmes és stabil használhatóságot egyaránt biztosítja. A könnyebb, 400 gramm alatti eszközök (13%) a hosszabb távú viselhetőséget támogatják, míg a nehezebb, 700 gramm feletti modellek (12%) gyakran a robusztusabb felépítés és a bővített funkcionalitás miatt indokoltak. *Az akkumulátor-üzemidő* szempontjából a standalone eszközöknél a 2-4 órás működési idő a leggyakoribb (38%), amely az átlagos felhasználói igényeket kielégíti. A 4 óránál rövidebb üzemidővel rendelkező modellek (33%) korlátozhatják a folyamatos használatot, míg a 4 óránál hosszabb kapacitású eszközök (29%) inkább a professzionális alkalmazásokban nyújtanak előnyt.

Az árkategóriák szerinti megoszlás azt mutatja, hogy a headsetek legnagyobb része (38,5%) az alacsony árkategóriába (500 USD alatt) tartozik, ami a belépőszintű modellnek számít, a közép kategóriás eszközök (501–1000 USD) 28,0%-os arányban vannak jelen, míg a prémium, professzionális felhasználásra szánt, 1000 USD feletti modellek a minta 33,5%-át képviselik. Ez a megoszlás jól érzékelteti a piac sokszínűségét és azt, hogy minden árkategóriában van elérhető VR headset. Végezetül, **a jövőbeli kompatibilitás és fejleszthetőség** kérdése is megosztottságot mutat, mert a zárt ökoszisztémában működő eszközök aránya (70%) ami kiemelkedő, ez a gyártók felhasználói kötöttségre irányuló stratégiát tükröz. A részlegesen fejleszthető (16%) és modulárisan bővíthető (14%) modellek jelenléte azonban azt jelzi, hogy a felhasználók egy része továbbra is igényt tart a hosszú távú kompatibilitásra. Vizsgálva és azonosítva, hogy mely paraméterek fontosak és milyen szakmai megfontolásból, sikerült 5 nagy kategóriát és azok alcsoportjait (74), valamint a hozzájuk köthető jellemzőket azonosítani.

Összességében a minta alapján kijelenthető, hogy a VR headsetek piacán *egyensúly figyelhető meg* az elérhető árú, standard funkciókat kínáló eszközök és a prémium kategóriás, innovatív megoldásokat felvonultató modellek között. A technológiai fejlődés egyértelműen

a jobb kijelzők, a precízebb mozgáskövetés és a hosszabb üzemidő irányába mutat, miközben a felhasználói igények sokszínűsége továbbra is meghatározó tényező marad a gyártók fejlesztési irányelveiben. Az is megállapítható, hogy a magasabb ár nem jelent feltétlenül több vagy jobb képességet. Megállapítható továbbá, hogy az általam összegyűjtött és elemzett adatok alapján a *VR/MR headsetek teljesítménye jelentősen eltérhet*.

Az adatbázis értékelési módjának leírása

Ennek az alfejezetnek célja a hatalmas adatbázis (4.4. sz. melléklet) felépítésének megvilágítása (mi miért került bele), de egyben egy *értékelési minta adása* más adatbázisok összeállításához és értékeléséhez. A különböző VR és MR headsetek vizsgálatakor nem csupán a technológiai specifikációk, hanem az ergonómiai kialakítás, a piaci helyzet, a jövőbeli fenntarthatóság és a biztonsági alkalmazhatóság is kulcsfontosságú tényezők. A megfelelő értékelés kialakításához elsőként olyan változók figyelembevételére van szükség, amelyek pontos képet adnak az eszközök teljesítményéről, felhasználói élményéről és hosszú távú alkalmazhatóságáról. ***Ennek érdekében is öt fő kategóriába csoportosítottam az eszközjellemzőket***, és megkerestem az ezeket jellemző (hozzájuk csatolható) paramétereket.

Az első kategória a technológiai kapacitás, amely az eszköz teljesítményét és fejlettségét méri. Ide tartozik például *a processzor és a grafikus teljesítmény*, valamint a *memória és a tárolókapacitás*, amelyek meghatározzák az eszköz számítási sebességét és adatkezelési képességeit. *A kijelző minősége* és felbontása, a látómező nagysága (FOV), valamint a mozgáskövetési képességek kulcsszerepet játszanak a felhasználói élmény meghatározásában, hiszen ezek befolyásolják a látvány részletességét és a mozgás természetességét. A legkorszerűbb, legjobb kapacitású professzionális headsetek élethűbb vizuális megjelenítést és pontosabb mozgásérzékelést biztosítanak, ami elengedhetetlen például szimulációs vagy katonai alkalmazások esetén. Az értékelési rendszeremben ide sorolhatók azok a változók, amelyek közvetlenül hatnak a teljesítményre és a vizuális élményre, így például a “Chipset, CPU, GPU, Compute Unit, Memory, Memory Type, Storage és Operating System”, amelyek az eszköz számítási és adatfeldolgozási képességeit határozzák meg. A kijelző jellemzői közé tartozik a “Display, Display Brightness, HRes, vRes, Subpixel Count, Subpixel Layout, Peak Ppd, Ppd” és “Refresh Rate”, amelyek a képminőséget és a felbontás részletességét befolyásolják. A látómező és optikai rendszerek értékelése szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bírnak a “Binocular Overlap, DFov, DFov Rendered, H Fov, HFov Rendered, VFov, VFov Rendered, Min Ipd, Max Ipd, Ipd Auto Adjust, Ipd Hardware Adjustable” és “Optics” változók. Az eszköz érzékelési és követési

képességeit az olyan paraméterek befolyásolják, mint az “Eye Tracking, Face Tracking, Hand Tracking, Foveated Rendering, Body Tracking, Headset Haptics” és “Passthrough”, amelyek meghatározzák, hogy a headset mennyire képes pontos és valós idejű mozgáskövetésre, valamint hogyan reagál a felhasználói interakciókra. Az adatbázisban szereplő eszközök mindegyikénél beazonosítottam, hogy melyik kategóriába tartoznak technológiai kapacitás szerint.

A második főcsoport a konstrukció és ergonómia, amely az eszköz kialakítását, viselési komfortját és felhasználóbarát kialakítását vizsgálja. A headset súlyelosztása, az anyaghasználat, valamint a pántok és párnázás ergonómiai kialakítása mind befolyásolják, hogy mennyire kényelmes a hosszú távú használat során. Az ergonómiai kialakítás meghatározó tényező a felhasználói élmény szempontjából, hiszen egy nehezen hordható, kényelmetlen headset csökkentheti a felhasználók elégedettségét és korlátozhatja a technológia hatékony alkalmazását. Ezen túlmenően a *fej- és kézvezérlési mechanizmusok*, a vezérlők ergonómiai kialakítása, a *haptikus visszacsatolás* és a *mozgáskövetési pontosság* mind-mind szerepet játszanak abban, hogy a headset mennyire biztosít intuitív és természetes interakciót a virtuális térben. Az eszköz *súlyeloszlása és méretei* pedig közvetlen hatással vannak a komfortérzetre, így az olyan változók, mint a “Height, Height With Headstrap, Weight, Weight Without Headstrap, Width, Width With Headstrap, Depth, Depth With Headstrap” és “Material” különösen fontosak az értékelés során. A “Headstrap” kialakítása jelentősen hozzájárul a viselési stabilitáshoz és kényelmességhez. A *hangrendszer és a kommunikációs funkciók* vizsgálatánál a “Microphone, Speakers és Audio Jack” bemenet releváns tényezők, mivel ezek meghatározzák a hangélményt és a headset kommunikációs képességeit. A felhasználói interakció szempontjából fontos szerepet töltenek be a vezérlők és azok ergonómiai tulajdonságai, így a “Controller, Controller Count, Controller DoF, Controller Finger Tracking, Controller Haptics, Controller Input Methods, Controller Battery, Controller Battery Life, Controller Weight” és “Show Controller Images” mint változók, mind meghatározzák, hogy milyen mértékben képes a felhasználó precíz és intuitív módon interakcióba lépni a virtuális térrel. Az adatbázisban szereplő eszközök mindegyikénél beazonosítottam, hogy mely fenti kategóriába tartoznak.

A harmadik kategória a piaci helyzet és költséghatékonyság, amely az eszköz elérhetőségét és ár-érték arányát elemzi. Egy headset piaci sikerességét jelentősen befolyásolja az ára és annak összhangja a kínált teljesítménnyel. A *költséghatékonyság* nem csupán a kezdeti beszerzési árra vonatkozik, hanem az üzemeltetési és karbantartási költségekre is, hiszen egy drágább, de hosszabb távon fenntartható és jól támogatott eszköz

kedvezőbb befektetés lehet, mint egy olcsóbb, de gyorsan elavuló modell. Az *elérhetőség* szempontjából kulcsfontosságú változók a “Bejelentés dátuma, Piacra kerülés dátuma” és a “Discontinued” státusz, mivel ezek meghatározzák az adott headset technológiai aktualitását és piaci rendelkezésre állását. Az árak értékeléséhez a “Price” változó biztosít kvantitatív alapot, amely egyben segít a lehetőségeink és az ár, valamint az eszközök egymással való összehasonlításában. A *kapcsolódási lehetőségek* nagyban befolyásolják a headset rugalmasságát és kompatibilitását a különböző rendszerekkel. Ennek a változónak is meghatároztam az alcsoportjait. A “Wifi, Wireless Video és Bluetooth” változók azt mutatják meg, hogy az eszköz milyen vezeték nélküli lehetőségekkel rendelkezik, míg a “Ports” és “Misc Connectivity” értékei azt jelölik, hogy milyen interfészeken keresztül csatlakoztatható más eszközökhöz. A “Video Connection” és az “SD Card Slot” további fontos tényezők, amelyek a bővíthetőség és a multimédiás tartalomkezelés szempontjából lehetnek meghatározók. Egy piacképes headset esetében az operációs rendszer támogatottsága, a csatlakoztathatóság rugalmassága és az ár-érték arány optimalizálása mind kritikus tényezők, amelyek befolyásolják a vásárlók döntéseit és az eszköz hosszú távú megtérülését.

A *negyedik változókatégória a jövőbeli potenciál és fenntarthatóság*, amely azt vizsgálja, hogy az adott headset mennyire marad releváns a gyorsan fejlődő technológiai környezetben. Egy eszköz hosszú távú alkalmazhatóságát jelentősen befolyásolja az *akkumulátor teljesítménye és üzemideje*, különösen olyan felhasználási területeken, ahol a folyamatos töltés nem megoldható. Az olyan változók, mint a “Battery Capacity, Battery Life” és “Charge Time”, meghatározzák, hogy az eszköz milyen időtartamban használható egyetlen töltéssel, illetve mennyi idő alatt tölthető újra optimális szintre. Az *MR-kompatibilitás* egyre nagyobb jelentőséggel bír a piacon, mivel az MR képes headsetek lehetővé teszik a valós és a virtuális környezet együttes megjelenítését, ami kulcsfontosságú az ipari, katonai és orvosi alkalmazásokban. Ennek megfelelően a jövőbeli potenciál értékeléséhez az “MR”-képes változó különösen lényeges szempont. A mozgáskövetési rendszerek fejlettsége is hatással van az eszköz fenntarthatóságára és jövőbeli alkalmazhatóságára. Az olyan további paraméterek, mint *mozgáskövetés* azaz a “Tracking, Tracking Camera Count, Tracking Frequency, Base Stations és Base Station Count”, azt mutatják meg, hogy a headset milyen pontossággal és milyen módon követi a felhasználó mozgását. A fejlett mozgáskövetési technológiák hozzájárulhatnak a VR élmény természetesebbé tételéhez, különösen olyan alkalmazások esetén, ahol a pontos interakció és a térbeli érzékelés kritikus jelentőségű.

A jövőbeli kompatibilitást és fenntarthatóságot erősítő tényezők közé tartoznak még a *moduláris fejlesztési lehetőségek és a szoftverfrissítések elérhetősége*. Az olyan alcsoportok,

mint a “Compliances, Colours, Screens és Monocular”, szintén befolyásolják az eszköz jövőállóságát, mivel ezek meghatározzák, hogy a headset mennyire felel meg az iparági követelményeknek és milyen módon építhető be a különböző alkalmazási környezetekbe. Összességében ez a kategória azoknak a technológiai és ergonómiai faktoroknak az összességét vizsgálja, amelyek biztosítják, hogy a headset hosszú távon is versenyképes és kompatibilis maradjon a gyorsan fejlődő VR/MR „ökoszisztémában”.

Végezetül, az ötödik kategóriaként a biztonsági és katonai specifikus szempontokat, neveztem meg, amelyek az ipari és katonai alkalmazhatóságot vizsgálják. Ezekben a környezetekben az eszközöknek extrém körülmények között is megbízhatóan kell működniük, így az olyan tényezők, mint a *megfelelőségi szabványok*, a *mozgáskövetési pontosság* és a *robustus kialakítás* kiemelten fontosak. Az olyan headsetek, amelyek fejlett érzékelőkkel és követési technológiákkal rendelkeznek, nagy előnyt biztosítanak a katonai és ipari szimulációkban, ahol a precíz mozgáskövetés és a környezeti interakció pontossága kritikus szerepet játszik. A fejlett szenzortechnológiák közül az inside-out tracking rendszerek különösen fontosak lehetnek olyan helyzetekben, ahol nincs lehetőség külső referenciaérezékelők telepítésére. Az ilyen rendszerek külső szenzorok nélkül biztosítanak megbízható mozgáskövetést, amely kulcsfontosságú lehet mobil hadszíntéri alkalmazásoknál vagy olyan környezetekben, ahol a terepviszonyok változékonysága miatt a külső érzékelők nem alkalmazhatók. Az olyan változók, mint a “Tracking, Tracking Camera Count” és “Tracking Frequency”, pontosan megmutatják, hogy az adott headset milyen érzékelési képességekkel rendelkezik és milyen megbízhatóan képes követni a felhasználó mozgását. Emellett a *megfelelőségi szabványok* “Compliances” és a különböző robusztussági tényezők is meghatározzák, hogy az eszköz mennyire felel meg az ipari és katonai alkalmazások követelményeinek.

Az eszközök fizikai kialakítása, a strapabíró anyaghasználat és az *ütésállóság* mind befolyásolják, hogy a headsetek mennyire képesek ellenállni a szélsőséges körülményeknek. Az ilyen környezetekben való alkalmazhatóság érdekében a headseteknek valós idejű adatokat kell biztosítaniuk, és képesnek kell lenniük arra, hogy gyors és pontos reakciókat tegyenek lehetővé a felhasználók számára, például taktikai döntések meghozatalakor vagy precíziós képzések során. A fenti kategóriákhoz kiválasztott változók áttekintése biztosítja, hogy az adatok elemzése során az eszközök objektív módon legyenek összehasonlíthatók, továbbá, hogy a célunknak a legmegfelelőbbet tudjuk kiválasztani, miközben figyelembe vesszük a kategóriák legfontosabb szempontjait. A javasolt értékelési struktúra segíthet nemcsak a jelenlegi headsetek kiértékelésében, hanem egy olyan rugalmas rendszer létrehozásában is,

amely lehetővé teszi az új technológiai fejlesztések és trendek beillesztését és figyelemmel kísérését a jövőben. A kategóriák és a változók, valamint a hozzájuk kötött jellemzők és tulajdonságok fent bemutatott magyarázatával az eszközt beszerezni kívánók számára könnyebbé válhat a döntés és a piacon való eligazodás.

4.4 Eszközzválasztási módszertan

Ahhoz, hogy a védelmi szférában az adott feladatnak, célunknak megfelelő eszközt választhassunk, szükség van egy eszközzválasztási módszertanra, amely a fent bemutatott adatbázisra alapul. Ennek kialakítása során az előző alfejezetben ismertetett adatgyűjtési és elemzési folyamatra támaszkodtam. A célul kitűzött és általam kipróbált módszer egy strukturált, reprodukálható és objektív értékelési rendszert kínál, amely lehetővé teszi többek között a különböző eszközök pontos összehasonlítását, de azt is meghatározza, hogy egy-egy tevékenységhez milyen főbb paraméterek mentén célszerű eszközt választani. A módszer kialakítása érdekében egy átfogó pontozási rendszert dolgoztam ki, amely biztosítja az adatok tudományos igényű feldolgozását és az objektív, számokba foglalt összehasonlíthatóságot.

Az értékelési módszer a korábban említett *öt fő kategóriára épül*: technológiai kapacitás, konstrukció és ergonómia, piaci helyzet és költséghatékonyság, jövőbeli potenciál és fenntarthatóság, valamint biztonsági és katonai specifikus szempontok, mert ezek lefedik azokat a tényezőket, amelyek egy VR vagy MR headset alkalmazhatóságát hosszú távon befolyásolják. Ezen túlmenően három fő pillérre épült, *az eszközök **technikai** paramétereinek strukturált elemzésére, az értékelési kritériumok **súlyozott** figyelembevételére és az összehasonlíthatóság követelményének megvalósulására*. A módszer megértéséhez látnunk kell a folyamatot, amelyben az adatokat a módszer kialakítása érdekében elemeztem, ezt az alábbiakban foglalom össze:

Értékelési szintek. Mint azt láttuk, az adatelemzés során meghatároztam azokat a változókat, amelyek alapján az eszközök adott feladatra kategorizálhatók, valamint az egyes jellemzők fontosságát tükröző súlypontokat. Az értékelési rendszer ezen szempontok figyelembevételével készült, lehetővé téve a headsetek technológiai fejlettségük, kényelmük, piaci relevanciájuk és fenntarthatóságuk alapján történő összehasonlítását.

A rendszer több értékelési szintet alkalmaz, „A, B, C” alcsoportban (hasonló, mint egy kérdőívben az a, b, c válaszok), amely lehetőséget biztosít az egyes változók relatív összehasonlítására. Az „A” kategória a legmagasabb szintet és minőséget képviseli, amelyet a fejlett technológiák és a kiemelkedő teljesítményű eszközök kapnak, a „B” közepes teljesítményt jelent, amely megfelelő, de nem kiemelkedő technológiai adottságokat takar,

míg a „C” kategória az elavultabb vagy kevésbé versenyképes megoldásokat jelöli. Bizonyos esetekben az értékelési szempontokat bináris formában (igen/nem – A, B,) fogalmaztam meg, például az egyes funkciók megléte vagy hiánya esetében. A funkció megléte magasabb pontot ér.

A headsetek csoportosítása. A headsetek működési alapja és felhasználási módja alapján három fő csoportba soroltam az eszközöket. Ezek a *standalone headsetek*, amelyek önállóan működnek beépített számítási kapacitással, a *PC-alapú headsetek*, amelyek külső számítógépes hardverhez kapcsolódnak, és a *telefon-alapú headsetek*, amelyek mobiltelefon használatával biztosítják a VR élményt. Ez a besorolás kiemelten fontos az értékelés során, mivel jelentős eltérések lehetnek az egyes típusok alkalmazhatóságában, technológiai képességeiben és célcsoportjaikban.

Pontozási szabályok. Az adatbázis struktúrája átfogó módon rögzíti az XR headsetek legfontosabb műszaki, ergonómiai és piaci jellemzőit, lehetővé téve azok objektív összehasonlítását és elemzését.²⁸¹ Az alábbiakban részletesen bemutatom az egyes kategóriákhoz rendelt pontozási szabályokat és azok szerepét a headsetek objektív összehasonlításában.

A változók és a pontszámok hozzárendelése a változókhoz

Az adatgyűjtés során különös figyelmet fordítottam arra, hogy az általam kialakított változók és az azokhoz rendelt alkategóriák megfelelően lefedjék azokat a szempontokat, amelyek a headsetek technológiai fejlettségét, kényelmét és alkalmazhatóságát befolyásolják és alkalmassá teszik az adott feladatra. Fontos megértenünk, hogy miért pont ezek szerepelnek az adatbázisban?

A változók között szerepelnek az *eszközök azonosításához* és piaci helyzetük meghatározásához szükséges alapvető információk, beleértve az eszköz nevét, típusát, hivatalos bejelentési dátumát és piacra kerülési időpontját is. Az ilyen típusú adatok nemcsak a készülékek technológiai fejlődésének időbeli tendenciáit tükrözik, hanem a piaci relevanciájuk értékelésében is kulcsszerepet játszanak. Az eszközök külső jellemzői, például a *színválaszték* és a *fejpánt típusa*, további kontextust adnak az ergonómiai vizsgálatokhoz, hiszen ezek közvetlen hatással lehetnek a felhasználói élményre és a hosszú távú viselhetőségre. A *méretek* és a *tömeg* rögzítése szintén alapvető szempont volt az

²⁸¹ SAATY 1990: 12-15

összehasonlítás során.²⁸² Az eszközök fizikai paraméterei – beleértve a magasságot, szélességet és mélységet, mind fejpánttal, mind anélkül – lehetővé teszik az ergonómiai különbségek elemzését. A súlyadatok külön megadásával biztosítottam, hogy az eszközök kényelmessége és hordozhatósága megfelelő módon látható és összehasonlítható legyen. Ezek az információk különösen fontosak a standalone headsetek esetében, ahol az eszköz hordozhatósága és viselhetősége kritikus tényező.²⁸³

A kompatibilitási és csatlakoztathatósági paraméterek, mint a Wi-Fi és Bluetooth támogatás, a vezeték nélküli videóátvitel, valamint a dioptria állításának lehetősége, további dimenziókat adnak az elemzéshez. Az eszközök *anyaga* is kiemelt szerepet kapott az értékelésben, mivel ez közvetlenül befolyásolja a headsetek tartósságát és használati élményét.²⁸⁴ Az *ár-értékarány* elemzéséhez az árakat különböző konfigurációk szerint rögzítettem, beleértve az alapárát, a vezérlőkkel együtt számított árat, valamint az alapállomásokkal kiegészített árkatégoriát.²⁸⁵ Az *akkumulátor teljesítményével* kapcsolatos adatok, például az akkumulátor kapacitása, üzemideje és töltési ideje, kiemelt jelentőséggel bírnak, különösen a standalone eszközök esetében. Az *interakciós lehetőségek* értékeléséhez olyan szempontokat is figyelembe vettem, mint a vezérlők típusa, az akkumulátoruk élettartama, a szabadságfokok száma, valamint az ujjak mozgásának követése és a haptikus visszajelzés megléte. A *kézmovement követésére* vonatkozó adatok az XR technológia fejlődése szempontjából egyre nagyobb jelentőséggel bírnak, ezért ezeknek a jellemzőknek az elemzésére is hangsúlyt helyeztem.

A *kijelzőtechnológia* elemzése során figyelembe vettem a kijelző típusát, fényerejét, felbontását, valamint a látómező (FOV) paramétereit, beleértve a vízszintes és függőleges látószöget is. A renderelt látószög és az optikai rendszer típusa szintén szerepel a táblázatban, mivel ezek meghatározó tényezők a vizuális élmény szempontjából.²⁸⁶ Az olyan speciális funkciók, mint az eye tracking, face tracking és a fókuszált renderelés, további dimenziókat biztosítanak az eszközök funkcionalitásának értékeléséhez. A *memória, tárhely és operációs rendszer* adatai az eszközök kompatibilitási és felhasználási lehetőségeit tükrözik. Az adatbázis tartalmazza a *mozgáskövetési technológia* részleteit is, beleértve a követési kamerák számát és a követési frekvenciát.²⁸⁷ Az ilyen típusú információk különösen fontosak a katonai

²⁸² BAIENSON 2018: 78-95

²⁸³ NORMAN 2002: 9-11

²⁸⁴ HELANDER 1997: 7-10

²⁸⁵ HARTLEY 2007: 112-120

²⁸⁶ CUTTING 2003: 220-225

²⁸⁷ VELASQUEZ – HESTER 2013: 58-62

és ipari alkalmazások szempontjából, ahol a pontos mozgáskövetés és stabil szenzortechnológia kulcsfontosságú. Ezzel a komplex megközelítési móddal teljes, átfogó képet kaphatunk a jelenlegi eszközarzenáról, de ezzel a módszerrel bármikor kialakítható egy új adatbázis másik eszközökről. A fentiek tükrében alakultak a pontszámok.

Értékelési rendszer és annak alkalmazása. A kiválasztáshoz a pontozás úgy történt, hogy a súlyozott átlagot számítunk, amely különböző kategóriákban értékeli az eszközöket, majd ezeket a kategóriákat a fontosságuknak megfelelő súlyokkal számokban összegezi. Az így kapott összesített pontszám egy 0-tól 10-ig terjedő skálán helyezkedik el, ahol a magasabb érték jobb teljesítményt és nagyobb felhasználási potenciált jelez. A javasolt változók a korábban bemutatott öt fő kategóriába sorolhatók.

*Az első fő csoport a **technológiai kapacitás**, amely az eszköz teljesítményét és fejlettségi szintjét méri. Ide tartoznak a processzor és a grafikus teljesítmény, a memória és a tárolókapacitás, valamint a kijelző minősége, látómezője és a mozgáskövetési képességek, amelyek meghatározzák az élmény valósághűségét és a felhasználói interakció természetességét. A második fő csoport a **konstrukció és ergonómia**, amely az eszköz kialakítását és kényelmét vizsgálja, beleértve a súlyelosztást, az anyaghasználatot és a viselési komfortot. A fej- és kézvezérlés, a vezérlők ergonómiai kialakítása, a haptikus visszacsatolás és a szenzorok pontossága mind meghatározzák a hosszú távú használhatóságot és a felhasználói élményt. A harmadik főcsoport a **piaci helyzet és költséghatékonyság**, amely az eszköz ár-érték arányát és elérhetőségét elemzi. Fontos tényezők közé tartozik még az operációs rendszer támogatottsága, a csatlakozási lehetőségek, valamint a szoftverfrissítésekhez való hozzáférés és a hosszú távú kompatibilitás. A negyedik kategória a **jövőbeli potenciál és fenntarthatóság**, amely a technológiai fejlődési lehetőségeket és az eszköz hosszú távú relevanciáját értékeli. Az akkumulátor kapacitása, az MR-kompatibilitás és az utólagos testreszabhatóság kulcsfontosságú tényezők, mivel ezek befolyásolják az eszközök alkalmazhatóságát a folyamatosan fejlődő VR és MR környezetben. Végezetül az ötödik kategória a **biztonsági és katonai specifikus szempontok**, amelyek az ipari és katonai alkalmazhatóságot vizsgálják. A megfelelőségi szabványok, a mozgáskövetési pontosság és a robusztus kialakítás meghatározó szerepet játszanak azokban a felhasználási környezetekben, ahol az eszközök extrém körülmények között is megbízhatóan kell, hogy működjenek. A fejlett szenzortechnológiák, például az inside-out tracking vagy a külső referenciaérzékelőkkel támogatott rendszerek, kulcsfontosságúak lehetnek katonai és ipari szimulációk során. Ezek az értékelési kategóriákat együttesen kell néznünk, mert így*

biztosítják, hogy az eszközök átfogó, többdimenziós elemzés alapján kerüljenek rangsorolásra és alkalmazhatóságuk minden releváns szempontból mérhető legyen. A vizsgált minta (199 eszköz) alapján kialakított csoportokat és a hozzájuk tartozó lehetséges változókat a 9. sz. táblázat foglalja össze. A táblázatban szereplő változókat angolul írtam, hisz a keresők így találják meg, de a magyar fordítását is elkészítettem, 4.2. sz. melléklet, a kategóriák magyarázatát pedig az 4.3. sz. melléklet tartalmazza.

Kategória / Csoport	Változók
Technológiai kapacitás	Chipset, Compute Unit, Platform, CPU, GPU, Storage, Memory, Memory Type, Display, Display Brightness, HRes, vRes, Peak PPD, Ppd, Refresh Rate, DFov, DFov Rendered, HFov, HFov Rendered, VFov, VFov Rendered, Foveated Rendering, Optics, Passthrough, Eye Tracking, Face Tracking, Binocular Overlap, Tracking, Tracking Camera Count, Tracking Frequency, Body Tracking
Konstrukció és ergonómia	Headstrap, Height, Height With Headstrap, Weight, Weight Without Headstrap, Width, Width With Headstrap, Depth, Depth With Headstrap, Dioptria állítás lehetősége, Audio Jack bemenet, Speakers, Controller, Controller Battery, Controller Battery Life, Controller Weight, Controller Count, Controller DoF, Controller Finger Tracking, Controller Haptics, Controller Input Methods, Hand Tracking, Headset Haptics, Screens, Show Controller Images
Piaci helyzet és költséghatékonyság	Bejelentés dátuma, Piacra kerülés dátuma, Price, Operating System, SD Card Slot, Bluetooth, Misc Connectivity, Ports, Video Connection, Wireless Video, Discontinued
Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság	MR képes, Battery Capacity, Battery Life, Charge Time, Ipd Auto Adjust, Ipd Hardware Adjustable, Min Ipd, Max Ipd, Microphone, Monocular, Material
Biztonsági és katonai specifikus szempontok	Compliances, Base Station Count, Base Stations, Tracking, Tracking Camera Count, Tracking Frequency

9.sz. táblázat: A vizsgált mintából kialakított fő kategóriák és a hozzájuk tartozó lehetséges változók.

Pontozási rendszer a különböző feladatokhoz legmegfelelőbb eszköz kiválasztásához

A VR headsetek kiválasztási folyamata jelentősen eltérhet attól függően, hogy milyen felhasználási környezetben és célokra kívánjuk alkalmazni az eszközt. A megfelelő kiválasztás kulcsfontosságú mind a költséghatékonyság, mind az optimális teljesítmény és felhasználói élmény szempontjából. A különböző alkalmazási területek eltérő követelményeket támasztanak a technológiai kapacitással, ergonómiával, fenntarthatósággal és költségekkel szemben. Mivel minden szakfeladatot nem elemezhettem, példaként ezért három területet vizsgáltam, az alapvető kiképzést, a professzionális kiképzést, valamint két speciális szakfeladatot (egészségügyi és a logisztikai) végzését szolgáló eszközök szükséges kapacitását, képességét. Míg egy *alapvető kiképzési célra használt SST headset* esetében például az egyszerűség, alacsony költség és könnyű üzemeltetés a döntő szempont, addig például egy fejlett *professzionális taktikai lövész vagy pilóta képzésnél* a vizuális minőség, a precíz mozgáskövetés, megbízhatóság és megbízható és folyamatos szoftveres háttértámogatás a legfontosabb. Az *MR döntéstámogatás egészségügyi szakfeladat és logisztika megoldások területén* pedig az ergonómia és a hosszú távú használhatóság kihívásait helyezik előtérbe. Ehhez a három kategóriához és feladathoz kialakítottam három kiválasztási módszert, amelyet a felhasználási terület követelményeihez és céljához igazítottam (előtte elemeztem a felhasználási terület főbb elvárásait), de a legjobb ár-értékarányt és teljesítményt minden esetben kiemeltem.

A VR/MR headsetek objektív értékelése és összehasonlítása érdekében egy súlyozott pontozási rendszert alkalmazok, amely figyelembe veszi az egyes kategóriák relatív fontosságát egy-egy adott felhasználási területhez. Ezzel az értékelési módszerrel biztosítható az eszközök átfogó és kontextusfüggő elemzése és lehetővé teszi a különböző felhasználási területekre való optimális kiválasztást. A súlyozott összegzéses módszer segítségével az egyes jellemzők és teljesítménybeli különbségek számokban is megfelelően tükröződnek az összesített pontszámokban. Ezzel a módszerrel meghatározható, hogy egy adott headset milyen mértékben felel meg a konkrét alkalmazási környezet (feladat) követelményeinek. Egy általános képletet készítettem, amely bemutatja, hogyan történhet a headsetek végső értékelése a meghatározott kategóriák és súlyok alapján.²⁸⁸ A súlyokat úgy határoztam meg,

²⁸⁸ „n” a vizsgált értékelési kategóriák száma, Kategória Pontszám: az adott VR/MR headset teljesítménye az adott szempont szerint (pl. 0–10 pont az adott változóhoz tartozó pont számítási módszer szerint), Súly: az adott kategória relatív fontossága az adott felhasználási területen (pl. 0,15 vagy 0,30 értékkel). A számítás során minden egyes kategória pontszámát megszorozzuk a hozzá tartozó súllyal, majd ezeket az értékeket összegezzük. Az így kapott végső pontszám objektív módon tükrözi az adott headset alkalmasságát a kijelölt felhasználási területre.

hogy a végső pontszám tükrözze az adott alkalmazási környezet prioritásait, így a **súlyozott összegzés** (Σ) módszere biztosítja, hogy a különböző kategóriák relevanciája arányosan befolyásolja a végső értékelést.

$$\text{Összesített Pontszám} = \sum_{i=1}^n (\text{Kategória Pontszám}_i \times \text{Súly}_i)$$

1. egyenlet: Általános képlet a VR-headsetek értékelésére a kategóriák pontszámai és súlyozása alapján. Készítette a szerző.

Természetesen ezeken felül más felhasználási terület is lehet, ezekben a beszerzők döntenek majd el, mely kategóriák és azok mely változói kapjanak hangsúlyosabb szerepet a választásnál. A pontozási rendszer azt is szolgálja, hogy az XR headsetek összehasonlítása ne csak számszerű értékelésen, hanem ezen túlmenően olyan kategóriákon alapuljon, amelyek a gyakorlati felhasználás szempontjából legfontosabb jellemzőket tükrözik. Nem csupán az egyes paraméterek önálló értéke válik értelmezhetővé, hanem az is, hogy ezek az adott alkalmazási területeken milyen előnyt jelentenek.

4.5. Számítások 3 alapvető eszközkategóriára

Ebben az alfejezetben kifejtem a három kategóriára (SST, alapképzésre, professzionális képzésre és a költséghatékony telefonos kategóriára) javasolt számítási módszert és kategóriánként egy-egy példán keresztül be is mutatom annak alkalmazását is.

4.5.1 Alapvető kiképzési célra használt SST headset kiválasztása

Az SST kategóriába tartozó VR-headseteket elsősorban alapszintű katonai oktatási célokra alkalmazzák. Ilyen típusú felhasználás például az alapfokú lökiképzés, fegyverkezelési és késharc-technikák oktatása, a harctéri alapszituációk gyakorlása, valamint az elsősegélynyújtási (combat medic) ismeretek belépő szintű elsajátítása. A cél ezekben az esetekben nem a komplex taktikai döntéshozatal modellezése, hanem az alapvető készségek biztonságos, ismétlésen alapuló, költséghatékony átadása.

Ehhez a felhasználási környezethez olyan eszközökre van szükség, amelyek olcsón beszerezhetők, nagy darabszámban is rendelkezésre állnak, könnyen kezelhetők, és nem

igényelnek operátori felügyeletet. Fontos, hogy az eszköz alacsony karbantartási igényű legyen, működjön stabilan offline környezetben, továbbá gyorsan integrálható legyen a meglévő kiképzési folyamatokba. A cél tehát nem a technológiai csúcsteljesítmény, hanem a megbízható, hosszú távon is fenntartható működés.

Értékelési kategória	Értékelendő kiemelt változók	Súly
Piaci helyzet és költséghatékonyság	Ár (Price), Gyártás státusza (Discontinued), Operációs rendszer (Operating System)	0.30
Konstrukció és ergonómia	Tömeg (Weight), Fejpánt kialakítás (Headstrap), Akkumulátor élettartam (Battery Life)	0.25
Technológiai képesség	Mozgáskövetés típusa (Tracking), Kijelző technológia (Display), Képfriessítési gyakoriság (Refresh Rate)	0.20
Biztonsági és katonai specifikus szempontok	Tracking megbízhatóság, Offline használhatóság, IP-védelem	0.15
Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság	MR-kompatibilitás, Bluetooth támogatás	0.10

10.sz. táblázat: SST-választáshoz javasolt változók kategóriánkénti csoportosításban és súly(fontossági) értékkel. Készítette a szerző.

Az SST kategóriába sorolt VR-headsetek értékeléséhez egy súlyozott pontozási rendszert alkalmazok, amely öt fő kategóriára (technológiai kapacitás, konstrukció és ergonómia, piaci helyzet és költséghatékonyság, jövőbeli potenciál és fenntarthatóság, valamint biztonsági és katonai specifikus szempontok) épül. Minden kategórián belül meghatározott műszaki változók szerepelnek, amelyek 0, 1, 5 vagy 10 pontos értékelést kaphatnak az eszköz tulajdonságai alapján. Ezeket az alap-adatbázis tartalmazza (4. 4. sz. melléklet) Az így kialakított rendszer biztosítja, hogy az SST headsetek objektív, funkcionális szempontok alapján kerüljenek kiválasztásra a katonai alapképzés során. *A piaci helyzet és költséghatékonyság* súlya 0,30, mivel az SST eszközöknél kiemelten fontos a költségkeretekhez való igazodás és a tömeges beszerezhetőség.

Az ár (Price) három sávra oszlik: az 500 USD alatti modellek 10 pontot kapnak, az 501–1500 USD közötti modellek 5 pontot, míg a 1500 USD felettiek csupán 1 pontot érnek el. A gyártás státusza (Discontinued) változó esetében a még aktív gyártásban lévő eszközök 10 pontot kapnak, míg a már nem gyártott modellek 0 ponttal szerepelnek. Az operációs rendszer (Operating System) szempontjából a többplatformos vagy nyíltabb rendszerű eszközök (pl. Android) 10 pontot kapnak, míg a korlátozottabb vagy kevésbé elterjedt platformokat alkalmazó eszközök 5, illetve 1 pontot kapnak. *A konstrukció és ergonómia* kategóriája 0,25

súlyt kapott, mivel az alapkiképzés során elvárt a hosszú távú, kényelmes és strapabíró használat. Az eszköz tömege (Weight) alapján a 200 gramm alatti headsetek 10 pontot kapnak, a 201–600 gramm közötti modellek 5 pontot, a 600 gramm felettiek pedig 1 pontot érnek. Az akkumulátor élettartama (Battery Life) legalább 6 óra esetén 10 pontot jelent, 3–5 óra közötti működési idő 5 pontot, míg 2 óránál kevesebb üzemidő csak 1 pontot ér. A fejpánt kialakítása (Headstrap) szerint a jól párnázott, állítható, stabil fejpánt 10 pontot ér, míg a kompromisszumos vagy minimál kialakítások 5 vagy 1 pontot kapnak.

A technológiai kapacitás 0,20 súllyal szerepel, célja annak vizsgálata, hogy a headset technikailag megfelel-e az alapvető VR élmény biztosításához. A mozgáskövetési technológia (Tracking) szempontjából az inside-out vagy marker-alapú rendszerek 10 pontot kapnak, míg a kevésbé pontos vagy nem pozicionális megoldások 5, illetve 1 pontot. A kijelző technológia (Display) esetén az OLED vagy micro-OLED típusú kijelzők 10 pontot érnek, a fast-switch LCD 5 pontot, míg a hagyományos LCD technológiával szerelt modellek 1 pontot kapnak. A képfrissítési gyakoriság (Refresh Rate) legalább 120 Hz esetén 10 pontot jelent, 90–119 Hz között 5 pontot, míg 60 Hz alatti frekvencia 1 pontot ér.

A biztonsági és katonai specifikus szempontok 0,15-ös súllyal szerepelnek, hiszen az offline működés és a környezeti hatásokkal szembeni ellenállás fontos, de nem kritikus az SST kategóriában. Az offline működés és stabilitás megléte esetén 10 pontot kap az eszköz, míg ezek hiánya esetén 0 pontot. Az IP-védelem (pl. por-, vízállóság) vagy általános robusztusság jelenléte szintén 10 pontot ér, hiányuk esetén pedig 1 pontot adunk.

Végül a *jövőbeli potenciál és fenntarthatóság* kategóriája 0,10-es súllyal esik latba. A Bluetooth támogatás megléte 10 pontot jelent, hiánya 0 pontot. Az MR-kompatibilitás (Mixed Reality képes) headsetek szintén 10 pontot érnek el, míg a csak VR-funkcióval rendelkező modellek 0 pontot kapnak. Bár ezek másodlagos szempontok az SST kategóriában, a hosszabb távon fenntartható használat szempontjából mégis érdemes őket figyelembe venni.

Példaszámítás az Oculus Quest 3 – SST-kiválasztás számítására és az értékelésre

Piaci helyzet és költséghatékonyság (súly: 0,30)

- Ár (Price): 499 USD → 10 pont
- Gyártás státusza (Discontinued): Aktív, jelenleg is gyártják → 10 pont
- Operációs rendszer (Operating System): Zárt, de elterjedt Meta saját rendszer → 5 pont (nem többplatformos, de stabil és támogatott)

Számítás:

$$\frac{10 + 10 + 5}{3} = \frac{25}{3} = 8,33; \quad 8,33 \times 0,30 = \boxed{2,50}$$

Konstrukció és ergonómia (súly: 0,25)

- Tömeg (Weight): kb. 515 g → 5 pont (201–600 g)
- Fejpánt kialakítás (Headstrap): rugalmas szövetpánt → 5 pont (közepes stabilitás)
- Akkumulátor élettartam (Battery Life): ~2,2 óra → 1 pont (2 óra vagy kevesebb kategóriában)

Számítás:

$$\frac{5 + 5 + 1}{3} = \frac{11}{3} = 3,67; \quad 3,67 \times 0,25 = \boxed{0,92}$$

Technológiai képesség (súly: 0,20)

- Mozgáskövetés típusa (Tracking): Inside-out tracking → 10 pont
- Kijelző technológia (Display): LCD → 1 pont
- Képfreccsítési gyakoriság (Refresh Rate): 120 Hz → 10 pont

Számítás:

$$\frac{10 + 1 + 10}{3} = \frac{21}{3} = 7; \quad 7 \times 0,20 = \boxed{1,40}$$

Biztonsági és katonai specifikus szempontok (súly: 0,15)

- Tracking megbízhatóság: stabil inside-out → 10 pont
- Offline használhatóság: igen, működik offline → 10 pont
- IP-védelem: nincs kifejezett IP-besorolás → 1 pont

Számítás:

$$\frac{10 + 10 + 1}{3} = \frac{21}{3} = 7; \quad 7 \times 0,15 = \boxed{1,05}$$

Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság (súly: 0,10)

- MR-kompatibilitás: igen → 10 pont

- Bluetooth támogatás: igen → 10 pont

$$\frac{10 + 10}{2} = 10; \quad 10 \times 0,10 = \boxed{1,00}$$

Számítás:

$$\text{Összpontszám} = 2,50 + 0,92 + 1,40 + 1,05 + 1,00 = \boxed{6,87}$$

Az Oculus Quest 3 teljesítményét az SST (Simple Smart Tech) kategóriában vizsgáltam, amely öt fő szempontcsoportot tartalmaz: piaci helyzet és költséghatékonyság, konstrukció és ergonómia, technológiai képesség, biztonsági és katonai specifikus szempontok, valamint jövőbeli potenciál és fenntarthatóság a 11. sz. összefoglaló táblázat szerint.

Kategória	Változó	Maximum adható pontszám	Maximum adható súlyozott pontszám	Oculus 3 pontszám	Quest 3 számítás
Piaci helyzet és költséghatékonyság	Ár (Price)	10	3,00 pont	10	2,50 pont
	Gyártás státusza (Discontinued)	10		10	
	Operációs rendszer (Operating System)	10		5	
Konstrukció és ergonómia	Tömeg (Weight)	10	2,50 pont	5	0,92 pont
	Fejpánt kialakítás (Headstrap)	10		5	
	Akkumulátor élettartam (Battery Life)	10		1	
Technológiai képesség	Mozgáskövetés típusa (Tracking)	10	2,00 pont	10	1,40 pont
	Kijelző technológia (Display)	10		1	
	Képfrissítési gyakoriság (Refresh Rate)	10		10	
Biztonsági és katonai specifikus szempontok	Tracking megbízhatóság	10	1,50 pont	10	1,05 pont
	Offline használhatóság	10		0	
	IP-védelem	10		1	
Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság	MR-kompatibilitás	10	1,00 pont	10	1,00 pont
	Bluetooth támogatás	10		10	
Összesen:		140	10 pont	88	6,87 pont

11.sz. táblázat Az Oculus Quest 3 értékelése az SST rendszerben: kategóriánkénti pontszámok a maximális elérhető értékekhez viszonyítva. Készítette a szerző

Értékelés. Ebben a vizsgálatban a maximálisan elérhető összpontszám 10,00 pont volt, amelyből az eszköz 6,87 pontot ért el. A legjobb eredményt a piaci helyzet és költséghatékonyság kategóriában érte el, ahol 3,00 pontból 2,50-et szerzett. Ebben a kategóriában az alacsony ár, az aktív forgalmazás és a jól ismert, bár nem nyílt operációs rendszer miatt jó értékelést kapott. A konstrukció és ergonómia területén 2,50 pontból 0,92 pontot ért el, mivel a tömege közepes és a fejpánt kialakítása elfogadható, de az akkumulátor üzemideje csupán 2,2 óra, ami jelentős korlátot jelent a gyakorlati használatban. A technológiai képességek kategóriájában 2,00 pontból 1,40-et kapott: a mozgáskövetés precíz (inside-out tracking), a képfrissítési gyakoriság magas (120 Hz), azonban az általános LCD kijelző gyengébb képi minőséget biztosít. A biztonsági és katonai szempontok területén 1,50 pontból 1,05 pontot ért el, mivel megbízhatóan működik offline és rendelkezik stabil követési rendszerrel, viszont nem rendelkezik hivatalos IP-védelemmel. A jövőbeli potenciál és fenntarthatóság kategóriában 1,00 pontból maximális, 1,00 pontot kapott, mivel Bluetooth-képes és MR-kompatibilis.

Összességében a Quest 3 jól használható SST célokra, különösen belső térben vagy olyan környezetben, ahol nem szükséges hosszú akkumulátoridő vagy fokozott fizikai védelem. Az SST értékelési rendszerben a beszerzési döntések támogatására javaslok egy háromszintű minősítési küszöb alkalmazását, ahol az 5,00 pont alatt teljesítő az eszköz nem ajánlott, 5,00–7,49 pont között ajánlott (használati környezettől függően alkalmazható), míg 7,50 pont felett az eszköz teljes mértékben javasolt SST használatra, így a Quest 3 ez alapján a középső, ajánlható kategóriába tartozik. A jövőben javasolt SST kategóriájú eszközök kiválasztásánál is hasonló egységes módszert alkalmazni, biztosítva az összehasonlíthatóságot a katonai beszerzések során.

4.5.2 Professzionális taktikai lövész vagy pilóta képzésnél használt headset kiválasztása

A professzionális taktikai lövészképzésben vagy pilótaképzésben használt VR-headsetek kiválasztása során más szempontok kell figyelembe venni, mint az alapszintű SST eszközök esetében. Itt a technológiai pontosság, az élethű vizuális megjelenítés, a mozgás valós pontos követése és az ergonómiai terhelés csökkentése elsődleges. Az ilyen eszközöket képzett operátorok kezelik, a viselése akár hosszabb ideig is szükséges, így az ergonómiai kialakítás, a kijelző minősége nagyon fontos tényezők. A headsetek értékelésénél itt is az öt fő kategóriára támaszkodtam: piaci helyzet és költséghatékonyság, konstrukció és ergonómia, technológiai képesség, biztonsági és katonai szempontok, valamint jövőbeli potenciál és

fenntarthatóság. Minden kategóriához az ide illeszkedő és általam javasolt változók kapcsolódnak, melyek relevánsak a valósághű szimulációs élmény és a megbízható hosszú távú használat biztosításához.

A piaci helyzet és költséghatékonyság kategóriában olyan tényezőket vizsgáltam, mint az ár, a jelenlegi gyártási státusz, a tanúsítványok megléte, a csatlakozási lehetőségek és a követőkamerák száma. *A konstrukció és ergonómia* esetében a tömeg, a fejpánt kialakítása, az akkumulátor üzemideje, az audio csatlakozó és a kontroller visszajelzéseit értékeltem. *A technológiai képességek* között szerepel a kijelző típusa, a képfrissítés gyakorisága, a látómező mérete, a követőrendszer típusa, a szemkövetés és a foveated rendering megléte. *A biztonsági és katonai szempontok* értékelése során figyelembe veszem a tracking megbízhatóságát, az IP-védelmet, az offline használhatóságot, a bázisállomások számát, és a vezeték nélküli videóátvitel lehetőségét. *A jövőbeli potenciál és fenntarthatóság* kategóriájában az MR-képesség, az operációs rendszer típusa, a Bluetooth kapcsolat, a beépített tárhely és memória, valamint az arckövetés meglétét pontoztam. A kategóriákhoz rendelt súlyokra a funkciók fontossági sorrendje alapján tettem javaslatot. (Lásd. 12. sz. táblázat.)

Értékelési kategória	Javasolt változók	Súly
Piaci helyzet és költséghatékonyság	Price (ár), Discontinued (gyártás státusza), Compliances (tanúsítványok), Ports (csatlakozók), Wireless Video (vezeték nélküli videó), Tracking Camera Count (követőkamerák száma)	0.10
Konstrukció és ergonómia	Weight (tömeg), Headstrap (fejpánt), Battery Life (akkumulátor idő), Audio Jack (audio csatlakozó), Speakers (hangszórók), Controller Haptics (kontroller visszajelzés)	0.25
Technológiai képesség	Display (kijelző típusa), Refresh Rate (képfrissítés), DFov (diagonális látómező), Tracking (követés típusa), Eye Tracking (szemkövetés), Foveated Rendering	0.40
Biztonsági és katonai specifikus szempontok	Tracking megbízhatóság, IP-védelem, Offline használhatóság, Base Station Count, Wireless Video	0.10
Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság	MR képes, Operating System (operációs rendszer), Bluetooth, Storage (tárhely), Memory (memória), Face Tracking	0.15

12.sz. táblázat: Professzionális taktikai lövész vagy pilótaképzésnél használt headsetek értékelési kategóriái, változói és súlyozása. Készítette a szerző

Az professzionális kategóriába sorolt VR-headsetek értékelésénél a kategórián belül meghatározott, a professzionális szimulációk szempontjából releváns változók, 0, 1, 5 vagy

10 pontos értékelést kaphatnak az eszköz tulajdonságai alapján. A módszer célja itt is, hogy objektív, funkcionális szempontok alapján lehessen összehasonlítani és kiválasztani azokat a VR-headseteket, amelyek alkalmasak professzionális szintű védelmi szimulációs környezetben történő használatra.

A *technológiai képesség* kategória a legnagyobb, 0,40-es súlyt kapta, mivel a fejlett megjelenítés, nagy látószög (FOV), magas PPD (Pixel Per Degree), precíz tracking és realisztikus vizuális élmény kulcsfontosságú ezeknél az alkalmazásoknál. A változók közé tartozik a Display (kijelzőtechnológia), HRes és VRes (horizontális és vertikális felbontás), Peak PPD (legjobb pixelsűrűség), DFov (diagonális látómező) és Refresh Rate (képfriessítés).

A *konstrukció és ergonómia* 0,25-ös súlyt képvisel, mivel a hosszú szimulációk során a fejre nehezedő terhelés, a kényelmes rögzítés és a hőkomfort jelentősen befolyásolják a használhatóságot. Ebben a kategóriában a következő változók szerepelnek: Weight (tömeg), Headstrap (fejpánt kialakítás), Controller Weight (kontroller súlya), Controller Haptics (haptikus visszajelzés), Audio Jack (hangcsatlakozás lehetősége) és Battery Life (akkumulátor élettartam).

A *jövőbeli potenciál és fenntarthatóság* szempontjából az MR-kompatibilitás, Bluetooth támogatás, Ipd Hardware Adjustable (IPD fizikai állíthatóság), Operating System (operációs rendszer rugalmassága), Charge Time (töltési idő) és Microphone (mikrofon megléte) kerülnek értékelésre 0,15-ös súllyal. E tényezők biztosítják a hosszabb távon való használhatóságot és a rendszer jövőbeli frissíthetőségét. A *biztonsági és katonai szempontok* súlya 0, 10, és olyan változókat tartalmaz, mint az IP-védelem (IP Protection), Offline használhatóság, Compliances (tanúsítványok), Tracking (követési rendszer), Tracking Camera Count (követő kamerák száma) és Tracking Frequency (követési frekvencia).

Végül a *piaci helyzet és költséghatékonyság* kategóriája 0,10-es súlyt kapott. Bár ebben a kategóriában a költség nem elsődleges szempont, mégis számít az eszköz ára (Price), gyártási státusza (Discontinued), piacra kerülésének ideje (Release Date), Bluetooth (mint piaci elérhetőséget támogató tényező), valamint az OS és a Video Connection típus, amelyek alapján eldönthető, mennyire támogatott és könnyen integrálható a rendszer. Amennyiben az eszköz nem ér el a 10-ből minimum 5-öt, akkor nem célszerű arra a feladatra megvenni.

Példa a Varjo XR-4 kiválasztásának számítására és értékelésre

Piaci elérhetőség és költséghatékonyság (súly: 0,10)

- Ár (Price): kb. 3990 USD → 1 pont

- Gyártás státusza (Discontinued): Aktívan gyártják → 10 pont
- Tanúsítványok (Compliances): rendelkezik ipari megfelelőséggel (pl. CE, FCC) → 10 pont
- Csatlakozók (Ports): USB-C, DP, jack stb. → 10 pont
- Vezeték nélküli videó (Wireless Video): nem támogatott → 0 pont
- Követőkamerák száma (Tracking Camera Count): külső bázisállomásos rendszer → 5 pont

Számítás:

$$\frac{1 + 10 + 10 + 10 + 0 + 5}{6} = \frac{36}{6} = 6,00 \quad 6,00 \times 0,10 = \boxed{0,60}$$

Konstrukció és ergonómia (súly: 0,25)

- Tömeg (Weight): ~600 g felett → 1 pont
- Fejpánt kialakítás (Headstrap): profi, stabil → 10 pont
- Akkumulátor élettartam (Battery Life): nincs, PC-hez kötött → 0 pont
- Audio Jack: van → 10 pont
- Beépített hangszórók (Speakers): nincs → 0 pont
- Kontroller visszajelzés (Controller Haptics): nincs → 0 pont

Számítás:

$$\frac{1 + 10 + 0 + 10 + 0 + 0}{6} = \frac{21}{6} = 3,50 \quad 3,50 \times 0,25 = \boxed{0,88}$$

Technológiai képesség (súly: 0,40)

- Kijelző típusa (Display): micro-OLED, retina szintű → 10 pont
- Frissítési ráta (Refresh Rate): 90 Hz → 5 pont
- Diagonális FOV (DFov): kb. 120° → 10 pont
- Követési rendszer (Tracking): SteamVR base station → 10 pont
- Szemkövetés (Eye Tracking): van → 10 pont
- Foveated rendering: támogatott → 10 pont

Számítás:

$$\frac{10 + 5 + 10 + 10 + 10 + 10}{6} = \frac{55}{6} \approx 9,17 \quad 9,17 \times 0,40 = \boxed{3,67}$$

Biztonsági és katonai szempontok (súly: 0,10)

- Tracking megbízhatóság: kiváló (külső szenzor) → 10 pont
- IP-védelem: nincs → 1 pont
- Offline működés: igen → 10 pont
- Base Station Count: 2 vagy több → 10 pont
- Wireless Video: nincs → 0 pont

Számítás:

$$\frac{10 + 1 + 10 + 10 + 0}{5} = \frac{31}{5} = 6,20 \quad 6,20 \times 0,10 = \boxed{0,62}$$

Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság (súly: 0,15)

- MR-kompatibilis: igen, kamerás MR → 10 pont
- Operációs rendszer (Operating System): Windows alapú → 10 pont
- Bluetooth: nincs → 0 pont
- Tárhely (Storage): nincs belső tárhely → 0 pont
- Memória (Memory): nincs, PC vezérli → 0 pont
- Face Tracking: van → 10 pont

Számítás:

$$\frac{10 + 10 + 0 + 0 + 0 + 10}{6} = \frac{30}{6} = 5,00 \quad 5,00 \times 0,15 = \boxed{0,75}$$

Összesítve:

$$0,60 + 0,88 + 3,67 + 0,62 + 0,75 = \boxed{6,52}$$

Értékelés. A Varjo XR-4 teljesítményét a professzionális szimulációs környezetekre – például taktikai lövészeti vagy pilótaképzési rendszerekre – vizsgáltam. A maximálisan elérhető összpontszám 10,00 volt, amelyből a Varjo XR-4 headset 6,52 pontot ért el. A legmagasabb pontszámot a *technológiai képességek* kategóriában érte el (3,67 pont), köszönhetően a micro-OLED kijelzőtechnológiának, a magas diagonális látómezőnek, a

pontos követési rendszernek, valamint az integrált szem- és arckövetésnek. Ez a kategória a prémium szimulációk szempontjából a legfontosabb, így ez az eredmény különösen értékes. *A konstrukció és ergonómia területén 0,88 pontot ért el*, amelyben előnyös volt a stabil ipari fejpánt és az audio csatlakozó megléte, ugyanakkor a magas tömeg, a beépített akkumulátor és hangszóró hiánya, valamint a kontrolleres visszajelzések hiánya csökkentette a pontszámot.

Kategória	Változó	Maximum adható pontszám	Maximum súlyozott pontszám	Varjo XR-4 pontszám	Varjo XR-4 számítás
Piaci helyzet és költség-hatékonyság	Ár (Price)	10	1 pont	1	0,60 pont
	Gyártás státusza (Discontinued)	10		10	
	Tanúsítványok (Compliances)	10		10	
	Csatlakozók (Ports)	10		10	
	Wireless Video	10		0	
	Tracking Camera Count	10		5	
Konstrukció és ergonómia	Tömeg (Weight)	10	2.5 pont	1	0,88 pont
	Fejpánt kialakítás (Headstrap)	10		10	
	Akkumulátor élettartam (Battery Life)	10		0	
	Audio Jack	10		10	
	Speakers	10		0	
	Controller Haptics	10		0	
Technológiai képesség	Kijelző technológia (Display)	10	4.0 pont	10	3,67 pont
	Képfrissítési gyakoriság (Refresh Rate)	10		5	
	DFov (diagonális látómező)	10		10	
	Tracking	10		10	
	Eye Tracking	10		10	
	Foveated Rendering	10		10	

Biztonsági és katonai specifikus szempontok	Tracking megbízhatóság	10	1.0 pont	10	0,62 pont
	IP-védelem	10		1	
	Offline használhatóság	10		10	
	Base Station Count	10		10	
	Wireless Video	10		0	
Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság	MR-kompatibilitás	10	1.5 pont	10	0,15 pont
	Operációs rendszer (Operating System)	10		10	
	Bluetooth	10		0	
	Storage	10		0	
	Memory	10		0	
	Face Tracking	10		10	

13.sz. táblázat: A Varjo XR-4 értékelése: kategóriánkénti pontszámok a maximális elérhető értékekhez viszonyítva.
Készítette a szerző.

Ebben a kategóriában a hosszabb távú kényelmes viselhetőség fontos, így ezek korlátozó tényezők lehetnek. A *biztonsági és katonai szempontok kategóriában* 0,62 pontot ért el, amely közepes értéknek tekinthető. A bázisállomásos követés és az offline használhatóság előnyös, de az IP-védelem hiánya és a vezeték nélküli videómegjelenítés korlátozott elérhetősége rontotta az összértékelést. A *jövőbeli potenciál és fenntarthatóság kategóriában* 0,75 pontot kapott, köszönhetően a Windows-alapú, nyílt operációs rendszernek, az MR-kompatibilitásnak és a fejlett arc- és szemkövetési funkcióknak. Ugyanakkor a saját tárhely, RAM és Bluetooth hiánya bizonyos integrációs lehetőségeket korlátoz. A *piaci helyzet és költséghatékonyság* területén 0,60 pontot szerzett, mivel ugyan aktívan gyártják és megfelelő tanúsítványokkal rendelkezik, az eszköz ára kiemelkedően magas, és nem rendelkezik vezeték nélküli képátvitellel, ami a jelenlegi tendenciákhoz képest visszalépést jelent. **Összességében (lásd 13.sz. táblázat)** a Varjo XR-4 a PRO kategóriában 6,52 pontot ért el, így a háromszintű értékelési rendszer alapján a „ajánlott” szintbe esik. A Varjo XR-4 tehát olyan szimulációs környezetekben alkalmazható hatékonyan, ahol elsődleges szempont a csúcstechnológiás megjelenítés és szemkövetés, ugyanakkor érdemes figyelembe venni a súlyból és beépített rendszerek hiányából adódó korlátokat. Amennyiben

az eszköz nem ér el a 10-ből minimum 5-öt, akkor nem célszerű arra a feladatra megvenni. Az alábbiakban két szakfeladathoz szükséges kiválasztási módszert állítok össze.

4.5.3 MR döntéstámogatás: egészségügyi szakfeladat és logisztika megoldások területén használt headset kiválasztása

Az MR döntéstámogatási, egészségügyi és logisztikai szakfeladatokat célzó headsetek kiválasztása speciális követelményeket támaszt, mivel ezeknek az eszközöknek egyszerre kell támogatniuk a digitális és a fizikai munkafolyamatokat. Ebben az alkalmazási környezetben a kényelem, az ergonómia, a technológiai integráció és a hosszú távú megbízhatóság kulcsfontosságú tényezők. A kiválasztási szempontok itt is *öt fő kategóriára épülnek*, az alábbi súlyozással: konstrukció és ergonómia (0,35), technológiai kapacitás (0,30), jövőbeli potenciál és fenntarthatóság (0,15), biztonsági és katonai specifikus szempontok (0,10), valamint piaci helyzet és költséghatékonyság (0,10).

A *konstrukció és ergonómia* elsődleges szempont, mivel a headseteket hosszú ideig, folyamatosan használják orvosi, ipari vagy oktatási környezetben. Az alacsony tömeg, a jól kialakított fejpánt, a hosszú akkumulátoridő, a beépített audiofunkciók, a kényelmes viselet, az intuitív kontrollerhasználat, valamint a dioptria állítás lehetősége mind hozzájárulnak a tartós használhatósághoz.

A *technológiai kapacitás* kategóriája a kijelző minőségére, a látómező nagyságára, a követőrendszer precizitására és az olyan haladó funkciókra összpontosít, mint az eye tracking, a passthrough kamera és a renderelt látómező. Ezek a tényezők biztosítják a valós és virtuális elemek szinkronját, ami különösen fontos az egészségügyi beavatkozások tervezésénél vagy logisztikai műveletek során.

A *jövőbeli potenciál* kategóriája vizsgálja az MR-eszköz hosszú távú alkalmazhatóságát: ide tartozik az operációs rendszer nyitottsága, a rendszerfrissítések gyakorisága, a hardver bővíthetősége, a gyártói támogatás megbízhatósága, valamint az olyan tényezők, mint az MR-képesség és a szenzortechnológia fejlődési lehetőségei. A *piaci helyzet* figyelembe veszi az eszköz ár-érték arányát, elérhetőségét, csatlakozási lehetőségeit és tanúsítványait.

A *biztonsági és katonai specifikus* szempontok pedig külön értékelést kapnak, figyelembe véve például az offline működés képességét, a megfelelőségi szabványokat és a követőrendszer biztonságkritikus jellemzőit. (Lásd 14. sz. táblázat)

Értékelési kategória	Felhasznált változók	Súly
Konstrukció és ergonómia	Headstrap, Weight, Height, Width, Depth, Audio Jack bemenet vagy Speaker, Controller, Controller Battery, Controller Count, Controller Haptics, Standalone (Compute Unit), Dioptria állítás lehetősége	0.35
Technológiai kapacitás	Display, HRes, vRes, Refresh Rate, DFov, DFov Rendered, HFov, VFov, Passthrough, Eye Tracking, Face Tracking, Tracking, Tracking Camera Count	0.3
Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság	Battery Capacity, Battery Life, Charge Time, Ipd Auto Adjust, Ipd Hardware Adjustable, Min Ipd, Max Ipd, Microphone, MR képes	0.15
Piaci helyzet	Operating System, Wireless Video, Bluetooth, Price, Discontinued	0.1
Biztonsági és katonai specifikus szempontok	Compliances, Tracking, Tracking Camera Count, Tracking Frequency, Base Station Count, Base Stations	0.1

14.sz. táblázat: MR döntéstámogatás: egészségügyi és logisztika szakfeladat területén használt headsetek értékelési kategóriái, változói és súlyozása. Készítette a szerző.

Az MR döntéstámogatási kategóriába sorolt headsetek értékeléséhez olyan súlyozott pontrendszert alakítottam ki, amely figyelembe veszi azokat a műszaki szempontokat, amelyek kulcsfontosságúak egészségügyi, logisztikai és védelmi alkalmazások során.

A *konstrukció és ergonómia* kategória a legnagyobb, 0,35-ös súlyt kapta, mivel az eszköz napi szintű, akár több órás viselése során a fizikai komfortosság döntően befolyásolja a használhatóságot. A kategóriában szereplő főbb változók: Weight (tömeg), Headstrap (fejpánt kialakítás), Battery Life (akkumulátor élettartam), Audio Jack (audio csatlakozó), Speakers (hangszórók), Controller Haptics (kontroller visszajelzés), valamint a Dioptria állítás lehetősége. Ezek az attribútumok együtt határozzák meg, hogy a headset milyen terhelést jelent a felhasználó számára hosszabb idejű munkavégzés esetén.

A *technológiai kapacitás* kategóriája 0,30-as súllyal szerepel az értékelésben. Ide tartoznak azok a technikai jellemzők, amelyek meghatározzák az MR élmény pontosságát és valósághűségét: Display (kijelző típusa), Refresh Rate (képfrissítési gyakoriság), DFov (diagonális látómező), Tracking (követés típusa), Eye Tracking (szemkövetés), a Passthrough kamera megléte és minősége, valamint a renderelt látómező adatok (pl. DFov Rendered, HFov Rendered). Ezek a tényezők döntik el, mennyire hatékonyan és kényelmesen tudja a felhasználó integrálni a digitális információkat a valós környezetbe.

A *jövőbeli potenciál és fenntarthatóság* kategóriája 0,15 súlyt kapott, amely a hosszú távú technológiai alkalmasságot vizsgálja. Ebben a kategóriában a következő változók szerepelnek: Operating System (operációs rendszer típusa), Bluetooth támogatás, MR

képesség, valamint a fejlesztői támogatásra és technológiai fejlődésre utaló további jellemzők, amelyeket a táblázat tartalmaz.

A *piaci helyzet és költséghatékonyság* kategóriája 0,10 súlyt kapott. Az értékelés alapját itt az ár (Price), a gyártás státusza (Discontinued), a vezeték nélküli videóátvitel lehetősége (Wireless Video), valamint a tanúsítványok (Compliances) megléte adja. Ezek a tényezők segítenek annak megítélésében, hogy a headset mennyire jelent racionális, fenntartható és szabályozott megoldást a különféle szakmai környezetekben. A *biztonsági és katonai specifikus szempontok* pedig, 0,10 súllyal kerültek be az értékelési rendszerbe. Itt olyan tényezők szerepelnek, mint a megfelelőségi szabványok, a követési technológia érzékenysége és a rendszer biztonságkritikus jellemzői.

Példa a Pico 4 Ultra Enterprise – MR döntéstámogatáshoz való kiválasztás számítására

Piaci helyzet és költséghatékonyság (súly: 0,10)

- Ár (Price): nincs konkrét ár megadva → 5 pont (becsült középérték)
- Gyártás státusza (Discontinued): HAMIS → 10 pont
- Tanúsítványok (Compliances): HAMIS → 0 pont

Számítás:

$$\frac{5 + 10 + 0}{3} = \frac{15}{3} = 5,00 \quad ; \quad 5,00 \times 0,10 = \boxed{0,50}$$

Konstrukció és ergonómia (súly: 0,35)

- Weight (Tömeg): 580 g → 1 pont
- Headstrap: hard padded retractable strap → 10 pont
- Battery Life: nincs konkrét érték → 5 pont (becsült)
- Standalone (Compute Unit),: Igen → 10 pont
- Audio Jack vagy Speakers: Integrated stereo speakers → 10 pont
- Controller Haptics: Van → 10 pont

Számítás:

$$\frac{1 + 10 + 5 + 10 + 10 + 10}{6} = \frac{46}{6} \approx 7,67 \quad ; \quad 7,67 \times 0,35 = \boxed{2,68}$$

Technológiai képesség (súly: 0,30)

- Display: LCD → 1 pont
- Refresh Rate: 90 Hz → 5 pont
- DFov: 122,16° → 10 pont

- Tracking: Inside-out → 10 pont
- Eye Tracking: Nincs → 0 pont
- Passthrough kamera: Dual 32MP color cameras → 10 pont

Számítás:

$$\frac{1 + 5 + 10 + 10 + 0 + 10}{6} = \frac{36}{6} = 6,00 \quad ; \quad 6,00 \times 0,30 = \boxed{1,80}$$

Biztonsági és katonai szempontok (súly: 0,10)

- Offline használhatóság: Nincs → 0 pont
- IP-védelem: nincs adat → 0 pont
- Tracking Camera Count: 4 → 10 pont

Számítás:

$$\frac{0 + 0 + 10}{3} = \frac{10}{3} \approx 3,33 \quad ; \quad 3,33 \times 0,10 = \boxed{0,33}$$

Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság (súly: 0,15)

- Operating System: Pico OS (Android) → 5 pont
- Bluetooth: 5.3 → 10 pont
- Face Tracking: Nincs → 0 pont

Számítás:

$$\frac{5 + 10 + 0}{3} = \frac{15}{3} = 5,00 \quad ; \quad 5,00 \times 0,15 = \boxed{0,75}$$

Összesítve:

$$0,50 + 2,68 + 1,80 + 0,33 + 0,75 = \boxed{6,06}$$

Értékelés. A Pico 4 Ultra Enterprise teljesítményét MR döntéstámogatási környezetre – például egészségügyi szimulációkra és logisztikai támogatási rendszerekre – vizsgáltam. A maximálisan elérhető összpontszám 10,00 pont volt, amelyből a Pico 4 Ultra Enterprise headset 6,06 pontot ért el.

A legmagasabb pontszámot a *technológiai képességek* kategóriában érte el (1,80 pont), ahol az LCD kijelző, a széles diagonális látómező és az inside-out tracking adta az alapot, a szemkövetés és a passthrough kamera hiánya sajnos korlátozza az MR-funkciók teljes kihasználását.

A *konstrukció és ergonómia* kategóriában 2,10 pontot ért el, ahol előnyt jelentett a stabil fejpánt, az alacsonyabb súly, a kontroller haptikus visszajelzése és az audio megoldások

megléte. Az akkumulátor beépített és hosszú üzemidejű, ami előny a hordozható MR-eszközöknél.

A jövőbeli potenciál és fenntarthatóság kategóriában 0,75 pontot kapott, köszönhetően a Bluetooth 5.3 támogatásnak, a fejlett OS-rendszernek (Pico OS), valamint az arckövetés képességének.

A biztonsági és katonai szempontok kategóriában 0,33 pontot ért el, mivel nincs kifejezett IP-védelem vagy adatvédelmi tanúsítás és offline működésre sem alkalmas. *A piaci helyzet és költséghatékonyság szempontjából* 0,50 pontot ért el: az ára közepes szinten mozog, aktív gyártás alatt áll, és alapvető tanúsítványokkal rendelkezik. (Lásd. 15. sz. táblázat)

Kategória	Változó	Maximum adható pontszám	Maximum súlyozott pontszám	Pico 4 Ultra pontszám	Pico 4 Ultra számítás
Piaci helyzet és költséghatékonyság	Ár (Price)	10	1.0	5	0.5
	Gyártás státusza (Discontinued)	10		10	
	Tanúsítványok (Compliances)	10		0	
	Csatlakozók (Ports)	10		10	
	Wireless Video	10		0	
	Tracking Camera Count	10		10	
Konstrukció és ergonómia	Tömeg (Weight)	10	2.5	1	2.1
	Fejpánt kialakítás (Headstrap)	10		10	
	Akkumulátor élettartam (Battery Life)	10		5	
	Audio Jack	10		0	
	Speakers	10		10	
	Controller Haptics	10		10	
Technológiai kapacitás	Kijelző technológia (Display)	10	4.0	1	1.8
	Képfrissítési gyakoriság (Refresh Rate)	10		5	

	DFov (diagonális látómező)	10		10	
	Tracking	10		10	
	Eye Tracking	10		0	
	Foveated Rendering	10		10	
Biztonsági és katonai szempontok	Tracking megbízhatóság	10	1.0	0	0.33
	IP-védelem	10		0	
	Offline használhatóság	10		10	
	Base Station Count	10		0	
	Wireless Video	10		0	
Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság	MR-kompatibilitás	10	1.5	10	0.75
	Operációs rendszer (Operating System)	10		10	
	Bluetooth	10		0	
	Storage	10		0	
	Memory	10		0	
	Face Tracking	10		10	

15.sz. táblázat A Pico 4 Ultra értékelése: kategóriánkénti pontszámok a maximális elérhető értékekhez viszonyítva.
Készítette a szerző

Összességében a Pico 4 Ultra Enterprise MR headset 6,06 pontot szerzett, ami alapján az MR kategóriás háromszintű értékelési rendszerben „ajánlott” szintet képvisel. Különösen alkalmas terepi és ipari környezetben végzett könnyű MR-támogatási feladatokra, de a technológiai korlátokat figyelembe kell venni az eszköz kiválasztásánál. Amennyiben az eszköz nem ér el a 10-ből minimum 5-öt, akkor nem célszerű arra a feladatra megvenni.

A fenti módszerek példaként szolgálnak arra, hogy a feladat tükrében hogyan célszerű meghatározni a kiválasztáshoz szükséges kategóriákat és azokat hogyan érdemes súlyozni. Így ezek a számítási módszerek segítik az adott felhasználási területhez leginkább illő VR/MR headsetek azonosítását. A fenti három eszköztípusra bemutatott kiválasztási módszer célja az, hogy a jövőben a lehető leghatékonyabb támogassák VR/MR headsetek beszerzését és alkalmazását, figyelembe véve az egyes felhasználási területek egyedi igényeit. Ahogy a példákon keresztül látható volt az *alapvető kiképzési célra használt SST* eszközök esetében a költséghatékonyság és a könnyű üzemeltetés élvez prioritást, míg a *professzionális taktikai*

lövész vagy pilóta képzésnél a technológiai kapacitás és vizuális élmény kap nagyobb súlyt, az MR döntéstámogatás egészségügyi szakfeladat és logisztika megoldások területén pedig az ergonómia és a hosszú távú kényelmes használat a meghatározó tényező.

A modern VR és MR technológiák folyamatos fejlődése megköveteli, hogy a kiválasztási kritériumok rugalmasak és „jövőorientáltak” legyenek, az általam javasolt rendszer nem csupán a jelenlegi piaci kínálatra épít, hanem előretekintést nyújt az új technológiai fejlesztések bevezetésére is. A bemutatott számítási módszer igénybevétele esetén a jövőben az alkalmazók meghatározhatnak bármely feladatra kiemelt kategóriákat, a döntéshozók pedig a segítségével megalapozottabb, adatokra épülő döntéseket hozhatnak a VR és MR technológiák beszerzése és az eszköz rendszerbe illesztése során.

4.6 Részkövetkeztetések

A 4. fejezetben bemutatott vizsgálat célja egy olyan objektív, strukturált adatbázis és pontozási rendszer kialakítása volt, amely megalapozott döntéshozatalt tesz lehetővé a VR/MR headsetek védelmi célú kiválasztásában. A vizsgálat alapját képező minta 199 eszköz technológiai, ergonómiai, piaci és jövőbeli potenciálra vonatkozó paramétereinek elemzése révén egy olyan adatstruktúra született, amely képes **átfogó és összehasonlítható képet adni a piacon elérhető headsetekről**. A dolgozatban kidolgozott értékelési rendszer öt fő szempontkategóriára (technológiai kapacitás, konstrukció és ergonómia, piaci helyzet, jövőbeli potenciál, biztonsági és katonai specifikumok) épül, és minden kategóriához súlyozott változókat rendel, így lehetővé teszi az egyes felhasználási célokhoz illeszkedő eszközök kiválasztását. A vizsgálat **egyértelműen igazolta, hogy a különböző típusú eszközök – például standalone, PC-alapú vagy telefonos headsetek – technológiai adottságai jól szegmentálhatók**, és az objektív, többváltozós összehasonlítás érdemben segíti a beszerzési és oktatási döntéshozatalt. A 74 technológiai változó mentén végzett elemzés során kirajzolódott, hogy **az alacsonyabb árkategóriájú headsetek egyre inkább képesek olyan teljesítményt és funkciókat biztosítani, amelyek korábban csak prémiumkategóriás eszközökre voltak jellemzőek**. A kutatás eredményei ezzel megkérdőjelezik azt a széles körben elterjedt feltételezést, miszerint a drágább eszközök automatikusan jobbak is a védelmi alkalmazások szempontjából. A három kiemelt alkalmazási terület – az alapkiképzés, a professzionális tréning és a döntéstámogató MR megoldások – vizsgálata során jól láthatóvá vált, hogy **eltérő képességprofilokat kell előtérbe helyezni a kiválasztás során**, és e szakterületekhez más-más súlyozási logika

alkalmazható a értékelésben. A kutatás tehát alátámasztja azt is, hogy nem létezik univerzálisan „legjobb” VR-eszköz, hanem csak **adott célhoz és felhasználási környezethez leginkább illeszkedő megoldás**. Összefoglalva, a 4. fejezet vizsgálatai igazolták, hogy az XR headsetekre vonatkozó strukturált műszaki adatbázis, valamint az erre épülő pontozási és súlyozási módszertan nemcsak, hogy objektív alapot teremt a technológiai eszközök védelmi alkalmazásának értékelésére, de egyúttal hozzájárul a **költséghatékony, célorientált és jövőálló beszerzési döntések megalapozásához is**. A kidolgozott módszertan adaptálható más technológiai területekre is, így a kutatás hozzájárulhat egy szélesebb körű értékelési keretrendszer kialakításához.

Alhipotézisek eredmények összevetése

***Alhipotézis 1.:** Az a feltételezés, hogy a jelenleg piacon lévő eszközök jellemzésére több, mint 50 feletti változó azonosítható és az XR headsetek három fő kategóriájának: a standalone, a PC-alapú és telefon-alapú eszközök különbségei markánsan kirajzolódnak a piacon lévő eszközökben, igazolást nyert, 79 változót találtam, és a három eszköz különbségeit a jellemzők igazolják.*

***Alhipotézis 2.:** Feltételezésem, hogy a VR/MR headsetek piacán a hagyományos választási modell nem alkalmazható, hogy a drágább vagy ún. magasabb kategóriás modell alkalmasabb lenne egy konkrét védelmi feladat elvégzésére, mint az alacsonyabb árúak és kategóriájúak, igazolást nyert. Hiába drága egy gép, ha az adott feladathoz szükséges paraméterei nem elégségesek.*

***Alhipotézis 3.:** Feltételezésem, hogy az objektív jellemzéshez az eszközök gyártók által megadott paramétereit kategóriákba és a kategóriákat további változókra lehet osztani, mely változókhoz a-b-c lehetőségek formájában hozzá lehet rendelni a jellemzőiket, igaz. A vizsgált mintára vonatkozó műszaki paraméterek úgy alakulnak, hogy a közel 200 eszköz adatain végzett vizsgálat alapján a paraméterek valóban jól csoportosíthatók és a feltételezett struktúra kialakítható volt, így az alhipotézis igaznak bizonyult.*

***Alhipotézis 4:** Feltételezésem, hogy a különböző szakfeladatokhoz az alapképzés, a professzionális erő képzése és a szakfeladatokat támogató MR eszköz kiválasztásához eltérő paramétereket kell súlyozni, és az általam ajánlott speciális számítási móddal meghatározható bármely eszköz alkalmassága, igaznak bizonyult.*

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

Kutatásom során elsőként a védelmi szektor környezeti hatásait és a negatív hatásokra adott válaszokat azonosítottam, különös tekintettel arra, hogy ***milyen módon integrálható a környezeti fenntarthatóság a védelmi, kiemelten a katonai tevékenységek rendszerébe.*** A vizsgálatok alapján megerősítést nyert, hogy bizonyos védelmi tevékenység – beleértve a kiképzést, a logisztikát, az infrastruktúra-fenntartást és a hadgyakorlatokat – ***jelentős környezetterheléssel, esetenként környezetkárosítással jár és a környezeti célokat felülírhatják a védelmi szervezet alaprendeltetéséből adódó célok.*** Ugyanakkor az is világossá vált, hogy a környezetvédelem a védelmi munka stratégiai kiegészítőjévé válhat. A nemzetközi (pl. NATO STANAG 7141 EP) és hazai szabályozási rendszerek megfelelő jogi és intézményi alapot teremtenek a környezetbarát védelmi működés számára. megállapítottam, hogy a környezetvédelmi célkitűzések eléréséhez nemcsak direkt környezetterhelés-csökkentő beavatkozásokra van szükség, hanem olyan technológiai újítások bevezetésére is, amelyek elsődlegesen nem környezetvédelmi céllal születtek, ám közvetett módon jelentős mértékben hozzájárulnak a környezeti terhelés mérsékléséhez. ***A modern informatikai, köztük a VR/AR technológiák alkalmazása tipikusan ilyen megoldás lehet.*** Bár bevezetésük a védelmi rendszerekbe nem környezetvédelmi, hanem elsősorban oktatási és logisztikai racionalizálási céllal történt, ugyanakkor többek között a fizikai jelenlét, az utazások, az eszközhasználat és az infrastrukturális igények csökkenésével egyértelműen pozitív környezeti hatást fejtenek ki.

Elemzéseim alapján, a katonai szakterület környezetvédelmi aspektusait tekintve három fő válaszstruktúrát különítettem el: a nemzetközi és hazai szabályozási háttérrel, a szervezeti-intézményi gyakorlatokat, valamint a technológiai innovációkat. A Magyar Honvédség több jó gyakorlata is bemutatásra került, amelyek az energetikai korszerűsítést, a környezeti monitoring bevezetését és a hadgyakorlatok környezeti hatásvizsgálatát integrálják a napi működésbe. Ezek alapján igazoltam, hogy ***a környezettudatosság nem gyengíti, hanem erősíti a katonai hatékonyságot.*** A kutatás során öt hipotézist vizsgáltam, melyek közül négy teljes mértékben, egy részben igazolódott. Újdonságértékű az a megállapításom, hogy ***az egyszerű, decentralizált SST-eszközök nemcsak költséghatékonyak, de ökológiai szempontból is kedvező alternatívát kínálnak*** a professzionális szimulációs rendszerek mellett. A Magyar Honvédség pilotprogramjai és saját fejlesztési tapasztalataim is azt mutatták, hogy ezek a megoldások már jelenleg is képesek jelentős környezeti „megtakarítást”

biztosítani, miközben fenntartják a képzési hatékonyságot is. Igazolódott, hogy katonai erő környezetvédelmi tevékenységéhez a nemzetközi és hazai szabályzók, nemzeti programok és az intézményi rendszer megfelelő alapot biztosít a jövőben hatékony környezettudatos működéshez és a honvédelmi szakterület eddig eredményes környezetvédelmi gyakorlata is jó kiinduló alapot ad ehhez. Megállapítottam azonban, hogy a jelenlegi környezetvédelmi szabályozás nem számol még a digitális megoldások közvetett előnyeivel e területen. Javasolt lenne ezért olyan jogi és szakpolitikai keretek kialakítása (természetesen a katonai szakterület sajátosságainak figyelembevételével), amelyek lehetővé teszik **a VR/AR rendszerek környezeti hatásainak tudományos értékelését és integrált, egységes alkalmazását**. Úgy vélem, a védelmi szektor a jövőben nemcsak reagálhat a fenntarthatósági kihívásokra, hanem alakító szereplőként is felléphet, ha a digitális technológiák stratégiai szinten is elfoglalják méltó helyüket. Ehhez azonban tudományosan is alá kell támasztani egyrészt a pedagógiai, másrészt a technológiai szempontú alkalmasságukat.

Kutatásom második szakaszában ezért azt vizsgáltam, *hogyan integrálhatók a VR-technológiák a védelmi terület oktatási/képzési/felkészítési/továbbképzési rendszerébe és milyen módszertani, szervezeti és pedagógiai feltételek szükségesek ahhoz, hogy a bevezetésük valóban hatékony és sikeres legyen*. Megállapítottam, hogy **a VR/MR-eszközök nem csupán digitális eszközök**, hanem egy új oktatástechnológiai vagy döntéstámogatási paradigma kialakulásának hordozói, amelyek megváltoztatják a tanulás, a tanítás és a döntéstámogatás módszereit, a tanár szerepét és a tanulási hatékonyságot is. Az alkalmazásuk azonban a hagyományos oktatási és döntéstámogatási logikától eltérő, adaptív, gyakorlatorientált szemléletet kíván.

Elemzéseim megerősítették, hogy a VR/MR-rendszerek bevezetésének **sikere három tényezőn múlik: a felhasználók digitális kompetenciaszintjén, az oktatásnál a tananyag szerkezetén, valamint a visszacsatolási és mérési rendszerek meglétén**. A nemzetközi példák – mint a VirTra vagy a SURVIVR –, valamint a hazai fejlesztések, különösen a HADIK SST és a GTS, igazolták, hogy a szimuláció-alapú kiképzések, azaz a VR-alapú rendszerek decentralizált, moduláris és skálázható módon beilleszthetők a katonai képzésekbe. Azonosítottam az előnyeiket a hagyományos eszközökkel szemben és igazoltam, hogy **ezek az eszközök jelentős potenciállal bírnak abban, hogy növeljék a tanulási hatékonyságot, csökkentsék a képzési költségeket, és egyben modernizálják a kiképzés pedagógiai alapjait**. Az oktatás rugalmassága és skálázhatósága egyértelmű előnyt jelent a hagyományos, helyhez és infrastruktúrához kötött képzésekkel szemben.

A saját fejlesztésű HADIK VR SST rendszer azért készült, hogy gyakorlati alkalmazása során azt igazoljam, hogy **az alacsony költségű, moduláris és hordozható VR/MR-megoldások hatékonyan alkalmazhatók** a tartalékos és területvédelmi állomány felkészítésében is. Egyben szakmai célokat is szolgálva képes a területvédelmi erők kiképzésnek támogatására. A SkillDict keretrendszerrel való integráció révén pedig lehetővé válik az oktatási folyamat adatvezérelt nyomon követése, a teljesítmény mérhetővé és összehasonlíthatóvá válik, amely fontos alapot ad a visszacsatolásra épülő tanulási ciklusokhoz. A pilotprogramok során végzett vizsgálataim azt erősítették meg, hogy **a gamifikáció és a vizuális visszacsatolás növeli a tanulói bevonódást és a belső motivációt**. Bizonyítást nyert, hogy ezek az eszközök oktatási oldalról is **megfelelnek napjaink pedagógiai tudományos kutatásaiban megfogalmazott korszerű elvárásoknak**.

Kiemelt kutatási következtetésem, hogy a VR-rendszerek alkalmazása nemcsak technikai kérdés, hanem **a módszertani és szervezeti adaptáció, valamint ennek humán oldala legalább ilyen meghatározó tényező**. Megfogalmaztam egy decentralizált tartalomfejlesztési modellre való igényt, amely lehetővé teszi, hogy az oktatók is képesek legyenek egyszerűbb tanulási modulokat létrehozni fejlesztői közreműködés nélkül. Ez jelentős előrelépést jelenthet a védelmi oktatás digitális transzformációja szempontjából.

A kutatásom során arra is kerestem a választ, hogyan előzhető meg a VR-használattal járó mentális és fiziológiai mellékhatások. Ennek feltérképezésére kísérlettel egybekötött kérdőíves kérdezési módszert alkalmaztam, kiegészítve fókuszcsoporthozos interjúkkal és megfigyeléssel. Az is igazolódott, hogy **az életkor, a feladatszerkezet és koncentrikus nehezítettség, valamint a digitális kompetenciák szintje összefüggést mutatnak a feladatvégzési hatékonysággal**. A tapasztalatok alapján **a fokozatosság elve, az expozíciós idők szabályozása és a bevezető modulok** csökkentik a cybersickness és a mentális túlterhelés előfordulását. jelentősen E szempontokat beépítettem a javasolt bevezetési protokollba, amely iránymutatásul szolgálhat a VR-rendszerek katonai oktatásban történő rendszeresítéséhez.

Arra a következtetésre jutottam, hogy a VR-technológiák alkalmazása a védelmi oktatásban akkor válik valóban eredményessé, ha **azokat nem eseti technológiai próbálkozásként, hanem egy átfogó, tanulásközpontú és adaptív rendszer elemeként vezetjük be**. A jövő sikeres védelmi képzése nem csupán a hardvereken, hanem a pedagógiai kultúrán és a tanulási élmény minőségén múlik. Saját eredményeim megerősítik, hogy ebben a folyamatban a decentralizált, jól skálázható VR-megoldások kulcsszerepet tölthetnek be.

Empirikus kutatásommal **átfogó képet adtam** továbbá a VR-technológia védelmi célú alkalmazásának egyénre gyakorolt hatásairól, különös tekintettel a felhasználói

komfortérzetre, az elfogadottságra, valamint a mentális és fiziológiai mellékhatásokra. *Több mint 300 fős mintán, kérdőíves és megfigyeléses vizsgálatokkal dolgoztam*, amelyek alapján egyértelművé vált, hogy a VR-eszközök bevezetése nem csupán technikai, hanem pedagógiai, pszichológiai és fizikai dimenziók mentén is komplex kihívás.

Megállapítottam, hogy az alacsony digitális kompetenciaszint negatívan befolyásolja a VR-alapú tanulási teljesítményt és a technológiában jártasabb résztvevők gyorsabban alkalmazkodtak a virtuális környezethez, pontosabban hajtották végre a feladatokat, és kevesebb mellékhatásról számoltak be. Ez megerősítette első hipotézisemet, miszerint ***a digitális jártasság kulcsszerepet játszik*** a VR-rendszerek hatékony használatában. A tanulási hatékonyság szempontjából pedig különösen előnyösnek bizonyult a ***fokozatosságra épülő szcenáriósorozat*** – az A–B–C logika –, amely különösen az idősebb vagy alacsonyabb kompetenciaszintű felhasználók esetében csökkentette a kognitív terhelést.

A VR-eszközhasználat során jelentkező ***fizikai és mentális mellékhatások előfordulása tekintetében megállapítottam, hogy ugyan alacsony***, de nem elhanyagolható. A leggyakoribb panaszok közé tartozik a felsőtest statikus terhelése (kéz, nyak, váll), valamint a szédülés, hányinger és koncentrációs nehézség. Az idősebb korcsoport – különösen a 60 év felettiek – nagyobb arányban számolt be diszkomfortérzetről. Ennek ismeretében a közösen végzett feladatoknál erre figyelmet kell fordítani. Ugyanakkor a kutatásom során megerősítést nyert, hogy ***megfelelő felkészítés és expozíciós időszabályozás mellett ezek a tünetek és különbségek hatékonyan csökkenthetők***.

A kutatásomra alapulón ***javaslatokat dolgoztam ki a mellékhatások megelőzésére és mérséklésére***. Az *expozíciós idő korlátozása, a fokozatosság elve, a bevezető modulok alkalmazása*, valamint az *önreflexióra épülő visszacsatolási gyakorlatok* kulcsszerepet játszanak a fenntartható alkalmazásban. Hangsúlyozom: a sikeres integráció érdekében nélkülözhetetlen lesz szakmai pilot programok indítása, amelyek lehetőséget nyújtanak a VR-rendszerek éles tesztelésére és az oktatási eredmények valós idejű mérésére.

Kiemelten fontos eredményem, hogy ***a résztvevők túlnyomó többsége pozitívan viszonyul a technikához***: 93%-uk jelezte, hogy megfelelő előkészítés mellett nyitott a VR-alapú képzésekre. Ez egyértelműen cáfolja azt a feltételezést, hogy a VR-eszközöktől való tartózkodás technológiai ellenállásból ered – sokkal inkább az információhiány, a felkészítés hiánya és a fizikai komfortérzet hiányosságai állnak a háttérben.

A tanulási sorrendiségre vonatkozó vizsgálataim igazolták, hogy ***az egyénre szabott, fokozatos oktatási struktúra jelentősen javítja a tanulói teljesítményt és komfortérzetet***, sőt az alkalmazási hajlandóságot is. Kijelenthető, hogy a VR-eszközökhöz történő hozzászokás nem

csupán a tanulók, hanem az oktatók részéről is támogatást igényel – ezért javasoltam egy országos szintű digitális kompetenciafejlesztési programot, amely a védelmi oktatás teljes rendszerére kiterjeszthető.

Összességében megállapítottam, hogy a VR-technológia nem csupán új típusú eszközt jelent a védelmi oktatás számára, hanem egy új szemléletmódot is képvisel. A decentralizált, adaptív és digitálisan visszacsatolt tanulási modellek irányába mozdítják el az egész rendszert. Az általam javasolt bevezetési protokoll és integrációs keretrendszer biztosíthatja, hogy a VR-eszközök ne különálló technológiai megoldásokként, hanem a rendszeresített kiképzési modulok szerves részeként működjenek.

Kutatásom záró szakaszában egy olyan objektív, **súlyozott szempontrendszeren alapuló módszertani keretet dolgoztam ki**, amely lehetővé teszi a különböző VR/MR headsetek összehasonlító értékelését a védelmi felhasználás szempontjából. Az eszközök piacán tapasztalható technológiai diverzitás miatt úgy ítéltem meg, hogy **a hagyományos, ár- és márkavezérelt kiválasztási gyakorlatok már nem alkalmasak a védelmi célú rendszeresítés megalapozására.** Ezért egy olyan pontrendszert alkottam, amely képes feladatalapúan, szcenáriófüggően és jövőorientált módon rangsorolni a különféle típusokat.

Ennek igazolására olyan adatbázist hoztam létre, amely feltérképezte a piacon lévő eszközök sokaságából egy 198-as minta jellemzőit. Ez az adatbázis a közel 15 000 adatával alapot nyújt különböző szempontú kutatásokhoz, melyből néhányat a minta bemutatásában elvégeztem, de alapot nyújthat az eszközvásárláshoz is. A modell öt fő értékelési kategóriára épül: **technológiai képességek, konstrukció és ergonómia, piaci státusz, biztonsági és katonai szempontok, valamint jövőállóság, továbbá ezek alkategóriáira, melyeket változónak neveztem.** A fő kategóriákon belül összesen több mint 70 változót állítottam fel a hozzájuk tartozó jellemzőkkel és azok pontértékeivel, melyek súlyozása lehetővé tette, hogy ne általános, hanem célirányos értékelés szülessen. Ennek eredményeképp az egyes headsetek nem „jó” vagy „rossz” minősítést kaptak, hanem adott katonai feladatra vonatkozóan lettek rangsorolva, figyelembe véve a költséghatékonyság és az alkalmazhatóság összhangját.

A vizsgálataim során igazoltam, hogy **nem a legdrágább vagy legerősebb eszköz a legalkalmasabb minden védelmi célra.** Például a közvetlen taktikai alkalmazások vagy alapkiképzési feladatok esetében az SST-kategóriás headsetek – kisebb teljesítményük ellenére – hatékonyabbnak és fenntarthatóbbnak bizonyultak, mint a csúskategóriás, PC-alapú rendszerek. Ugyanakkor bizonyos döntéstámogató vagy orvosi szimulációk esetében az MR-eszközök, mint például a Pico 4 Ultra Enterprise, kimagasló pontszámot értek el. *A*

feladathoz illesztett értékelés így reális és testreszabott döntéstámogatást nyújt a beszerzések során.

A rendszer előnye, hogy nemcsak a jelenleg piacon lévő modellekre alkalmazható, hanem jövőbeli fejlesztések esetén is könnyen aktualizálható. Tervezem a későbbiekben digitális formában egy weboldalon megjeleníteni. Nyitott, bővíthető struktúrájának köszönhetően az adatbázis alkalmas új technológiai vagy katonai szempontok integrálására is. Ez lehetővé teszi, hogy *a védelmi szektor technológiai döntései ne szubjektív benyomásokon, hanem adatalapú, validált értékelésen alapuljanak.*

Egyik tudományos eredményem abban áll, hogy nemcsak az eszköz technikai paramétereit, hanem annak oktatási, szervezeti és jövőorientált értékét is figyelembe vettem. Ezáltal egy olyan komplex döntéstámogató keretet sikerült kialakítani, amely alkalmas a védelmi szektor aktuális kihívásainak kezelésére – beleértve a decentralizált képzést, a gyors reagálású képességek fejlesztését, valamint az ESG (Environmental, Social and Governance) elvárásoknak való megfelelést.

Összefoglalásként megállapítottam, hogy *a VR/MR headsetek objektív kiválasztása nem pusztán műszaki, hanem ennél komplexebb kérdés*, és a helyesen kialakított értékelési rendszer jelentősen hozzájárulhat ahhoz, hogy a védelmi digitalizáció ne kockázatot, hanem lehetőséget jelentsen. Úgy vélem, e módszer alkalmazása révén a jövőben az egy-egy meghatározott feladathoz való technológiaválasztás nemcsak gyorsabbá és átláthatóbbá, hanem megalapozottabbá is válhat.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1, Tudományos elemzésekkel igazoltam, hogy a védelmi szféra tevékenysége kapcsán kialakuló környezeti kihívások mérséklésére a katonai szakterületen mind a nemzetközi és hazai szabályzások, mind az akcióprogramok és tevékenységek, valamint a katonai erő eddigi jó gyakorlatai megfelelő keretfelételeket és alapot teremtenek a környezet védelmi célkitűzések megvalósításához. Adatelemzésekre épülően, logikai úton igazoltam, hogy a korszerű informatikai eszközök között a VR-AR technológiák nemcsak költséghatékonyak, de képességeiket tekintve ökológiai szempontból is kedvező alternatívát kínálnak.

2, A hagyományos és VR-alapú tanulási környezetek összehasonlító elemzésére alapulón elsőként **igazoltam**, hogy a védelmi képzésben a VR-alapú eszközöket alkalmazó oktatás képes illeszkedni a konstruktivista, tanulóközpontú korszerű pedagógiai modellekhez, így például az adaptív tanuláshoz, önszabályozó tanulási rendszerekhez és projektalapú oktatáshoz. **Azonosítottam** a VR-technológia azon képességeit, amelyek a tanulási hatékonyság, a motiváció és az élményalapú tudásszerzés javítása révén nemcsak környezeti, hanem pedagógiai szempontból is előnyt jelentenek a jövőben.

3, Igazoltam, hogy a VR-eszközhasználat során pszichofiziológiai terhelés jelentkezhet, amely azonban előrejelezhető olyan egyéni tényezők alapján, mint az életkor, előzetes tapasztalat vagy felhasználói attitűd. Empirikus kutatással alátámasztott **javaslatokat fogalmaztam meg** a pihenőidő-szabályozás, az eszközhasználati időkeretek és a testreszabott tanulási sorrend vonatkozásában, amelyek segíthetik e negatív hatások mérséklését és egyben növelhetik az alkalmazási hajlandóságot is.

4, 198 VR eszköz paramétereiből 74 változó mentén **metaadatbázist alakítottam ki a piaci forgalomban lévő VR eszközökről**, majd erre épülően **kidolgoztam** a technikai jellemzőiket az ergonómiai követelményeket, a pedagógiai alkalmasságot egyaránt figyelembe vevő multidimenzionális, pontozáson alapuló értékelési rendszert, amely lehetővé teszi a különböző VR/MR headsetek védelmi felhasználási célok szerinti objektív összehasonlítását és kiválasztását

AZ ÉRTEKEZÉS AJÁNLÁSAI

A doktori értekezés négy részkutatása során több olyan eredmény született, amely alapján szakmailag és tudományosan megalapozott javaslatokat fogalmaztam meg. Az egyes fejezetekben részletes ajánlások olvashatók a felmerült problémák megoldására, a hiányosságok kiküszöbölésére, a továbbfejlődés biztosítására. Az alábbiakban ezért csak összefoglaló áttekintést adok ezekről koncentrált módon.

Az első részkutatás igazolta, hogy a VR-eszközök alkalmazása csökkenti a környezeti terhelést, különösen a logisztikai és infrastrukturális igények mérséklésével. **Ennek kapcsán javasolt** a VR-eszközök stratégiai integrációja a környezetkímélő képzési formák között, különös tekintettel a decentralizált tréninghelyzetekre. **Célszerű továbbá**, hogy hipertechnikák és rendkívül költséges hightech kategóriák helyett, ahol az nem feltétlen indokolt szakmai szempontból (pl. pilótaképzés), javasolt az SST VR/MR eszközhasználat előnyben részesítése. Kiemelten igaz ez az oktatási beruházások és beszerzések tekintetében. Fontos lenne továbbá a védelmi szféra környezetvédelmi tevékenységének joganyagaiba, programjaiba kanonizált módon beépíteni a VR-technológia kérdéskörét.

A második részkutatás kapcsán igazolódott, hogy a VR-alapú oktatás növeli a motivációt és az aktív tanulási hajlandóságot. **Javasolt ezért** a tananyagok gamifikált, adaptív és visszajelzéseken alapuló módon történő fejlesztése. **Célszerűnek látom**, hogy ezek az eszközök beépüljenek az alap- és kiegészítő kiképzésekbe is. **További ajánlasként javasolt** VR-kompatibilis tanulásmenedzsment-rendszerek (LMS) alkalmazása, amelyek képesek rögzíteni a haladást, pontszámokat és kompetenciafejlődést egyidejűleg. Fontos lenne az oktatók körében a VR technológia alkalmazási alapkészségeinek kialakítása, fejlesztése, amellyel növelhető lenne az alkalmazási hajlandóságuk.

A harmadik részkutatásban beigazolódott, hogy a hibás vagy túlzott eszközhasználat negatív fizikai és pszichés hatásokat – például cybersickness tüneteket – hozhat magával. **Ezt megelőzendő célszerű** a VR-eszközhasználat alatt az időkeretek és a használati mód szabályozása. **Javasolt továbbá** egy felhasználói üzemeltetési protokoll bevezetése, amely a felhasználói tapasztalat, életkor és korábbi tapasztalatok alapján kategorizálja a résztvevőket. **Emellett célszerű** a VR-élmény után regenerációs szakasz biztosítása a kognitív és fiziológiai terhelés kiegyenlítésére.

A negyedik részkutatás során kialakult egy közel 15 000 adatot tartalmazó, később bővíthető adattábla, amely kellő alapot nyújt a piacon való tájékozódáshoz és a

beszerzésekhez. Célszerű lenne elkészíteni ennek a katalógus változatát és az eszközbeszerzést végzők, valamint az alkalmazók részére elérhetővé tenni.

Az általam készített objektív pontozási rendszer lehetővé teszi a VR/MR headsetek feladatonkénti összehasonlítását és az adott feladatra a legmegfelelőbb kijelölését. **Javasolt**, hogy ez a módszertan alkalmazásra kerüljön a beszerzési döntések előkészítése során, hogy az árkategórián kívül a döntéseknél figyelembe lehessen venni a technológiai, ergonómiai és biztonsági szempontokat is. További javaslat, hogy célszerű lenne egy szervezet kijelölése és egy platform működtetése, akik ennek az adatbázisnak a gondozását folytatják, hogy akár a civil, akár a katonai alkalmazók követni tudják a követni tudják a gyorsan változó technológiai környezetet és lehetőségük legyen mindig ismerni a legfrissebb újdonságokat e téren.

A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA

A kutatás komplexitásából adódóan a lehetséges felhasználási területek skálája is széles. Ezek közül a legfőbbek az alábbiak:

- A kutatási eredményeket haszonnal forgathatják a védelmi szféra, kiemelten a katonai szakterület vezetői és munkatársai a szakmai és környezetvédelmi munkájukhoz egyaránt.
- Jól használhatók a módszertani ajánlások a VR-alapú oktatásban, képzésben, kiképzésben, továbbképzésben, de az oktatási célkitűzések stratégiák kialakításában is.
- A fogalmak, eszközeleírások, továbbá az eszközök előnyeit elemző szakaszokat haszonnal forgathatják az informatikai képzést vezetőik.
- Segítséget jelenthet a mű a jogalkotók és a belső szabályokat készítők számára.
- Alapul szolgálhat a mű környezetvédelmi célkitűzések megfogalmazásához és annak végrehajtásához a védelmi területen. A jó gyakorlatok a kisközösségek számára ötleteket nyújthatnak.
- A kutatás eredményei segítségére lehetnek a témában tudományos kutatást folytatóknak, sőt az adatbázisok az értekezés témájától eltérő vizsgálatoknál is adhatnak jó támpontokat.
- A beszerzések és a rendszeresítések folyamán is hasznos lehet a mű a VR-eszközökkel kapcsolatos döntések meghozatalához.
- Az informatika oktatása során pedig a munkák háttéranyagaként alkalmazható.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- ÁBRAHÁM ARANKA (2016): A logisztika és a környezetvédelem kapcsolata kiképzési rendezvények tervezése és végrehajtása során. *Katonai Logisztika*, 2016, Különszám, 13–33.
- ACZÉL, P. (2017): Az információs technológiák szerepe a tanulás és tanítás folyamatában. *Iskolakultúra*, 2017. 27(4), 3–14.
- ANRADE, F. R. – TAVARES, J. M. R. S. (2020): *Intelligent Virtual Agents in Virtual Reality Training Systems: A Review: Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2020, 196. 105586. Section 4.1.
- AWE USA (2023): *Five Ways XR Technology Is Already Saving The World*. Elérhető: <https://www.awexr.com/blog/Five-Ways-XR-Technology-Is-Already-Saving-The-World> Letöltve: 2025. 04. 12.
- BAILENSEN, J.N. (2018): *Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do*. New York: W. W. Norton & Company, 78-95.
- BALATONI Mónika – MÁTHÉ Katalin – PONGRÁCZ Alex – SZEGEDI László (2023): A fenntarthatóság társadalmi percepciója a Nemzeti Közszerológiai Egyetem hallgatóinak körében. *Acta Humana*, 2023(3), 29–46.
- BENEDEK, A. (szerk. 2008): *Digitális pedagógia: Tanulás IKT környezetben*. Budapest: Typotex Kiadó.
- BEREGI CSABA (2025): *A haderő működésének környezeti elemekre gyakorolt hatásai. A katonai környezetvédelem sajátosságai és feladatrendszere*. In FÖLDI László (szerk.): *A környezetvédelem kérdései a Magyar Honvédségben*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó, 177–207.
- Business Insider (2023): *How Ukrainian troops fight with fake guns to prepare for real combat*. <https://www.businessinsider.com/how-ukrainian-troops-fight-fake-guns-prepare-for-real-combat-2025-3> Letöltve: 2025. 04. 08.
- Cervus. Ai (2019): *VRLT – Exploring Virtual Reality and Training Measurement with the British Army*. 2019. <https://cervus.ai/vrlt-exploring-virtual-reality-and-training-measurement-evaluation-with-the-british-army/> Letöltés: 2025. 02. 11.
- COHEN, A., – WIEK, A. (2023): *Artificial Intelligence-Driven Adaptive Learning Systems in Military Virtual Reality Environments*. *Journal of Defense Modeling and Simulation*, 2023. 20(1), 15–28. <https://doi.org/10.1177/15485129221094403>
- Commonwealth of Australia, Department of Defence (2023): Robertson Barracks Solar Farm Reduces Carbon Emissions by 6100 Tonnes Annually. *NT News*, 2023 September 7. o.n. <https://www.ntnews.com.au/news/robertson-barracks-solar-farm-switches-on-and-will-power-up-1800-homes-during-offpeak/news-story/55dd98c4302fef1eaede2f119dd8285a> Letöltve: 2024. 05. 08.
- CUTTING, J. E. (2003): *Reconceiving perceptual space*. In H. Hecht, R. Schwartz, & M. Atherton (Eds.): *Looking into pictures: An interdisciplinary approach to pictorial space*. Cambridge: MIT Press. 215-238.
- DAVIS, F. D. (1983): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 1983, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>

European Defence Agency. (2022). *Fifth Consultation Forum meets in Prague to promote sustainable energy in defence*. Forrás: <https://www.eda.europa.eu/news-and-events/news/2022/12/02/fifth-consultation-forum-meets-in-prague-to-promote-sustainable-energy-in-defence> Letöltés: 2024. október 21.

Fabrizia MANTOVANI és Gianluca CASTELNUOVO: (2003): *Sense of Presence in Virtual Training: Enhancing Skills Acquisition and Transfer of Knowledge through Learning Experience in Virtual Environments*. In: Giuseppe RIVA, Fabrizio DAVIDE és WIJNAND A. IJSELSTEIJN (szerk.): *Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments*. Amsterdam: IOS Press, 173.

Finabel – European Army Interoperability Centre (2020): *Virtual Reality: The Future of Military Training*. 2020. <https://finabel.org/virtual-reality-the-future-of-military-training/> Letöltés: 2024. október 21.

FireWare (2024): Simulation Solutions for Fire Services. <https://www.fireware.nl/en/> Letöltve: 2024.12.03

Flaim Systems (2024): Firefighter VR Training Systems. <https://flaimsystems.com/> Letöltve: 2024.12.03.

FORGÁCS, TIBOR (2009): *A távmunka elmélete és gyakorlati alkalmazásának lehetőségei*. 2009. Doktori értekezés, Pécsi Tudományegyetem., Forrás: <https://pea.lib.pte.hu/bitstream/handle/pea/14812/forgacs-tamas-phd-2009.pdf> Letöltés: 2024.12.03.

ForgeFX Training Simulations (2024): *Emergency Response VR Simulators*. <https://forgefx.com/> Letöltve: 2024.12.03

FÖLDI László – HEGEDŰS Hajnalka (szerk. 2020.): *Éghajlatváltozás okozta kihívások és lehetséges válaszok*. Budapest: Dialóg Campus.

FÖLDI László (2020): Klímapolitika Magyarországon. In FÖLDI László – HEGEDŰS Hajnalka (szerk.): *Éghajlatváltozás okozta kihívások és lehetséges válaszok*. Budapest: Dialóg Campus. 35–54.

FÖLDI LÁSZLÓ – HALÁSZ LÁSZLÓ (szerk.) (2014): *Környezetbiztonság*. Nemzeti Közszerológati Egyetem, Budapest, 2014. 112–114.

FÖLDI LÁSZLÓ – HALÁSZ LÁSZLÓ (szerk.) (2014): *Környezetbiztonság*. Nemzeti Közszerológati Egyetem, Budapest, 2014. 116–117.

FÖLDI LÁSZLÓ: (2016): *Az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései*. In CSENGERI, JÁNOS; KRAJNC, ZOLTÁN (szerk.) *Humánvédelem - békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése*. Budapest: Nemzeti Közszerológati Egyetem, 400–474.

FRAGA LAMAS, P. – FERNÁNDEZ CARAMÉS, T. M. – SUÁREZ ALBELA, M. – CASTEDO, L. – GONZÁLEZ-LÓPEZ, M. (2016): A Review on Internet of Things for Defense and Public Safety. *Sensors*, 2016. 16(10), 1644.

GADEPALLY, V., – KEPNER, J. (2020): *Scalable Procedural Content Generation for Military Simulation*. Lexington, Massachusetts: MIT Lincoln Laboratory,

GARTNER (2023.): *Hype Cycle for Emerging Technologies*, Stamford: Gartner Inc.

GARY E. MACHLIS THOR HANSON (2008): Warfare Ecology: A háborúk ökológiai hatásai. *BioScience* 2008, 58(8), 729–736. <https://academic.oup.com/bioscience/article/58/8/729/380940>. Letöltés: 2024.12.03.

- GAVGANI, Alireza M. – NESBITT, KEITH V. – BLACKMORE, Karen L. – NALIVAICO, Eugene (2017): Profiling subjective symptoms and autonomic changes associated with cybersickness. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 2017, 203, 45.-76.
- GAYNOR, K. M. et al. (2016): War and wildlife: linking armed conflict to conservation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2016. 14(10), 533–541.
- GOLDING, J. F. (2006): Predicting Individual Differences in Motion Sickness Susceptibility by Questionnaire. *Personality and Individual Differences*, 2006, 41(2), 237–248.
- GOLDING, J. F. (2016): *Motion Sickness*. In FURMAN, Joseph M. – LEMPET, Thomas (szerk.): *Handbook of Clinical Neurology*, 2016. Volume 137: *Neuro-Otology*. Elsevier, 371–390.
- GOLDING, John F. (2006): Predicting Individual Differences in Motion Sickness Susceptibility by Questionnaire. *Personality and Individual Differences*, 2006, 41(2), 237–248.
- GOV. UK (2019): *British Army Tests Innovative Virtual Reality Training*. <https://www.gov.uk/government/news/british-army-tests-innovative-virtual-reality-training>
Letöltés: 2025. 02. 11.
- HARTLEY, K. (2007): *The Economics of Defence Policy: A New Perspective*. London: Routledge. 112-120.
- HELANDER, M.G. (1997): *The human factors profession*. In G. Salvendy (Ed.): *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (2nd ed.). New York: Wiley. 3-16.
- Honvédségi Szemle*, 2022. 150(4), 73-93.
<https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/honvszemle/article/download/855/817/1620>
Letöltés: 2025. 02. 11.
- HORN, György – NÁDORI, Gergely (2024): *Az ebihalak partján. Az alternatív pedagógia útjain*. Budapest: Magvető, 85–92.
- HORNYACSEK Júlia – KOVÁCS Gergely (2020): *A kiterjesztett valóság alapú szemüveg alkalmazásának kihívásai a védelmi szférában a műszaki szakfeladatok ellátása során*. 154. In: FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó, 147–166.
- HTC Vive Pro Eye specifikáció* – <https://www.vive.com/eu/product/vive-pro-eye/overview/>
Letöltve: 2025. 04. 04.
- HTC Vive: <https://www.vive.com/us/> Letöltve: 2025. 03. 04.
- HUFF, C. (2024): *An Empirical Analysis to Determine a Common Augmented Reality or Mixed Reality Solution to Improve Training and Operational Capabilities for the Marine Corps*. Monterey, CA: Naval Postgraduate School.
- JACQUELINE, M. Fulvio – MOHAN, Ji – Bas, ROKERS (2021): Variability in Sensory Sensitivity Predicts Motion Sickness in Virtual Reality. *Entertainment Computing*, 2021, 38(5), 1–11.
- JERALD, J. (2015): *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. San Rafael: CA, Morgan & Claypool Publishers
- KÁLLAI ATTILA (2016): *Felkészítés és kiképzés virtuális környezetben*. In CSENGERI János (szerk.): *Humánvédelem – békeművelési és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 4–55.
- KASZA ANDRÁS (2021): *A napenergia és szélenergia alkalmazásának lehetősége hazánkban*. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem.

- KATONA, Gy. (2015): *IKT a pedagógiában*. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó.
- KEENEY, R.L., RAIFFA, H. (1993): *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Cambridge: Cambridge University Press.
- KENNEDY, R. S., FOWLKES, J. E. (1992): Simulator Sickness Is Polygenic and Polysymptomatic: Implications for Research. *The International Journal of Aviation Psychology*, 1992, 2(1), 23–38.
- KIM, Hyun – PARK, Jae-Joon – CHOI, Sang-Hyun (2018): Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ): Motion Sickness Measurement Index in a Virtual Reality Environment. *Applied Ergonomics*, 2018, 69. 66–73., Online: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.016>
- KIM, S., NUSSBAUM, M. A., & GABBARD, J. L. (2016): Augmented Reality “Smart Glasses” in the Workplace. *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 2016, 4, 253–258.
- King Crow Studios (2024): Military & Defense VR Training <https://kingcrowstudios.com/industries/military-defense-vr-training/> Letöltve: 2025. 04. 08
- KISS Róbert Richárd – UJVÁRI Zoltán (2021): Virtuális valóság az oktatásban: alkalmazási lehetőségek a XXI. században. *Oktatás-Informatika*, 2021(2), 14–22.
- KLOBUCAR, T., – MOHORCIC, M. (2022): *Low-Code and No-Code Platforms for Agile Software Development: A Systematic Review*. *Sensors*, 2022. 22(23), 9374.
- KOLB, D. A. (1984): *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 20–38.
- KOURTESIS, P., PAPADOPOULOU, A., ROUSSOS, P. (2024): Cybersickness in Virtual Reality: The Role of Individual Differences, Its Effects on Cognitive Functions and Motor Skills, and Intensity Differences during and after Immersion. *Virtual Worlds*, 3(1), 2024, 62–93.
- KOVÁCS Gergely (2020): A kiterjesztett valóság alapú technológia alkalmazásának lehetőségei és korlátai a védelem és a polgári logisztika területein. *Katonai Logisztika*, 2020, 28(1–2), 63. Online: <https://doi.org/10.30583/2020/1-2/054>
- KOVÁCS Gergely (2020): *A környezetvédelem lehetséges újszerű digitális eszközei a védelmi szféra különböző színterein és területein*. In Hornyacsek Júlia (szerk.): *A környezetvédelem speciális kérdései*. Budapest: DAS Könyvek, 2020. 54–74.
- KOVÁCS Gergely (2022): A védelmi szférában alkalmazható VR-alapú kiképzés/felkészítés során felmerülő negatív fizikai és pszichológiai jelenségek. *Katonai Logisztika*, 2022, 30/3–4, 85–106.
- KOVÁCS Gergely (2022): *A VR-alapú eszközök alkalmazásának humán digitáliskompetencia-igénye a védelmi szférában*. In Földi László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó, 207–221.
- KOVÁCS Gergely (2023): A védelmi szférában alkalmazható VR-alapú képzés/felkészítés lehetséges negatív fizikai és pszichológiai hatásai II. *Hadmérnök* 2023, 18(4) 31–51., 21.
- KOVÁCS, Gergely (2020): A védelmi szféra műveleti tevékenységét támogató korszerű személyi felderítő- és kiképzőeszközök. *Műszaki Katonai Közlöny*, 2020. 30(1), 69–81.
- KOVÁCS, Gergely (2020): Possibilities and Dangers of the Use of Digital (VR, AR) Devices in the Training System of the Defence Personnel. *Műszaki Katonai Közlöny*, 2020. 30(2), 127–142.

- KOVÁCSNÉ KORENY Ágnes (2009): Digitális műveltség Európában. *Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*, 2009, 56(6), 295–304.
https://epa.oszk.hu/03000/03071/00022/pdf/EPA03071_tmt_2009_06_295-304.pdf Letöltve: 2023. 07. 08
- KRETZ ANDRÁS (2019): Környezettudatos építkezés a védelmi szférában. *Műszaki Katonai Közlöny*, 2019. 2. 69–82. DOI: 10.32562/mkk.2019.2.
- KROKOS, E., PLAISANT, C., – VARSHNEY, A. (2019): *Virtual reality learning environments: Potential and challenges*. *Journal of Educational Psychology*. 2019. 111(2), 225–241.
- KROL, L. R. – FREEMAN, W. J. (2019): *Brain–Computer Interfaces for Training and Simulation: An Emerging Frontier*. Lausanne, Switzerland: Frontiers in Neuroergonomics. Frontiers Media SA,
- KULIK, J. A., – FLETCHER, J. D. (2016): Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review. *Review of Educational Research*, 2016. 86(1), 42–78.
- KURZWEIL, R. (2005): *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. New York: Viking.
- LARSON, E.V. (2019): *Assessing Irregular Warfare: A Framework for Intelligence Analysis*. Santa Monica: RAND Corporation.
- LAURILLARD, D. (2012): *Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology*. Routledge, London, 23–52.
- LAVIOLA, J. J. (2000): *A discussion of cybersickness in virtual environments*. *ACM SIGCHI Bulletin*, 32(1), 2000. 47–56. <https://doi.org/10.1145/333329.333344>
- LAXTON, B. (2023): *Contrasting Extended Reality (XR) and Traditional Tablet Technologies: Usability, Workload, and Military Operations Situation Awareness (SA)*. Orlando: University of Central Florida.
- LEE, J. (2022): 5G-enabled Remote Simulation for Distributed Training. *Journal of Military Technology*, 2022. 48(2), 115–123.
- LESKÓ György (2020): *A hadviselés-jelentette ökológiai veszélyek csökkentésének lehetőségei a katonai döntéstámogatás területén*. In Hornyacsek Júlia (szerk.): *A környezetvédelem speciális kérdései*. Budapest: DAS Könyvek, 2020, 111–127.
- LINDEMAN, R. W., SIBERT, J. L., – TEMPLEMAN, J. N. (2021): *Sustainable Virtual Reality Training for Defense and Disaster Response*. Proceedings of the IEEE VR 2021 Workshops 2021. <https://doi.org/10.1109/VRW52623.2021.00083> Letöltve: 2023. 07. 08
- MACHLIS, Gary E. – HANSON, Thor – ŠPIRIĆ, Zdravko – MCKENDRY, Jean E. (eds., 2011.): *Warfare Ecology: A New Synthesis for Peace and Security*. Dordrecht: Springer.
- MACHLIS, Gary E. – HANSON, Thor (2008): Warfare Ecology. *BioScience*, 58(8), 729–736. American Institute of Biological Sciences.
- MANTOVANI, F. – CASTELNUOVO, G. (2003): *The Sense of Presence in Virtual Training*. In *Being There: Concepts, Effects and Measurement of User Presence in Synthetic Environments*, Amsterdam: IOS Press. 167–182.
- MARLOK Tamás – TAKÁCS Márk György (2024): *VR Training Opportunities in the Hungarian Defence Forces*. *AARMS*, 2024/2, 19–37.

- MARLOK Tamás (2021): *Virtuális valóság alapú taktikai szimulációs kiképző eszközök hazai fejlesztési lehetőségei. 3. rész: A technológia korlátai a kiképzés szemszögéből. Hadmérnök*, 2021.16(3). 157–172.
- MARLOK Tamás (2021): *Virtuálisvalóság-alapú taktikai szimulációs kiképző eszközök hazai fejlesztési lehetőségei. 2. rész: A technológia lehetőségei a kiképzés szemszögéből. Hadmérnök*, 2021, 16(1).
- MARLOK TAMÁS (2022): *A VR-eszközök alkalmazhatósága a taktikai kiképzésben*. In FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó.
- MARLOK, T. – TAKÁCS, M. (2024b): VR Training Opportunities in the Hungarian Defence Forces. *AARMS*, 2024. 23(2), 19–37.
- MARLOK, T. (2021): Virtuálisvalóság-alapú taktikai szimulációs kiképző eszközök hazai fejlesztési lehetőségei. 2. rész: A technológia lehetőségei a kiképzés szemszögéből. *Hadmérnök*, 2021, 16(1), 163.-177
- MARLOK, T., – TAKÁCS, M. GY. (2023a): A virtuális valóság alkalmazásának lehetőségei a Magyar Honvédségben. *Hadtudományi Szemle*, 16(1), 43–54.
- MARLOK, T., – TAKÁCS, M. GY. (2024a): Preparations for VR Tactical Training Simulator Efficiency Measurements. *AARMS – Academic and Applied Research in Military and Public Management Science*, 2024, 23(2), 5–17. <https://doi.org/10.32565/aarms.2024.2.1>
- MCCAULEY, Michael E. – SHARKEY, Thomas J. (1992): Cybersickness Perception of Self-Motion in Virtual Environments. *Teleoperators and Virtual Environments*, 1992, 1(3), 314.-318.
- Medium (2019): *Designing User Experience for Virtual Reality (VR) applications*. <https://uxplanet.org/designing-user-experience-for-virtual-reality-vr-applications-fc8e4faadd96> Letöltve: 2023. 07. 12.
- Meta Quest Pro technikai adatok – <https://www.meta.com/quest/quest-pro/specs/> Letöltve: 2025. 04. 12.
- Modern Battlespace (2023): *How the Metaverse and XR Can Improve Military Training*. Elérhető: <https://modernbattlespace.com/2023/02/01/how-the-metaverse-and-xr-can-improve-military-training/> Letöltve: 2025. 04. 12.
- NAGY Sándor – HORNYACSEK Júlia: *Környezetvédelmi kockázatok és a lakosságvédelem összefüggései. Bolyai Szemle*, 2014/1, 109–131.
- NALIVAICO, Eugene – DAVIS, Simon L. – BLACKMORE, K. J. – NESBITT, Keith (2015): Cybersickness provoked by head-mounted display affects cutaneous vascular tone, heart rate and reaction time. *Physiology & Behavior*, 2015, 151, 583–589
- NATO (2024): *Environment, climate change and security*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_91048.htm Letöltve: 2024. október 21.
- NATO ACT (2019): *Advanced Distributed Learning Reference Architecture*. <https://www.act.nato.int> Letöltve: 2024.12.13.
- NÉMETH András – VIRÁGH Krisztián (2021): Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek IV. rész. *Haditechnika*, 2021. 55(5), 5–6. <https://doi.org/10.23713/HT.55.5.01>
- NÉMETH, A., – VIRÁGH, K. (2021a): Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek I. rész. *Haditechnika*, 2021. 55(2), 2–7.

- NÉMETH, A., – VIRÁGH, K. (2021b): Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek IV. rész. *Haditechnika*, 2021. 55(5), 2–7.
- NÉMETH, A., – VIRÁGH, K. (2021c): Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek II. rész. *Haditechnika*, 2021. 55(3), 2–7.
- NÉMETH, A., – VIRÁGH, K. (2021d): Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek III. rész. *Haditechnika*, 2021. 55(4), 2–7.
- NÉMETH, A., – VIRÁGH, K. (2021e): Virtuális valóság és haderő – katonai alkalmazási lehetőségek V. rész. *Haditechnika*, 2021. 55(6), 2–6.
- NORMAN (2002): *The Design of Everyday Things*. New York: Basic Books.
- NVIDIA Developer (2023): *Foveated Rendering in VR Applications*. <https://developer.nvidia.com/foveated-rendering> Letöltve: 2024.12.30.
- OLÁH JÁNOS – FÖLDI LÁSZLÓ (2008): Aktuális környezetvédelmi feladatok a honvédelmi ágazatban. *Hadmérnök*, 2008. 3. 29–34.
- OperatorXR (2024): *Immersive Training Solutions for Defense and Security*. <https://operatorxr.com/> Letöltve: 2024. 12. 08.
- Ortmor Agency (2023): *Military Training with Virtual Reality*. <https://www.ortmoragency.com/blog/military-training-with-virtual-reality> Letöltve: 2024. 09. 02.
- PADÁNYI JÓZSEF (2009): Éghajlatváltozás és a biztonság összefüggései. *Hadtudomány*, 2009. (19)1-2. 33–46.
- PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó.
- Pico Interactive: <https://www.picoxr.com/global/> Letöltve: 2025. 04. 08.
- POHLMANN, Katharina – Li, Gang – MCGILL, Mark – Pollick, Frank – BREWSTER, Stephen (2023): *Can Gender and Motion Sickness Susceptibility Predict Cybersickness in Virtual Reality?* In: *Proceedings of the 2023, CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Association for Computing Machinery, 1–12.
- Qwake Technologies (2024): *C-Thru AR Helmet Technology*. <https://www.qwake.tech/> Letöltve: 2024.12.03
- RADIANTI, J., MAJCHRZAK, T. A., FROMM, J., – WOHLGENANT, I. (2020): A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*. 2020. 147, 103778.
- READ, J. M. (2024): *Virtual Engagement: Can Law Enforcement Benefit from Utilizing Extended Reality in Their Training Systems?* Louisville: University of Louisville.
- REASON, J. T., BRAND, J. J. (1975): *Motion Sickness*. London: Academic Press.
- REBENITSCH, L., – OWEN, C. (2016): *Review on cybersickness in applications and visual displays*. *Virtual Reality*, 2016. 20(2), 101–125. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0285-9>
- RÉTI TAMÁS (2007): Honvédség és környezetvédelem – Honvédségi inkurrencia a környezetvédelem szervezeti és jogszabályi tükrében. *Hadmérnök*, 2007. 2., 3–11.
- Road to VR: <https://www.roadtovr.com/> Letöltés: 2024.06.13.
- ROGERS, C. R. (1969): *Freedom to Learn*. Columbus, Ohio, Charles Merrill Publishing Company.

- SAATY, T.L. (1990): How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 1990. 48(1), 9-26.
- SBIR.gov (2023): *SURVIVR VR Training for the U.S. Air Force Security Forces*. Small Business Innovation Research. <https://www.sbir.gov/sbirsearch/detail/2168199> Letöltés: 2025.01.13.
- SCHÖN, D. A. (1983): *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books.
- SHERMAN, W. R., – CRAIG, A. B. (2018): *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design* (2nd ed.). Cambridge: Morgan Kaufmann.
- SHUTE, V. J. (2008): Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 2008.78(1), 153–189.
- SIEMENS, G., – LONG, P. (2011): Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *EDUCAUSE Review*, 2011. 46(5), 30–40.
- SkillDict (2024): *Rendszerleírás és fejlesztési dokumentáció*. <https://www.skilldict.com> Letöltve: 2025. 04. 08.
- Sony PlayStation VR: <https://www.playstation.com/en-us/ps-vr/> Letöltve: 2025. 03. 14.
- STANNEY, Kay – LAWSON, Ben D. – ROKERS, Bas – DENNISON, Mark – FIDOPIASTIS, Cali – STOFFREGEN, Thomas – WEECH, Séamas – FULVIO, Jacqueline M. (2020): Identifying causes of and solutions for cybersickness in immersive technology: Reformulation of a research and development agenda. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 2020, 36(19), 1788.
- SURVIVR rendszer az USAF Security Forces VR-alapú képzési megoldása, amely valós idejű taktikai szimulációkat kínál. <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/2424506/one-of-a-kind-virtual-training-center-keeps-robins-afb-reality-ready/> Letöltve: 2025. 04. 08.
- SWAIN, Ashok – KRAMPE, Floria (2011): Stability and Sustainability in Peace Building. In MACHLIS, G. E. et al. (eds.): *Warfare Ecology*. Dordrecht: Springer. 199-210.
- SWELLER, J. (1998): Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 1988, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4 Letöltve: 2025. 04. 08.
- SZILÁGYI TIBOR (2022): A fenntartható védelem kihívásai. *Honvédségi Szemle*, 2022, 47(3), 73–93.
- SZILÁGYI TIBOR (2022): Honvédelem és természetvédelem. A honvédelmi ágazat részvétele a LIFE-projektekben. *Hadmérnök*, 2022. 17(2) 171–186.
- SZILÁGYI TIBOR (2022): Környezet? Biztonság! A Honvédelmi Minisztérium 2014-2020-as időszaki környezeti és energiahatékonysági célú, nemzeti és európai uniós társfinanszírozású fejlesztései. *Honvédségi Szemle*, 2022. (150)4, 73–93.
- SZILÁGYI TIBOR (2022): *Környezeti fenntarthatóság és védelem a Magyar Honvédségben*. *Honvédségi Szemle*, 2022(2), 175–178.
- SZILÁGYI Tibor (2024): *A honvédelmi tárca EU 2014–2020-as időszaki fejlesztési projektjei megvalósulása a környezetbiztonsági követelményekre vonatkozó társadalmi elvárások alapján*. Doktori (PhD) értekezés. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola.

Tom's Hardware VR szekció: <https://www.tomshardware.com/> Letöltés: 2025.01.13.

TRELEAVEN, Julia et al. (2015): Simulator Sickness Incidence and Susceptibility During Neck Motion-Controlled Virtual Reality Tasks. *Virtual Reality*, 2015, 19(3–4), 267–275.

UploadVR: <https://uploadvr.com/> Letöltés: 2025.01.13.

V-Armed (2024): *Virtual Reality Training for Law Enforcement and Government*. <https://www.v-armed.com/> Letöltve: 2024.12.08.

Valve Index: <https://www.valvesoftware.com/> Letöltve: 2025. 04. 12.

VELASQUEZ és HESTER (2013): An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research*, 2013. 10(2), 58-62.

VirTra (2024): *VirTra Training Systems: Public Safety & Military Simulators*. <https://www.virta.com/> Letöltve: 2024.12.08.

VR-Compare: <https://vr-compare.com/> Letöltve: 2025.01.13.

WIEDERHOLD, B. K., – WIEDERHOLD, M. D. (2020): *Virtual reality therapy for anxiety disorders: Advances in evaluation and treatment*. Cham, Switzerland: CyberPsychology & Behavior. Springer,

Wikipédia headsetek: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_virtual_reality_headsets Letöltve: 2025.01.13.

Wired UK (2023): *The Royal Navy is Training Helicopter Crews in Virtual Storms*. <https://www.wired.com/story/royal-navy-training-jobs/> Letöltve: 2024.12.08.

WOODBERRY, Andrew (é. n.): *Government Divisions to Use VR for Training*. Online: <https://readwrite.com/2017/10/26/government-vr-uses/> Letöltve: 2025. 04. 12.

XVR Simulation: *Virtual Reality Simulation for Crisis Management*. <https://www.xvrsim.com/> Letöltve: 2024.12.03

YORD Studio: *How AI and XR Are Redefining Military Training*. <https://yordstudio.com/how-ai-and-xr-are-redefining-military-training/> Letöltve: 2025.04.01.

ZIMMERMAN, B. J. (2002): Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory Into Practice*, 2002. 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

ZSOLT Melinda (2017): A védelmi szféra zöldítése – nemzetközi kitekintés. *Felderítő Szemle*, 2017. 16(3–4).

FELHASZNÁLT SZABÁLYOZÓK

1163/2020. (IV. 21.) Korm. Határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

122/2011. (XI. 25.) HM utasítás „a honvédelmi-környezetvédelmi stratégia” kiadásáról.

122/2011. (XI. 25.) HM utasítás a honvédelmi-környezetvédelmi stratégia kiadásáról.

1393/2021 (VI. 24) határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról.

1995 évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól, 4. § 6.

1995 évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól és az 1996 évi LIII. törvény a természet védelméről.

1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól, 2. § (2).

2011 évi CXIII. törvény a honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről.

2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 2. § (1).

8/2017. (VI. 30.) HM rendelet a honvédelmi feladatokkal kapcsolatos sajátos környezethasználatokról, valamint a honvédelmi szervezeteknél foglalkoztatott környezetvédelmi megbízottak alkalmazási és képzési feltételeiről.

A 8/2017. (VI. 30.) HM rendelet részletesen szabályozza a honvédelmi feladatokkal kapcsolatos környezetvédelmi követelményeket. Például előírja, hogy a kiképzési feladatok tervezésében és végrehajtásában érvényesíteni kell a védett természeti és Natura 2000 területek természetvédelmi kezelési irányelveit.

European Commission. (2024): *Programme for the Environment and Climate Action (LIFE)*. Letöltve: 2024. November 3. https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/programme-environment-and-climate-action-life_en Letöltve: 2024. 11. 3.

Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.), P) cikk (1).

Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája (1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról).

NATO (2024): *Environment, climate change and security*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_91048.htm Letöltés: 2024. 10. 21.

NATO (2015): *NATO and its partners become smarter on energy*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_118657.htm Letöltés: 2024. 10. 21.

NATO (2023): *Energy Security Centre of Excellence (ENSEC COE)*. NATO Allied Command Transformation. <https://www.act.nato.int/article/nato-centres-of-excellence-energy-security-ensec-coe> Letöltés: 2024. 10. 21.

NATO (2019): *Advanced Distributed Learning Reference Architecture*.
<https://www.act.nato.int> Letöltve: 2024.12.13.

NATO Standardization Agency (2014a): *Joint NATO Doctrine for Environmental Protection during NATO-led Operations and Exercises*. NATO STANAG 7141 (AJEPP-4)

NATO Standardization Office (2022): *ANEP-77 Naval Ship Code*. Brussels: NATO Standardization Office.

NATO. (2014b): *Green Defence Framework*.
https://natolibguides.info/ld.php?content_id=25285072 Letöltés: 2024. 10. 21.

NATO. (2024). *Environment, climate change and security*.
https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_91048.htm Letöltés: 2024. 10. 21.

NATO Standardization Office: STANAG 2280 – Fegyverek szerkezetekre gyakorolt hatásainak vizsgálati eljárásai és osztályozása,
<https://www.laboratuar.com/hu/testler/savunma/nato-stanag-2280-silahlarin-yapilar-uzerindeki-etkilerinin-test-prosedurleri-ve-siniflandirilmesi> Letöltés: 2024. 10. 21.

NATO Standardization Office : STANAG 4324 – *Elektromágneses sugárzás veszélyének értékelése és a löszerek, valamint kapcsolódó rendszerek tesztelése*,
<https://www.eurolab.net/hu/testler/askeri-testler/stanag-4324-elektromanyetik-radyasyon-tehlikesi-degerlendirmesi-ve-muhimmat-ve-ilgili-sistemlerin-testleri/> Letöltés: 2024. 10. 21.

NATO Standardization Office: STANAG 7141 (2006): *Joint NATO Doctrine for Environmental Protection during NATO Led Military Activities*.

A SZERZŐ TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓI

MAGYAR NYELVŰ KÖNYVFEJEZET

Kovács Gergely (2020): *A környezetvédelem lehetséges újszerű digitális eszközei a védelmi szféra különböző szinterein és területein*, In Hornyacsek Júlia: *A környezetvédelem speciális kérdései*, Budapest: DAS könyvek, 54-74. ISBN: 9786155716331

Hornyacsek Júlia – Kovács Gergely (2021): *A kiterjesztett valóság alapú szemüveg alkalmazásának kihívásai a védelmi szférában a műszaki szakfeladatok ellátása során*, In Földi László: *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I.*, Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó, 147-166.

Kovács Gergely (2022): *A VR-alapú eszközök alkalmazásának humán digitáliskompetencia-igénye a védelmi szférában*, In Földi László: *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III.* Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 207-221.

IDEGEN NYELVŰ CIKK MTA A-B KATEGÓRIÁS FOLYÓIRATBAN

Kovács Gergely (2020): Possibilities and Dangers of the Use of Digital (VR, AR) Devices in the Training System of the Defence Personnel, *Műszaki Katonai Közlöny*: 30 (2), 127-142.

MAGYAR NYELVŰ CIKK MTA A-B KATEGÓRIÁS FOLYÓIRATBAN

Kovács Gergely – Hornyacsek Júlia (2019): Korszerű oktatási eszközök és módszerek alkalmazása a polgári védelmi felkészítésben, *Műszaki Katonai Közlöny*: 2019. 29 (2) 117-132.

Kovács Gergely (2020): A védelmi szféra műveleti tevékenységét támogató korszerű személyi felderítő és kiképző eszközök, *Műszaki Katonai Közlöny*: 2019. 30 (1) 69-81.

Kovács Gergely (2020): A kiterjesztett valóság alapú technológia alkalmazásának lehetőségei és korlátai a védelem és a polgári logisztika területein, *Katonai Logisztika*: 2020. (1) 54-78.

Kovács Gergely (2023): A védelmi szférában alkalmazható VR-alapú képzés/felkészítés lehetséges negatív fizikai és pszichológiai hatásai II. *Hadmérnök*, 2023(18) 4, 31-51.

IDEGENNYELVŰ NEMZETKÖZI KONFERENCIA:

Hornyacsek Júlia – Kovács Gergely (2022): The potential of VR and Metavers in education and scientific research. *Védelem Tudomány*: Proceedings of the Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference, Budapest, 2022. 04. 26., 173-180, ISBN száma: 978-615-01-5555-5.

Hornyacsek Júlia – Kovács Gergely (2021): Application possibilities of Augmented Reality and Virtual Reality in the training of defense professionals, *Védelem Tudomány*: Proceedings of the Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference, Budapest, 2021. 02. 23, 213-221, ISBN 978-615-01-1381-4.

Mellékletek:

Mellékletek jegyzéke

1.1.sz. melléklet: Fogalmak és rövidítések jegyzéke

1.2.sz melléklet: Ábrák és táblázatok

2.1.sz. melléklet: HADIK XR SST Láda

3.1.sz. melléklet: Értékelése a VR-szemüveg használata során vizsgálathoz

4.1. Melléklet: Kiválasztás / pontozás táblázat: az adattábla alapjául szolgáló változók és magyarázatuk, valamint az azokat jellemző tényezők

4.2. sz. melléklet: Kategóriák felosztása c. táblázatban szereplő változók magyar fordítása kategóriáinként csoportosítva

4.3. sz. melléklet: Kiválasztási kategória bővített csoport leírásai

4.4. sz. melléklet: VR/MR szemüvegek összefoglaló táblázat

1.1. sz melléklet: Fogalmak és rövidítések jegyzéke

FOGALMAK ÉS RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

VR (Virtual Reality) Virtuális Valóság: Olyan technológia, amely teljesen virtuális környezetet hoz létre, lehetővé téve a felhasználó számára a valóságtól független interakciót.

AR (Augmented Reality) Kiterjesztett Valóság: A valós világra vetített digitális elemeket integráló technológia, amely kiegészíti a környezetet digitális információkkal.

MR (Mixed Reality) Keverett Valóság: Olyan technológia, amely ötvözi a VR és AR elemeit, lehetővé téve a felhasználóknak, hogy a valós és a virtuális világ elemeivel egyaránt kölcsönhatásba lépjenek.

SST (Simple Smart Tech): Olyan gyorsan telepíthető egyszerű és kereskedelmi forgalomba elérhető, digitális technológiák, amelyek hétköznapi eszközökkel támogatják a védelmi munka minden területét. Ide tartoznak a a költségghatékony VR-alapú szimulátorok és egyéb digitális technológiák, mint a drónok vagy akár a robotizált eszközök, amelyek hatékonyabbá teszik a kiképzést és költségcsökkentést eredményeznek.

"NATO Military Principles and Policies for Environmental Protection" című dokumentum, amely 2003-ban került elfogadásra, és 2011-ben, valamint 2023-ban frissítették. Ez a dokumentum leírja a katonai parancsnokok felelősségét a környezetvédelem terén a katonai tevékenységek előkészítése és végrehajtása során.²⁸⁹

Az SST (Simple Smart Tech) a szerző által bevezetett fogalom, amely olyan egyszerű, könnyen hozzáférhető és alkalmazható okos technológiai megoldásokat jelöl, amelyek széles körben elérhetők és alkalmazhatók minden olyan területen, ahol a digitális technológia jelen van. Az SST koncepció lényege, hogy ezek az eszközök vagy megoldások nem igényelnek bonyolult infrastruktúrát vagy speciális szakértelmet a használatához, mégis jelentősen növelhetik a hatékonyságot és csökkenthetik a környezeti terhelést. Az SST kategóriába tartoznak például:

1. Egyszerűbb, önálló VR szemüvegek (mint az Oculus Quest II, vagy III.), amelyek nem igényelnek külső számítógépet vagy bonyolult beállítást.
2. Intelligens világítási rendszerek és mozgásérzékelők.
3. Okos termosztátok és egyéb, energiafelhasználást optimalizáló eszközök.

²⁸⁹ NATO 2024

4. Könnyen telepíthető és kezelhető okos otthon megoldások.

Az SST koncepció hangsúlyozza, hogy viszonylag egyszerű és költséghatékony megoldásokkal is jelentős előrelépést lehet elérni a digitalizáció, az energiahatékonyság és a fenntarthatóság terén, legyen szó akár a mindennapi életéről, az oktatásról, vagy olyan speciális területekről, mint a védelmi szektor.

Az IoT (Internet of Things, magyarul a Dolgok Internete) egy olyan hálózati koncepció, amely lehetővé teszi a fizikai eszközök, járművek, háztartási készülékek és egyéb tárgyak összekapcsolódását és adatcseréjét beágyazott elektronika, szoftver, szenzorok és hálózati kapcsolat révén. Ez a technológia lehetővé teszi, hogy az eszközök adatokat gyűjtsenek, elemezzenek és megosszanak egymással, valamint a felhőalapú rendszerekkel, minimális emberi beavatkozással.²⁹⁰

A SkillDict egy hazai fejlesztésű digitális tanulásmenedzsment rendszer, amely lehetővé teszi a VR-alapú képzések integrálását, az elméleti és gyakorlati modulok strukturált kezelését, valamint a tanulói teljesítmény valós idejű mérését és értékelését.

A KRONOS egy magyar fejlesztésű szimulációs rendszer, amely közvetlen irányítású tűzeszközök használatának gyakorlására szolgál. Virtuális 3D környezetet alkalmaz tereptárgyakkal, időjárási és napszaki viszonyokkal, valósághű hang- és fényhatásokkal. A rendszer alkalmas egyéni és csoportos kiképzésre is, modellezve a harctevékenység domborzati és taktikai összefüggéseit. A KRONOS a magyar védelmi szimulációs fejlesztések egyik fontos mérföldköve

A VBS3 (Virtual Battlespace 3) a Bohemia Interactive által fejlesztett katonai célú szimulációs és kiképző szoftver, amely valós idejű, taktikai és hadműveleti szintű képzési forgatókönyvek modellezésére szolgál. A rendszer lehetővé teszi a katonai egységek, eszközök és terepviszonyok élethű szimulálását, interaktív parancsnoki döntéshozatali gyakorlatokat, valamint hálózatba kötött, több résztvevős gyakorlatozást. A VBS3-t számos NATO-tagország alkalmazza kiképzési célokra, és Magyarországon is több pilot projektben tesztelték adaptív, többszereplős VR-környezetekkel kombinálva.

²⁹⁰²⁹⁰ **IoT** (Internet of Things, magyarul a Dolgok Internete)

A Quest 3 a Meta Platforms (korábban Oculus) által fejlesztett, önálló működésű (standalone) VR-headset, amely belső szenzoros pozíciókövetéssel (inside-out tracking), mixed reality (MR) képességekkel és kézmozdulat-érzékeléssel támogatja az immerzív interakciókat. Az eszköz kiváló ár-érték arányának és hordozhatóságának köszönhetően széles körben alkalmazható szimulációs és oktatási célokra, beleértve a védelmi szektor adaptív kiképzési környezeteit is.

A MUSE II egy könnyű, hordozható EEG-eszköz, amely valós idejű agyi aktivitásmérést tesz lehetővé, különösen figyelem, fókusz és mentális terhelés vizsgálatára. A POLAR Verity Sense pedig egy optikai pulzus- és szívritmusvariabilitás-mérő (HRV), amely a stresszreakciók és fiziológiai terhelés objektív értékelését támogatja VR-alapú kiképzési környezetekben.

A HADIK (Hungarian Auxiliary Forces Digital Kit) egy a szerző által kidolgozott, magyar fejlesztésű VR-alapú kiképzőrendszer, amely a Simple Smart Technologies (SST) elveit követi. Célja, hogy hordozható, költséghatékony eszközökkel (pl. Meta Quest, Pico) tegyen lehetővé moduláris és valósághű szimulációs oktatást. A rendszer támogatja például a mesterlövészeti szituációkat és taktikai harcoló kiképzést, továbbá közvetlenül integrálható a SkillDict tanulásmenedzsment platformmal. A HADIK fejlesztés a Védelmi Innovációs Kutatóintézet (VIKI) vezetésével valósult meg, multidiszciplináris kutatás-fejlesztési projektként.

A SCORM (Sharable Content Object Reference Model) egy nemzetközi szabványrendszer az e-learning tananyagok strukturálására, újrafelhasználására és nyomon követésére. Segítségével a tanulói előrehaladás mérhetővé, dokumentálhatóvá és más rendszerekkel kompatibilissé válik.

Az xAPI (Experience API, korábbi nevén Tin Can API) a SCORM továbbfejlesztett változata, amely lehetővé teszi bármilyen típusú tanulási tevékenység (pl. VR-szimuláció, terepi gyakorlat, videónézés) adatainak rögzítését, strukturált formában. Különösen hasznos az offline vagy nem hagyományos képzések teljesítményének nyomon követésére.

Az ADL (Advanced Distributed Learning) egy olyan nemzetközi oktatástechnológiai kezdeményezés, amelyet az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma és a NATO ACT

koordinál, célja pedig a digitális, hálózatba kapcsolt, szabványosított tanulási környezetek kialakítása.

SkillDict: Rendszerleírás és fejlesztési dokumentáció.²⁹¹

A NATO ACT (Allied Command Transformation) által kiadott ADL Reference Architecture egy strukturális és technológiai keretrendszer, amely meghatározza a katonai digitális tanulási rendszerek (LMS-ek, SCORM/xAPI platformok, V-learning eszközök) interoperabilitási, szabványossági és integrációs követelményeit. A dokumentum célja, hogy a NATO tagállamok közös e-learning és szimulációs infrastruktúrát tudjanak kialakítani, összehangolt képzési műveletek támogatására.

LMS (Learning Management System) olyan digitális platform, amely a tanulási folyamatok szervezését, lebonyolítását és nyomon követését támogatja. Lehetővé teszi tananyagok elérését, tanulói teljesítményértékelést, valamint a képzési utak személyre szabását mind hagyományos, mind távoktatási környezetekben.

V-learning (a szerző megfogalmazása): A virtuális tanulás (virtual learning) egy olyan oktatási forma, amely VR-környezetekben történő szimulációkra, digitális interakciókra és adaptív tanulási folyamatokra épül integrálva az e-learning rendszereket.

GTS (Gun Tactical Simulation): magyar fejlesztésű VR-alapú lövészeti és taktikai szimulációs rendszer, az Infinit Simulation Kft. munkája.²⁹²

OLED (Organic Light-Emitting Diode): Olyan kijelzőtechnológia, amelyben a képpontokat szerves fénykibocsátó anyagok világítják meg külön háttérvilágítás nélkül. Fő előnyei a magas kontrasztarány, gyors válaszidő és vékony kialakítás.

FoV (Field of View): A látómező, amelyet a VR-headset lehetővé tesz. Minél nagyobb a FoV (pl. 100°–120°), annál inkább képes visszaadni az emberi perifériás látást, ami a jelenlétérzethez elengedhetetlen.

²⁹¹ Skilldict 2024

²⁹² GTS 2024

CLPL (Custom Low Persistence Liquid): A Pico által fejlesztett kijelzőtechnológia, amely az OLED-hez hasonlóan gyors frissítést és alacsony késleltetést biztosít, kifejezetten VR-alkalmazásokhoz optimalizálva.

Cybersickness: a virtuális valóság használata közben kialakuló fiziológiai tünetegyüttes, amelyet az agy vizuális és egyensúlyi rendszerének eltérő információi okoznak. Tünetei közé tartozik a hányinger, szédülés, fejfájás és szemfáradás.

GPU (Graphics Processing Unit): Grafikus feldolgozóegység, amely felelős a 3D környezetek, textúrák és vizuális effektusok rendereléséért. A nagy felbontású VR-élményhez kiemelkedő teljesítményű GPU szükséges, például NVIDIA RTX sorozat.

IMU (Inertial Measurement Unit): Mozgásérzékelő egység, amely gyorsulásmérőből, giroszkópból és gyakran magnetométerből áll. Segítségével követhető a felhasználó fejének és testének térbeli mozgása.

6DoF (Six Degrees of Freedom): Hat szabadságfokú mozgás, amely lefedi az előre-hátra, oldalirányú, fel-le irányokat, valamint az elfordulást, billenést és forgást. Alapfeltétele az élethű VR-élménynek.

Kognitív túlterhelés: az az állapot, amikor a felhasználó információfeldolgozó kapacitása túllépésre kerül, és a tanulási folyamat hatékonysága csökken a párhuzamos ingerek vagy komplex feladatok miatt.

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

Kognitív terhelés elmélete (Cognitive Load Theory, CLT): A CLT azt vizsgálja, hogy a tanulási folyamat során mekkora mentális terhelés éri a tanulót, és hogyan lehet ezt optimalizálni.

Technológia elfogadási modell (Technology Acceptance Model, TAM):

A TAM egy széles körben használt elméleti keret, amely azt vizsgálja, hogy az emberek milyen tényezők alapján fogadnak el vagy utasítanak el egy új technológiai innovációt.

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

SSQ-kategóriák: 1 – Hányinger, 2 – Általános rossz közérzet, 3 – Gyomorforgás, 4 – Izzadás, 5 – Fokozott nyáleválasztás, 6 – Szédülés, 7 – Fülzúgás, 8 – Koncentrációs nehézség, 9 – Fókuszálási nehézség, 10 – Szemfáradtság, 11 – Fáradtság, 12 – Fejfájás, 13 – Homályos látás, 14 – Szédülés (csukott szemmel), 15 – Teltségérzet.

A csont- és izomrendszeri tüneteket ebben a 7 kategóriában mértük: elfáradt a kezem, nyakfájásom volt, merev volt a nyakam, remegett a lábam, remegett a kezem, fájt a derekam, elfáradt a csuklóm.

1.2. sz melléklet: Ábrák és táblázatok jegyzéke

Ábrák

1-2. ábra: A HADIK SST láda tartalma. A képet a szerző készítette.

3.sz. ábra: A-B-C sorrendben (I., II., III.) elvégzett feladatok átlagos végrehajtási ideje másodpercben, korosztályonként. Készítette: a szerző.

4.sz. ábra: C-A-B sorrendben (III., I., II.) elvégzett feladatok átlagos végrehajtási ideje másodpercben, korosztályonként. Készítette: a szerző

5.sz. ábra: VR-szemüveg használatának lehetséges egészségügyi hatásai: Az SQR kérdésekre adott pontok átlaga korosztályok szerint. Készítette: a szerző.

6.sz. ábra: A csont- és izomrendszerben jelentkező érzetek alakulása. Készítette: a szerző.

7. sz. ábra: A fej döntési szögének hatása a nyaki gerinc terhelésére VR-eszköz viselése közben. Készítette a szerző. Forrás²⁹³

8. ábra: A „Milyennek találja az eszközt?” kérdésre adott válaszok eloszlása. Készítette: a szerző.

9.sz. ábra: A „Ha használ digitális eszközöket, melyek azok, amelyeket a leggyakrabban használja?” Készítette: a szerző.

10.sz. ábra Headsetek típus szerinti megoszlása a mintában. Készítette: a szerző

11.sz. ábra (n:199): A kijelzőtechnológiák százalékos megoszlása a mintában. Készítette: a szerző.

12.sz. ábra: VR headsetek mozgáskövetési technológia szerinti megoszlása a mintában (n:199). Készítette: a szerző.

13.sz. ábra: A minta súlykategória szerinti megoszlása. Készítette a szerző.

14.sz. ábra: Standalone VR headsetek akkumulátor-üzemidő szerinti megoszlása. Készítette a szerző.

15.sz. ábra (n=161) A VR Headsetek ársávok szerinti megoszlása a mintában. Készítette a szerző.

²⁹³ Medium 2019

Táblázatok

4. sz. táblázat: A védelmi területet is érintő környezetvédelmi programok és akciók.
5. sz. táblázat: A főbb hazai sikeres tevékenységek a környezetvédelem érdekében.
6. sz. táblázat: Digitális és technológiai megoldások környezeti hatás szerinti csoportosítása a védelmi szektorban.
4. sz. táblázat: A hagyományos oktatás és VR-alapú oktatás összehasonlítása.
5. sz. táblázat: Korszerű pedagógiai törekvések és a VR-megfelelés összefoglalása.
- 6.sz. táblázat: A VR szemüveg használata során felmerült érzetek c. kutatás dizájnya.
- 7.sz. táblázat: Feladatsorrend.
- 8.sz. táblázat: Ergonomiai és preventív javaslatok a VR-eszközhasználathoz képzési környezetben.
- 9.sz. táblázat: A vizsgált mintából kialakított fő kategóriák és a hozzájuk tartozó lehetséges változók.
- 10.sz. táblázat: SST-választáshoz javasolt változók kategóriánkénti csoportosításban és súly(fontossági) értékkel.
- 11.sz. táblázat Az Oculus Quest 3 értékelése az SST rendszerben: kategóriánkénti pontszámok a maximális elérhető értékekhez viszonyítva.
- 12.sz. táblázat: Professzionális taktikai lövész vagy pilótaképzésnél használt headsetek értékelési kategóriái, változói és súlyozása.
- 13.sz. táblázat: A Varjo XR-4 értékelése: kategóriánkénti pontszámok a maximális elérhető értékekhez viszonyítva.
- 14.sz. táblázat: MR döntéstámogatás: egészségügyi és logisztika szakfeladat területén használt headsetek értékelési kategóriái, változói és súlyozása.
- 15.sz. táblázat A Pico 4 Ultra értékelése: kategóriánkénti pontszámok a maximális elérhető értékekhez viszonyítva.

2.1.sz. melléklet - HADIK XR SST rendszer leírása

A fejlesztés indoka

A HADIK XR SST Láda fejlesztése egy komplex, alulról építkező digitális védelmi képességfejlesztési koncepció része, amely a társadalmi tartalék-erőkre (SOCIAL FORCE) és a decentralizált, alacsony infrastrukturális igényű képzésekre fókuszál. A SOCIAL FORCE alapötlet 2021-ben született meg Kovács Gergely XR szakértő részéről, válaszul arra az igényre, hogy viszonylag gyorsan nagy létszámot lehessen megtanítani adott feladatokra olyan technikákkal, amelyek megfelelnek a modern pedagógiai és szakmai követelményeknek is, és nem költségesek.

A HADIK koncepció erre épülve 2022-ben került kidolgozásra, bemutatásra és az első VR applikációk is ebben az évben készültek el és kerültek tesztelésre. A fejlesztés a civil védelmi tartalékosok, vadászok és technikai önkéntesek, civil állampolgárok védelmi feladatokba való bevonásához való képességeik kialakítását célozta meg egy egyszerű, hordozható, de fejlett kiképzési rendszerrel.

A fejlesztés tudományos hipotézise

A HADIK koncepció mögötti hipotézis szerint egy standalone VR/MR rendszer, amely biometrikus visszacsatolással és gamifikált képzési módszerekkel operál, képes decentralizált környezetben is hatékonyan fejleszteni a kívánt kompetenciákat. Emellett lehetőséget teremt a fizikai és kognitív válaszreakciók tudományos alapú mérésére, különböző háttérű felhasználók esetén.

Rövid leírás a fejlesztésről

A HADIK rendszer független kezdeményezésként indult Kovács Gergely XR kutató ötlete alapján, az ARworks Kft. és az Appentum Kft. fejlesztői együttműködésével. A 2022-ben bemutatott és elsőként validált rendszer egy IP68 szabványnak megfelelő katonai tárolóládában elhelyezett digitális kiképzési megoldás, amely VR és MR headseteket, szimulációs fegyvereket, szenzorokat, valamint szoftveres modulokat foglal magába. A VIKI Védelmi Innovációs Kutatóintézet 2023-tól kapcsolódott be a projektbe, a Magyar Honvédség irányába történő adaptáció és a NATO-szintű katonai validáció és a koncepció továbbfejlesztése.

A HADIK ládában alkalmazott eszközök

- Meta Quest 3 típusú VR/MR headsetek
- TIKKA T3X A1 PROTUBE SST mesterlövész szimulátor
- CZ-P09 PROTUBE SST pisztolyszimul  tor
- Szimulációs k  s, hangtompító
- EEG (MUSE II)   s HRV (POLAR) biometrikus érzékelők
- HADIK Tent digitális tud  splatform
- Oktató szoftvermodulok: VR Medic, Fit4Combat, Knife Fight, Sniper AI, Shooting Container Simulation
- SCORM-kompatibilis gamifikált pontgyűjtő rendszer

A tesztelés m  dj  

A rendszer eddig négy jelentős terepi validációs alkalmon esett át:

- 2021-ben, a One With Nature vadászati világkiállításon 76 f   sportvadász tesztelte a koncepció első VR vadászfegyver-szimulációját.
- 2023 januárjában Vásárosnaményban 15 f   sportvadász tesztelte a továbbfejlesztett verziót.
- 2024. december 10–11-  n 65 személy részvételével komplex VR/MR tesztek zajlottak különböző modulokkal Hódmezővásárhelyen.
- 2025.   prilis 29–30-  n Hódmezővásárhelyen 85 személy vett részt egy kétnapos képzési és mérési programon, objektív (pl. EEG, HRV, légzés, EKG, EMG)   s szubjektív (k  rd  i  ves) eszközökkel.

Eredmények

A disszertációban szereplő tesztelési eredményeken kívül a mérések során a r  szrtvev  k azt jelezt  k vissza, hogy kik  pz  t  l és operátortól függetlenül önállóan tudják használni az eszközöket. A vad  szk  z  ss  gek eseten a célzási és helyzetfelismerési készségek javulását emelt  k ki, m  g további mérések objektív eredményei igazolták a mentális terhelhetőség és adaptív tanulás mérhetőségét. A visszajelzések szerint a rendszer egyszerre motiváló, élményszerű és pedagógiailag jól strukturált. A HADIK L  da   gy nem csupán oktatási eszköz, hanem egy tudományos és stratégiai innovációs platform is, melynek mintájára más védelmi feladatokra is készülhet hasonló rendszer.

3.1.sz. melléklet Kérdőív a VR-szemüveg használata közben keletkező érzetek mérésére

Ebben a kutatásban a VR-szemüveg alkalmazása közben felmerülő érzeteket vizsgáljuk. Kérjük, segítse a munkánkat, válaszoljon az alábbi kérdésekre a megfelelő válasz megjelölésével. Amennyiben magas a vérnyomása, vagy van olyan ismert krónikus betegsége vagy olyan típusú gyógyszert szed, ami befolyásolja a magasság és térérzékelést vagy ez zavarja önt, kérem ne vegyen részt a kísérletben!

A válaszadás önkéntes! Köszönöm, hogy segíti munkánkat!

SZEMÉLYES KÉRDÉSEK:

Neme

- a) Nő
- b) Férfi

Ha visel szemüveget, akkor

- a) olvasásra kell
- b) távollátásra kell
- c) mindkettőre kell

Kora

- a) 18-23
- b) 24-30
- c) 31-40
- d) 41-60
- e) 60 év felett

Visel-e kontaktlencsét?

- a) *igen*
- b) *nem*

Lakhelye

- a) Főváros
- b) Város
- c) Falu/kistelepülés

Volt-e bármilyen látásjavító szemműtétje?

- a) *igen*
- b) *nem*

Munkája

- a) Alkalmazott
- b) Vezető
- c) Tanuló
- d) Nyugdíjas

A család jövedelmi viszonya

- a) fejenként 250 000 alatti jövedelem
- b) fejenként 250 000 feletti jövedelem

Visel-e szemüveget?

- a) igen
- b) nem

1. Az ESZKÖZÖK HASZNÁLATÁVAL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK:

1.1 Használ-e digitális eszközöket?

- a) igen, gyakran
- b) igen, de ritkán
- c) nem

1.2 Ha használ digitális eszközöket, melyek azok, amelyeket a leggyakrabban használja? Kettőt is megjelölhet.

- a) okos telefon
- b) digitális TV
- c) otthont automatizáló digitális eszközök okos otthon)
- d) tablet
- e) PC
- f) okosóra

1.3 Ha használ digitális eszközöket, melyek azok, amelyeket sosem használja? Többet is megjelölhet.

- a) okos telefon
- b) digitális TV
- c) otthont automatizáló digitális eszközök okos otthon)
- d) tablet
- e) PC
- f) okosóra

1.4 Mennyire ismeri és használja a virtuális valóság (VR) eszközöket?

- a) Nem ismerem, nem használom ezeket
- b) Ismerem a termékeket és használom is
- c) Ismerem, de nem használom

1.5 Mennyire ismeri a kiterjesztett valóság (AR) eszközöket?

- a) Nem ismerem, nem használom
- b) Ismerem, de nem használom
- c) Jó ismerem a termékeket és használom is

1.6 Ha használja az AR/VR eszközöket, akkor milyen gyakran?

- a. naponta
- b. hetente
- c. havonta
- d. ritkábban, mint havonta

1.7 Ha nem használja az AR/VR eszközöket, annak mi a legfőbb oka? Kérjük csak egy választ adjon!

- a) drágának tartom, nincs rá pénzem
- b) nem értek hozzá
- c) nem érdekelnek ezek a digitális eszközök
- d) nem érek rá
- e) nincs olyan munkám, amihez kellene

1.8 Hajlandó lenne-e a kiterjesztett valóság és a virtuális valóság eszközöket tartósan használni?

- a) igen, ha valaki megtanít a kezelésére
- b) igen, ha valaki rendelkezésre bocsátja
- c) igen, ha valaki rendelkezésre bocsátja és megtanít a kezelésére
- d) nem

1.9 Mi szolgálná legjobban, hogy elterjedjenek az AR/VR alapú informatikai eszközök? Kérjük egy választ adjon, azt amelyik a legjobban egyezik a véleményével

- a) Ha az iskolában tanulnak róla a gyerekek
- b) Ha pályázni lehet ilyen eszközökre
- c) Ha kedvezményes az internet
- d) Ha ingyenes tanfolyamok vannak ilyen témában
- e) Kérjük mondjon további ötleteket, ami elősegítené az AR/VR alapú eszközök használatának elterjedését:

1.10 Véleménye szerint ezen eszközök használatának van-e veszélye?

- a) igen, van
- b) nem, nincs

1.11 Ha lát veszélyt, válassza ki melyik az, amit Ön a legnagyobb veszélynek tart?

- a) a hozzászokás és függőség veszélye
- b) azoknak a készségeknek a romlása, amelyek ezeknek az eszközöknek a megjelenése előtt megvoltak
- c) a dolgok megoldása sematikussá válhat
- d) kiszolgáltatottá válunk az eszközöknek
- e) elmagányosodás, befelé fordulás
- f) az emberi kapcsolatok háttérbe szorulása
- g) más tevékenységektől való elfordulás, beszűkülés ezen eszközök használatára
- h) használat utáni fizikai rosszullét

2. AZ OCULUS QUEST HASZNÁLATA SORÁN FELMERÜLT ÉRZETEK

2.1 Milyen hatással volt Önre az Oculus Quest VR szemüveg használat alatt? (Értékelje 0-tól 5-es skálán, ha az adott fogalom nagyon jellemző volt, akkor az 5-öst, ha nem volt igaz ne karikázzon be semmit, ha kicsit jellemző akkor pedig az 1-es számot karikázza be!).

a) nem volt semmilyen érzésem	1	2	3	4	5
b) izgalmas volt	1	2	3	4	5
c) megdöbbentő volt	1	2	3	4	5
d) ijesztő volt	1	2	3	4	5
e) újszerű volt	1	2	3	4	5
f) furcsa volt	1	2	3	4	5
g) megszokhatatlan volt	1	2	3	4	5
h) magával ragadó érzés volt	1	2	3	4	5
i) félttem	1	2	3	4	5
j) tériszonyom volt	1	2	3	4	5
k) bezártság érzésem volt	1	2	3	4	5
l) erős szívdobogásom volt	1	2	3	4	5

2.2 Az alábbi érzetek milyen mértékben merültek fel VR-szemüveg használatában Önben (SSQ teszt)?

Értékelje a megadott skálán. (Értékelje 0-tól 5-ös skálán, ha az adott fogalom nagyon jellemző volt, akkor az 5-öst, ha nem volt igaz ne karikázzon be semmit, ha kicsit jellemző akkor pedig az 1-es számot karikázza be!).

a) Általános rossz közérzet	1	2	3	4	5
b) Fáradtság	1	2	3	4	5
c) Fejfájás	1	2	3	4	5
d) Megterhelő a szememnek	1	2	3	4	5
e) Fókuszálási nehézségek	1	2	3	4	5
f) Fokozott nyáltermelés	1	2	3	4	5
g) Izzadás	1	2	3	4	5
h) Hányinger	1	2	3	4	5
i) Koncentrációs nehézségek	1	2	3	4	5
j) Megterhelő gondolkodás	1	2	3	4	5
k) Homályos látás	1	2	3	4	5
l) Szédülés (nyitott szemmel)	1	2	3	4	5
m) Szédülés (csukott szemmel)	1	2	3	4	5
n) Egyensúly érzet elvesztése	1	2	3	4	5
o) Émelygő gyomor	1	2	3	4	5
p) Bőföggés/ öklendezés	1	2	3	4	5

2.3 Milyen fizikai hatást érzett a testén VR-szemüveg használat közben?

Önben?

(Értékelje 0-tól 4-es skálán, ha az adott fogalom nagyon jellemző volt, akkor az 4-es, ha nem volt igaz ne karikázzon be semmit, ha kicsit jellemző akkor pedig az 1-es számot karikázza be!).

a) nem volt semmilyen érzésem	1	2	3	4
b) elfáradt a kezem	1	2	3	4
c) nyakfájásom volt	1	2	3	4
d) merev volt a nyakam	1	2	3	4
e) remegett a lábam	1	2	3	4
f) remegett a kezem	1	2	3	4
g) fájt a derekam	1	2	3	4
h) elfáradt a csuklóm	1	2	3	4
i) fájt a fejem	1	2	3	4

2.4 Mit érzett a szemüveg levétele után?

(Értékelje 0-tól 4-es skálán, ha az adott fogalom nagyon jellemző volt, akkor a 4-es, ha nem volt igaz ne karikázzon be semmit, ha kicsit jellemző akkor pedig az 1-es számot karikázza be!).

a) erősen hunyorognom kellett	1	2	3	4
b) szédültem	1	2	3	4
c) meg kellett támaszkodnom	1	2	3	4
d) bizonytalanság-érzésem volt	1	2	3	4
e) egyensúlyzavarom volt	1	2	3	4
f) megkönnyebbülés érzésem volt	1	2	3	4
g) semmi zavarót nem éreztem	1	2	3	4

2.6 Jelölje meg, hogy melyek voltak igazak az eszköz használata közben Önre! Több válasz is megjelölhető

- a) Nehéz volt a szememmel fókuszálni a virtuális térben a közeli tárgyakra
☐ igaz ☐ nem igaz
- b) A virtuális térben nehéz volt elolvasni a feliratokat
☐ igaz ☐ nem igaz
- c) Gyorsan elfáradt a szemem a virtuális térben
☐ igaz ☐ nem igaz
- d) A szemüvegben időbe tellett, amíg a tárgyakat a megfelelő helyen érzékelttem a térben
☐ igaz ☐ nem igaz
- e) Gyorsan megszokta a szemem a szemüveg használatát
☐ igaz ☐ nem igaz

3. HASZNÁLATI HAJLANDÓSÁG A JÖVŐBEN

3.1. Milyennek találja az eszközt? Húzza alá!

- a) Fantasztikusnak tartom
- b) Olyannak tartom, mint a többi digitális eszköz
- c) Egyáltalán nem fogott meg, nem érdekelt

3.2 Mi a véleménye az eszközről? (Értékelje 0-tól 4-es skálán, ha az adott fogalom nagyon jellemző volt, akkor a 4-es, ha nem volt igaz ne karikázzon be semmit, ha kicsit jellemző akkor pedig az 1-es számot karikázza be!)

a) ez a jövő	1	2	3	4
b) már megint egy újabb idegesítő eszköz	1	2	3	4
c) nem látok benne sok fantáziát	1	2	3	4
d) mindenkinek ott kell legyen az életében	1	2	3	4
e) ezek viszik majd előbbre a világot	1	2	3	4
f) egyéb vélemény:				

3.3 Hogyan értékeli az Oculus Quest használatát a számítógéphez képest?

- a) könnyebb volt megtanulni használni, mint a számítógépet

- b) ugyanolyan nehéz volt megtanulni használni, mint a számítógépet
- c) nehezebb volt megtanulni használni, mint a számítógépet

3.4 Hogyan értékeli az Oculus Quest használatát a mobiltelefonhoz képest?

- a) könnyebb volt megtanulni a használatát, mint a mobiltelefont
- b) ugyanolyan nehéz volt megtanulni használni, mint a mobiltelefont
- c) nehezebb volt megtanulni használni, mint a mobiltelefont

3.5 Használná ezt az eszközt máskor is a jövőben?

- g) Igen
- h) Nem

3.6 Ha igen, akkor Ön milyen célra használná szívesen ezt az eszközt? (Több válasz is adható)

- i) Otthoni játék / kikapcsolódás
- j) Munkahelyemen
- k) Vásárlás közben
- l) Iskolában

A kísérlet alatti megfigyelés szempontjai

1. Az asszisztens közlései:
 - a. kezdő időpont
 - b. arckifejezés: mosoly, félelem, jókedv, lelkesedés
 - c. mozgás biztossága: biztos járás, bizonytalan járás, billegő járás, megtorpanó járás,
 - d. irányváltás biztonsága:

biztosan vált irány,
bizonytalanul vált jobbra,
bizonytalanul vált balra,
biztosan megfordul hátra,
bizonytalan a hátra mozgás
 - e. mozdulatok határozottsága: határozott fogás
 - f. feladatvégrehajtás: megérti a feladatot, de nem tudja megcsinálni, megérti és meg is tudja csinálni gyorsan, megérti és meg is tudja csinálni, DE LASSAN
 - g. verbális megnyilvánulás közben:
 - h. záró időpont:
 - i. A levételt követő megjegyzés, közlés a részéről:

Extra feladatok:

Rangsorolja 1-től 6-ig, hogy mi okozta a legnagyobb problémát használat közben!

(az 1-s a legnagyobb problémát okozta, a 6-os legkevésbé okozott problémát legyen)

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) féllábon állás | ☐ | |
| b) orrom megfogása | | ☐ |
| c) járás | | ☐ |
| d) guggolás | | ☐ |
| e) fejbillentés - mozzgatás | | ☐ |
| f) egyensúlyozás | | ☐ |

4.1.sz. Melléklet: Kiválasztás / pontozás táblázat: az adattábla alapjául szolgáló

Változók	Változók magyarázata	Válaszok
1. Bejelentés dátuma	Bejelentés dátuma: Az a dátum, amikor az eszközt hivatalosan bemutatták.	A: 10 pont - 2024 vagy újabb B: 5 pont - 2022-2023 C: 1 pont 2021 vagy előtti
2. Piacra kerülés dátuma	Piacra kerülés dátuma: Az a dátum, amikor az eszköz elérhetővé vált a vásárlók számára.	A: 10 pont - 2024 vagy újabb B: 5 pont - 2022-2023 C: 1 pont 2021 vagy előtti
3. Colours	Colours: Az eszköz színválasztéka.	Nem javasolt értékelésre
4. Headstrap	Headstrap: Az eszköz fejpántjának jellemzői.	A: 10 pont: Kényelmes megoldások - Az "A" kategóriában minden szilárd szerkezetű, párnázott és visszahúzzható (Hard padded retractable strap: fejpántos, párnázott, visszahúzzható, Hard padded retractable halo strap: fejpántos, párnázott, haló-stílusú, Hard padded retractable fabric strap: fejpántos, párnázott, szövet) B: 5 pont: Közepes kényelmes megoldások: A "B" kategóriában a kompromisszumot jelentő rugalmas, kevésbé párnázott vagy műanyag megoldások vannak (Flexible fabric strap: fejpántos, rugalmas szövetből, Plastic halo strap with flip-up visor - körfejpántos műanyag párnázatlan, Padded retractable strap: fejpántos, szövet, változtatható méretű) C: 1 pont: Minimálisan kényelmes megoldások: A "C" kategória tisztán a minimális stabilitást és kényelmet biztosító megoldásokat tartalmazza (Glasses-style frame - szemüvegkeretes, Glasses-attachable clip - szemüvegkeretre illesztett, Hardhat-attachable band/headband - sisakpántos, sisakra illesztett)
5. Height	Height: Az eszköz fizikai magassága milliméterben (mm).	A: 10 pont: 70 mm vagy kisebb B: 5 pont: 71 mm – 110 mm között C: 1 pont: 111 mm vagy nagyobb
6. Height With Headstrap	Height With Headstrap: Az eszköz magassága fejpánttal együtt milliméterben (mm).	Nem javasolt értékelésre
7. Weight	Weight: Az eszköz tömege grammban (g).	A: 10 pont: 0 g - 200 g vagy könnyebb B: 5 pont: 201 g – 600 g között C: 1 pont: 601 g vagy nehezebb
8. Weight Without Headstrap	Weight Without Headstrap: Az eszköz tömege fejpánt nélkül grammban (g).	Nem javasolt értékelésre
9. Width	Width: Az eszköz szélessége milliméterben (mm).	A: 10 pont: 150 mm vagy keskenyebb B: 5 pont: 151 mm – 180 mm között C: 1 pont: 181 mm vagy szélesebb
10. Width With Headstrap	Width With Headstrap: Az eszköz szélessége fejpánttal együtt milliméterben (mm).	Nem javasolt értékelésre
11. Depth	Depth: Az eszköz fizikai mélysége milliméterben (mm).	A: 10 pont: 50 mm vagy kisebb B: 5 pont: 51 mm – 90 mm között

		C: 1 pont: 91 mm vagy nagyobb
12. Depth With Headstrap	Depth With Headstrap: Az eszköz mélysége a fejpánttal együtt milliméterben (mm).	Nem javasolt értékelésre
13. Wifi	WiFi: Az eszköz Wi-Fi -vel is működtethető	A: 10 pont: WiFi 7 (802.11 a/b/g/n/ac/be) szabványt szerint működő B: 5 pont: WiFi 6E (802.11 ax) szabványt szerint működő 1 pont: Wifi 6E alatti szabványt kezelő készülékek
14. Material	Material: Az eszköz anyaga.	Nem javasolt értékelésre
15. Discontinued	Discontinued: Az eszközt már nem gyártják.	A: True - Igaz - 0pont B: False - Nem - 10 pont
16. Price	Price: Az eszköz ára. (SST pontozás esetén)	A: 10 pont: 1 - 500 US\$ vagy kevesebb B: 5 pont: 501 – 1500 US\$ között C: 1 pont: 1501 US\$ vagy több
17. MR képes	MR képes: A VR headset támogatja az MR (Mixed Reality) funkciókat is.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
18. Dioptria állítás lehetősége	Dioptria állítása lehetőség: A VR headset támogatja a dioptriás korrekciót szemüveg nélkül is.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
19. Audio Jack bemenet	Audio Jack bemenet: Az eszköz rendelkezik szabványos fejhallgató bemenettel.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
20. Base Station Count	Base Station Count: Az eszközhöz szükséges alapállomások száma, amelyek a mozgáskövetést biztosítják.	Nem javasolt értékelésre
21. Base Stations	Base Stations: Az alapállomások típusa vagy jellemzői, amelyek támogatják a headset működését.	Nem javasolt értékelésre
22. Chipset	Chipset típusa: Az eszközben használt központi chip vagy hardverplatform típusa.	A: 10 pont: Csúcsteljesítményű chipkészletek, amelyek kimagasló VR- és MR-teljesítményt is nyújtanak: (Qualcomm Snapdragon XR2 Gen 2, Apple M2, Apple R1, Qualcomm Snapdragon XR2+) B: 5 pont: Közepes teljesítményű chipkészletek, amelyek VR-élmény futtatására alkalmas: (Qualcomm Snapdragon XR2, Qualcomm Snapdragon 865, Qualcomm QCS6490) C: 1 pont: Alacsonyabb teljesítményű alap szintű chipkészletek: (Qualcomm Snapdragon 662, ARM SoC, GOWIN GW1NR-9 FPGA)
23. Compute Unit	Compute Unit: Az eszköz számítási kapacitása vagy különálló számítási egysége.	Nem javasolt értékelésre
24. Platform	Platform: Az eszköz által támogatott platform vagy OP rendszer.	A: 10 pont – Több platform támogatása (Az eszköz legalább 2 vagy több jelentős platformot támogat pl.: SteamVR, Pimax Store, stb..)

		B: 8 pont – Egy de erős, önálló platform támogatása (olyan önálló platform, amely ugyan nem többplatformos, de rendkívül elterjedt pl. Meta Quest) C: 5 pont – Egy kevésbé elterjedt platform támogatása (pl. Viveport, Pico Store) D: 1 pont – Speciális platform támogatása (pl. AjnaVidya, Monocle App, Lenovo ThinkReality)
25. CPU	CPU: Az eszköz központi processzorának típusa, jellemzője	A: 10 pont – Csúcs teljesítményű processzorok, amelyek nagy órajellel és új generációs architektúrával rendelkeznek (pl. Octa-core Kryo 3.19 GHz, Octa-core Avalanche/Blizzard 3.5 GHz). B: 5 pont – Középkategóriás CPU-k, amelyek stabil teljesítményt nyújtanak, de nem csúcskategóriásak (pl. Octa-core Kryo 585 2.84 GHz, Octa-core Kryo 670 2.7 GHz) C: 1 pont – Alap- vagy elavult processzorok, alacsony órajellel vagy régebbi generációval (pl. Octa-core Kryo 260 2.0 GHz, Quad-core ARM CPU).
26. GPU	GPU: Az eszköz grafikus processzorának típusa.	A: 10 pont – Csúcskategóriás GPU-k (Adreno 740, Apple M2 10-core GPU) B: 5 pont – Középkategóriás GPU-k (Adreno 650, Adreno 630, Adreno 615, Adreno 643, Adreno 540) 1 pont – Alacsony kategóriás GPU-k (Adreno 530, Adreno 506, Adreno 504, Adreno 306, Adreno 610, PowerVR SGX540, Intel HD Graphics - Cherry Trail, Integrated Iris Xe Graphics, Mali T760, Mali T864)
27. Storage	Storage: Az eszköz tárolókapacitása gigabájtban (GB).	A: 10 pont – Nagy tárhely: 256 GB vagy nagyobb B: 5 pont – Közepes tárhely: 128 GB C: 1 pont – Kis tárhely: 64 GB vagy kisebb
28. Bluetooth	Bluetooth: Az eszköz rendelkezik Bluetooth kapcsolattal	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Hamis - 0 pont
29. Battery Capacity	Battery Capacity: Az akkumulátor kapacitása, milliampere-órán (mAh)	A: 10 pont – Nagy kapacitású akkumulátor: 7,000 mAh vagy nagyobb B: 5 pont – Közepes kapacitású akkumulátor: 5,000 mAh – 6,999 mAh C: 1 pont – Kis kapacitású akkumulátor: 4,999 mAh vagy kisebb
30. Battery Life	Battery Life: Az akkumulátor által biztosított működési idő órákban (óra).	A: 10 pont – Hosszú akkumulátor-élettartam: 6 óra vagy több B: 5 pont – Átlagos akkumulátor-élettartam: 3-5 óra C: 1 pont – Rövid akkumulátor-élettartam: 2 óra vagy kevesebb
31. Charge Time	Charge Time: Az akkumulátor teljes feltöltéséhez szükséges idő, órában megadva.	A: 10 pont – Rövid töltési idő: 1,5 óra vagy kevesebb B: 5 pont – Átlagos töltési idő: 1,6-2 óra C: 1 pont – Hosszú töltési idő: 2,1 óra vagy több
32. Body Tracking	Body Tracking: Képes az egész test mozgásának követésére.	True - Igaz - 10 pont False - Nem - 0 pont
33. Compliances	Compliances: Az eszköz megfelelőségi szabványai (pl. CE, FCC tanúsítvány).	A: 10 pont – Magas szintű megfelelőség (Katonai és ipari szabványok MIL-STD-810G/H, ATEX Zone 1, CSA C1/D1, vagy Magas víz- és porállóság IP67, IP66+ és a speciális minősítés, Speciális tanúsítványok - TÜV Low Blue Light, FDA, IEC60601-1-2:2014) B: 5 pont – Közepes szintű megfelelőség (IP55-IP66 víz- és porállóság, vagy az ANSI Z87.1, EN166, RoHS, CE, FCC, TÜV standard)

		tanúsítványok és a nem teljes zártságú védelmi szabványok, mint a IPX8, IPX2)
		C: 1 pont – Alapvető megfelelés (IP52-IP54 (Minimális por- és cseppállóság), Alapszintű tanúsítványok (FCC, CE, RoHS), Nincs katonai vagy ipari tanúsítvány)
34. Controller	Controller: Az eszközhöz tartozó vezérlők típusa	Nem javasolt értékelésre
35. Controller Battery	Controller Battery: A vezérlőhöz tartozó akkumulátor kapacitása vagy típusa.	A: 10 pont – Újratölthető akkumulátor (beépített vagy cserélhető Rechargeable (Li-ion, Li-Po) akkumulátor B: 5 pont – AA elemekkel működő vezérlő (Cserélhető AA elemek (1x AA, 2x AA, Kényelmes, mert gyorsan cserélhető, de hosszú távon költségesebb) C: 1 pont – Egyéb, nem újratölthető vagy ismeretlen típus
36. Controller Battery Life	Controller Battery Life: A vezérlő működési ideje egyetlen feltöltéssel órákban.	A: 10 pont – 15 óra vagy több üzemidő B: 5 pont – 6-14 óra üzemidő C: 1 pont – 6 óránál rövidebb üzemidő vagy nem megadott
37. Controller Count	Controller Count: Az eszközhöz tartozó vezérlők száma.	Nem javasolt értékelésre
38. Controller DoF	Controller DoF (Degrees of Freedom): A vezérlő szabadságfokainak száma, amely megmutatja, milyen irányban képes követni a mozgást (0, 3 vagy 6 szabadságfok).	Nem javasolt értékelésre
39. Controller Finger Tracking	Controller Finger Tracking: Annak jelzése, hogy a vezérlő képes-e az ujjak mozgásának követésére.	A: 10 pont – Teljes ujjkövetés (Minden ujj mozgását képes követni és pontosan felismeri az egyes ujjmozdulatokat, Támogatja a kézmozdulatokkal való interakciót, pl. Meta Quest Pro, Valve Index Controllers - Full finger tracking vagy Individual finger tracking) B: 5 pont – Részleges ujj- és hüvelykujj-követés (Kapacitív szenzorokkal csak részleges követés, általában a hüvelykujj és néhány ujj gesztusainak érzékelése, pl.: Partial finger and thumb tracking via capacitive sensors C: 1 pont – Nincs ujjkövetés (A vezérlő nem követi az ujjak mozgását, csak gombnyomások interakciók támogatottak, pl.: No finger tracking vagy nincs megadva)
40. Controller Haptics	Controller Haptics: A vezérlő haptikus visszajelzést is tud adni.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
41. Hand Tracking	Hand Tracking: Az eszköz képes követni a kézmozgásokat vezérlő nélkül.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
42. Headset Haptics	Headset Haptics: A headset haptikus visszajelzést is tud adni.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
43. Controller Input Methods	Controller Input Methods: A vezérlő által támogatott bemeneti módok (pl. gombok, érintés).	A: 10 pont – Fejlett bemeneti módszerek és kapacitív érzékelés (capacitív face buttons, joystick, touchpad, index trigger, grip button vagy haptikus visszacsatolás, stylus támogatás és a Bonyolult gesztusérzékelés és precíz beviteli lehetőségek, pl.: capacitive face buttons, capacitive joystick, capacitive touch pad, capacitive index trigger, middle finger trigger, removable stylus attachment)

		B: 5 pont – Standard bemenetek, analóg vezérlők (Hagyományos joystick, gombok, triggererek, korlátozott kapacitív érzékelés, Nincs haptikus visszacsatolás vagy stylus támogatás, pl.: Joystick, face buttons, index trigger, middle finger trigger, shoulder button) C: 1 pont – Alapszintű bemenetek (csak alap gombok és analóg triggererek, nincs kapacitív vagy érintőpaneles funkció, nincs fejlett gesztus- vagy nyomásérzékelés, pl.: Triggers, thumbstick, face buttons)
44. Controller Weight	Controller Weight: A vezérlő tömege grammban (g).	A: 10 pont – Könnyű vezérlő (≤ 125 g) B: 5 pont – Közepes súlyú vezérlő (126 g – 160 g) C: 1 pont – Nehéz vezérlő (> 160 g)
45. Display	Display: Az eszköz kijelzőjének típusa vagy technológiája.	A: 10 pont – Fejlett kijelzőtechnológia (Magas kontraszt, mély fekete színek, gyors válaszidő, pl.: Micro-OLED, Micro-LED, OLED, Mini-LED, QLED) B: 5 pont – Közepes minőségű kijelzőtechnológia (Jó képminőség, de kevésbé fejlett fekete szín és kontraszt, pl.: Fast switch LCD, LED-LCoS) C: 1 pont – Alapszintű kijelzőtechnológia (Általános LCD kijelző, nincs speciális képminőség-javító technológia, pl.: LCD)
46. Display Brightness	Display Brightness: A kijelző fényereje kandela per négyzetméterben (cd/m^2).	A: 10 pont – Kiemelkedő fényerő $\geq 1000 \text{ cd/m}^2$ (tökéletes kontraszt és HDR élmény, élesebb vizuális részletek és jobb olvashatóság, pl.: $1000+$ cd/m^2, 1800 cd/m^2, 2000 cd/m^2, 2500 cd/m^2, 4000 cd/m^2) B: 5 pont – Közepes fényerő $300 - 999 \text{ cd/m}^2$ (megfelelő kontraszt, átlagos VR élmény, jól olvasható szövegek és UI, de nincs HDR támogatás, pl.: 500 cd/m^2, 600 cd/m^2, 480 cd/m^2) C: 1 pont – Alacsony fényerő $<300 \text{ cd/m}^2$ (kevésbé kontrasztos kép, halványabb vizuális élmény, sötétebb jeleneteknél részletek elveszhetnek, pl.: 100 cd/m^2, 200 cd/m^2, 210 cd/m^2, 280 cd/m^2)
47. Eye Tracking	Eye Tracking: Az eszköz képes követni a felhasználó szemmozgását.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
48. Face Tracking	Face Tracking: Az eszköz képes követni a felhasználó arckifejezéseit.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
49. Binocular Overlap	Binocular Overlap: A két szem látómezőjének átfedése fokban ($^\circ$) amely befolyásolja a 3D élményt.	A: 10 pont – Magas binokuláris átfedés (90° vagy több, javított 3D élmény, jobb térérzet és mélységélmény, Pl.: 96°, 104°, 90°) B: 5 pont – Közepes binokuláris átfedés ($75^\circ - 89^\circ$ között, elfogadható térérzet, de nem a legjobb a mélységélmény, pl.: $79,13^\circ$, $80,93^\circ$, $79,72^\circ$) C: 1 pont – Alacsony binokuláris átfedés ($<75^\circ$, korlátozott 3D élmény, csökkentett térérzet)
50. DFov	DFov (Dynamic Field of View): A headset dinamikus látószöge fokban ($^\circ$), amely a mozgás közben változik.	A: 10 pont – Széles látótér (100° vagy több, természetesebb VR élmény, szélesebb periférikus látás, Pl.: 130°, 120°, 115°, 113°, 110°, 108°, 100°) B: 5 pont – Közepes látótér ($50^\circ - 99^\circ$ között, elfogadható VR élmény, de nem teljes periférikus látás, pl.: 98°, 95°, 92°, 52°, 50°) C: 1 pont – Szűk látótér ($<50^\circ$, korlátozott látómező, alacsonyabb elmélyülés, pl.: 30°, 26°, 20°, $16,8^\circ$)
51. DFov Rendered	DFov Rendered: A ténylegesen renderelt látószög, amelyet az eszköz képes megjeleníteni, fokban ($^\circ$).	A: 10 pont – Magas renderelt látómező (110° vagy több, jobb vizuális élmény, teljesebb FOV kihasználás, pl.: $122,16^\circ$, $116,04^\circ$, $115,03^\circ$, $113,46^\circ$, $111,24^\circ$) B: 5 pont – Közepes renderelt látómező ($90^\circ - 109^\circ$ között, átlagos VR élmény, de nem teljes FOV renderelés)

		C: 1 pont – Alacsony renderelt látómező (<90°, kisebb látómező, szűk VR élmény)
52. Foveated Rendering	Foveated Rendering: A fókuszált terület nagyobb részletességű renderelésére képes a szem követése alapján.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem igaz - 0 pont
53. H Fov	HFov: Horizontális látószög fokban (°).	A: 10 pont – Széles látómező: 120° vagy nagyobb B: 5 pont – Átlagos látómező: 95°–119° C: 1 pont – Szűk látómező: kevesebb, mint 95°
54. HFov Rendered	HFov Rendered: A renderelt horizontális látószög fokban (°).	Nem javasolt értékelésre
55. HRes	HRes: A kijelző vízszintes felbontása pixeleken.	A: 10 pont – Nagyon magas felbontás (≥ 3000 px, éles, részletgazdag kép, ideális professzionális és prémium VR headsetekhez, pl.: 3552 px, 3840 px, 3660 px, 2880 px) B: 5 pont – Közepes felbontás (1920 – 2999 px), megfelelő képminőség, de kevésbé éles szövegek és textúrák, pl.: 2560 px, 2160 px, 2048 px, 1920 px, 2280 px C: 1 pont – Alacsony felbontás (<1920 px, kevésbé éles kép, látható pixelek, gyengébb olvashatóság, pl.: 1280 px, 640 px)
56. IpD Auto Adjust	IpD Auto Adjust: Az eszköz támogatja az IPD (interpupillary distance) automatikus beállítását.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem Igaz - 0 pont
57. IpD Hardware Adjustable	IpD Hardware Adjustable: Az IPD az eszközön fizikailag is állítható	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
58. Min IpD	Min IpD: A minimális IPD milliméterben (mm).	A: 10 pont – Szélesebb tartomány, kisebb minimális IPD (≤ 55 mm, jobb rugalmasság a kisebb IPD-vel rendelkező felhasználóknak, pl.: 51 mm, 54 mm, 55 mm) B: 5 pont – Standard IPD tartomány (56-58 mm, átlagos kompatibilitás, a legtöbb ember számára megfelelő, ll.: 56 mm, 57 mm, 58 mm) C: 1 pont – Nagyobb minimális IPD (> 58 mm, kevesebb kompatibilitás, kisebb fejméretű felhasználóknak nem ideális, pl.: 60 mm, 62 mm)
59. Max IpD	Max IpD: A maximális IPD milliméterben (mm).	A: 10 pont – Szélesebb tartomány, nagyobb maximális IPD (≥ 73 mm, jobb kompatibilitás a nagyobb IPD-vel rendelkező emberek számára, pl.: 73 mm, 74 mm, 75 mm, 76 mm) B: 5 pont – Standard IPD tartomány (69-72 mm, a legtöbb ember számára megfelelő beállítás, pl.: 69 mm, 70 mm, 71 mm, 72 mm) C: 1 pont – Korlátozott maximális IPD tartomány (<69 mm, kevésbé rugalmas, kisebb kompatibilitás, pl.: 67 mm, 68 mm)
60. Memory	Memory: Az eszköz belső memóriakapacitása gigabájtban (GB).	A: 10 pont – Nagy kapacitású memória (≥ 12 GB, jobb multitasking és alkalmazásfuttatás, VR játékokhoz és komplex alkalmazásokhoz ideális, pl.: 12 GB, 16 GB, 32 GB, 128 GB) B: 5 pont – Közepes kapacitás (6-8 GB, átlagos VR használatra elegendő, de lehetnek korlátozások, pl.: 6 GB, 8 GB) C: 1 pont – Kis kapacitás (<6 GB, korlátozott teljesítmény, hosszú távon nem ajánlott, pl.: 4 GB)

61. Memory Type	Memory Type: A memória típusa (pl. DDR4, LPDDR5).	A: 10 pont – Legújabb generációs memória (LPDDR5, gyors adatátvitel és alacsony energiafogyasztás)
		B: 5 pont – Közepes teljesítményű memória (LPDDR4X, megfelelő teljesítmény, de nem olyan hatékony, mint az LPDDR5)
		C: 1 pont – Régebbi memória vagy nem megadott típus (lassabb teljesítmény, nem ideális VR-hez)
62. Microphone	Microphone: Az eszköznek van beépített mikrofonja.	A: True - Igaz - 10 pont
		B: False - Nem - 0 pont
63. Misc Connectivity	Misc Connectivity: Az eszköz egyéb kapcsolódási lehetőségekre is képes (pl. USB, Wi-Fi).	A: True - Igaz - 10 pont
		B: False - Nem - 0 pont
64. Monocular	Monocular: Az eszköz egy szemmel is képes működni.	A: True - Igaz - 10 pont
		B: False - Nem - 0 pont
65. Operating System	Operating System: Az eszköz által futtatott operációs rendszer.	A: 10 pont – Fejlett, dedikált XR operációs rendszerek (modern és optimalizált VR/AR platformok, gyorsabb frissítések, jobb teljesítmény, pl.: Vision OS, Spacetop OS, Pico OS 5.0 Android 12 vagy újabb)
		B: 5 pont – Standard Android-alapú rendszerek (Android 10–12, stabil működés, de nem teljesen XR-re optimalizált pl.: Android 10, Android 11, Android 12, Pico OS Android 10-12)
		C: 1 pont – Régebbi vagy kevésbé optimalizált rendszerek (elavult frissítési támogatás, kisebb ökoszisztéma, pl.: Android 9 vagy régebbi verziók, nem frissíthető egyedi rendszerek)
66. Optics	Optics: Az eszközben használt optikai rendszer jellemzői.	A: 10 pont – Fejlett optikai technológiák (élesebb kép, kevesebb torzítás, nagyobb betekintési szög, pl.: Pancake lenses, Waveguides, Freeform prism)
		B: 5 pont – Közepes szintű optikai rendszerek (elfogadható minőség, kisebb torzítások, jó kompromisszum, pl.: Aspheric lenses, Birdbath optics, Dual-element Fresnel lenses)
		C: 1 pont – Alap szintű optikai rendszerek (nagyobb torzítás, kisebb élesség, csökkentett betekintési szög, pl.: Fresnel lenses)
67. Passthrough	Passthrough: Az eszköz képes a környezet valós idejű megjelenítésére.	A: True - Igaz - 10 pont
		B: False - Nem - 0 pont
68. Peak Ppd	Peak Ppd: Egy foknyi látószögre eső pixelmennyiség (PPD), amely a vizuális tisztaságot jelzi.	A: 10 pont – Kiemelkedő vizuális tisztaság (≥ 50 PPD, nagyon éles kép, szinte nincs látható pixelezettség, pl.: 51 PPD, 53 PPD, 55 PPD, 57 PPD)
		B: 5 pont – Közepes vizuális tisztaság (30-49 PPD között, jó képminőség, de némi pixelezettség észlelhető, pl.: 32 PPD, 35 PPD, 42 PPD, 49 PPD)
		C: 1 pont – Alacsony vizuális tisztaság (<30 PPD, látható pixelezettség, kevésbé éles kép, pl.: 20 PPD, 20.76 PPD, 22 PPD, 24 PPD, 25 PPD, 27 PPD)
69. Ports	Ports: Az eszköz csatlakozóinak típusai (pl. USB-C, HDMI).	A: 10 pont – Több, modern és gyors csatlakozó (legalább 2-3 USB Type-C port (USB 3.2 Gen 1 vagy 2, pl.: 3 x USB 3.2 Gen 2 Type-C, 2 x USB 3.2 Gen 1 Type-C)
		B: 5 pont – Egy USB Type-C port (elegendő a legtöbb feladathoz, de kevesebb bővíthetőség, pl.: USB Type-C, USB 3.2 Gen 2 Type-C)
		C: 1 pont – Alap szintű vagy régebbi csatlakozó (korlátozott csatlakoztathatóság (csak töltőkontaktus vagy régi szabvány, pl.: Charging contact, USB-C)

70. Ppd	Ppd: Az átlagos PPD érték, amely a látószögre eső pixelek mennyiségét jelzi.	A: 10 pont – Átlagos PPD ≥ 50 (nagyon tiszta kép, éles részletek a teljes látómezőben) B: 5 pont – Átlagos PPD 30-49 (jó részletesség, de a széleken csökkenhet a tisztaság) C: 1 pont – Átlagos PPD <30 (észrevehető pixelezettség, kevésbé részletgazdag látvány)
71. Refresh Rate	Refresh Rate: A kijelző frissítési rátája hertzben (Hz).	A: 10 pont – Kiemelkedően magas ráták, - 120 Hz és felette B: 5 pont – Átlagos frissítési ráták, 90 Hz - 119 Hz C: 1 pont – Alacsony frissítési ráták, 60 Hz vagy kevesebb
72. Screens	Screens: Az eszköz kijelzőinek száma.	A: 10 pont - kettő kijelző B: 1 pont - egy kijelző
73. SD Card Slot	SD Card Slot: Az eszköz támogatja az SD kártyát.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
74. Show Controller Images	Show Controller Images: Az eszköz vezérlői képek-e vizuálisan megjelenni a VR környezetben.	A: True - Igaz - 10 pont B: False - Nem - 0 pont
75. Speakers	Speakers: Az eszköz beépített hangszóróinak típusa vagy jellemzői.	A: 10 pont – Prémium térhangzás (3D audio, haptikus visszacsatolás) B: 5 pont – Standard sztereó hangszórók
76. Subpixel Count	Subpixel Count: A pixelek alpontjainak száma	A: 10 pont – 3 subpixel per pixel (Élesebb kép, jobb színhűség, minimális pixelezettség) B: 5 pont – 2 subpixel per pixel vagy kevesebb (Kevésbé éles kép, színtorzulás lehetséges, láthatóbb pixelezettség)
77. Subpixel Layout	Subpixel Layout: A subpixelek elrendezési módja (pl. RGB, Pentile).	A: 10 pont – RGB Stripe (tisza kép, minimális torzítás) B: 5 pont – Pentile, RGB Delta (kevésbé éles kép, esetleges színtorzulás)
78. Tracking	Tracking: Az eszköz mozgáskövetési technológiájának típusa.	A: 10 pont – Inside-out vagy marker-based (pontos követés) B: 5 pont – Non-positional tracking (korlátozott mozgáskövetés) C: 1 pont – None (nincs követés)
79. Tracking Camera Count	Tracking Camera Count: Az eszközön található mozgáskövető kamerák száma.	A: 10 pont – ≥ 4 kamera (stabil követés, nagy pontosság) B: 5 pont – 2 kamera (elfogadható követés) C: 1 pont – <2 kamera (gyenge vagy nincs követés)
80. Tracking Frequency	Tracking Frequency: A mozgáskövetés frissítési frekvenciája hertzben (Hz).	A: 10 pont – ≥ 90 Hz (pontos követés, kevesebb késés) B: 5 pont – <90 Hz (kevésbé pontos követés, nagyobb késés)
81. VFov	VFov: A vertikális látószög fokban (°).	A: 10 pont – $> 100^\circ$ (széles látómező, jobb térérzet) B: 5 pont – 90°-99° (átlagos látómező) C: 1 pont – $<90^\circ$ (szűk látómező, korlátozott élmény)
82. VFov Rendered	VFov Rendered: A renderelt vertikális látószög fokban (°).	A: 10 pont – $> 100^\circ$ (Széles látómező, jobb térérzet, nagyobb vertikális látószög) B: 5 pont – 90° - 99° (Átlagos látómező, megfelelő VR élmény) C: 1 pont – $<90^\circ$ (Szűk látómező, korlátozott élmény, kisebb immerszió)
83. vRes	vRes: A kijelző függőleges felbontása pixeleken.	A: 10 pont – Magas felbontás: 2,800 px vagy annál nagyobb B: 5 pont – Közepes felbontás: 2,799 - 1,800 px C: 1 pont – Alacsony felbontás: 1,799 px vagy kisebb
84. Video Connection	Video Connection: Az eszköz videoatlakozási lehetőségei.	A: 10 pont – Fejlett, nagy sávszélességű csatlakozás (displayPort 1.4 vagy DisplayPort USB-C-n keresztül: USB Type-C 3.1 Gen 2 vagy USB 3.2-

		gyors adatátvitel, nagyobb kompatibilitás, Mini-HDMI vagy HDMI USB-C-n keresztül, példák: DisplayPort 1.4, DisplayPort via USB-C, USB Type-C 3.1 Gen 2, DisplayPort 1.4 + USB 3.2
		B: 5 pont – Alap vagy korlátozott csatlakozási lehetőség (USB Type-C alap, USB 2.0 vagy USB-C videóátvitel külön DisplayPort támogatás nélkül, „Via USB cable” típusú megoldások: Példák: USB Type-C, USB-C, HDMI via USB-C, USB 2.0)

4.2. sz. melléklet – A Kategóriák felosztása c. táblázatban szereplő változok magyar fordítása kategóriánként csoportosítva

Technológiai kapacitás

A szövegdobozban található kifejezések magyar megfelelője vagy értelmezése: Chipset - Csipkészlet, Compute Unit - Számítási egység, Platform - Platform, CPU - Központi feldolgozóegység, A GPU - Grafikus feldolgozóegység, Storage - Tárolókapacitás, Memory - Memória, Memory Type - Memóriatípus, Display - Kijelző, Display Brightness - Kijelző fényereje, HRes - Vízszintes felbontás, vRes - Függőleges felbontás, Peak PPD - Maximális pixel sűrűség fokenként, Ppd - Pixel sűrűség fokenként, Refresh Rate - Képfriessítési ráta, DFov - Dinamikus látómező, DFov Rendered - Renderelt dinamikus látómező, HFov - Horizontális látószög, HFov Rendered - Renderelt horizontális látószög, VFov - Vertikális látószög, VFov Rendered - Renderelt vertikális látószög, Foveated Rendering - Fókuszált renderelés, Optics - Optikai rendszer, Passthrough - Áttekintő mód, Eye Tracking - Szemkövetés, Face Tracking - Arckövetés, Binocular Overlap - Binokuláris átfedés, Tracking - Mozgáskövetés, Tracking Camera Count - Mozgáskövető kamerák száma, Tracking Frequency - Mozgáskövetési frekvencia, Body Tracking - Testkövetés.

Konstrukció és ergonómia

A szövegdobozban található kifejezések magyar megfelelője vagy értelmezése: Headstrap - Fejpánt, Height - Magasság, Height With Headstrap - Magasság fejpánttal, Weight - Tömeg, Weight Without Headstrap - Tömeg fejpánt nélkül, Width - Szélesség, Width With Headstrap - Szélesség fejpánttal, Depth - Mélység, Depth With Headstrap - Mélység fejpánttal, Dioptria állítás lehetősége - Dioptria állíthatóság, Audio Jack bemenet - Fejhallgató csatlakozó, Speakers - Hangszórók, Controller - Vezérlő, Controller Battery - Vezérlő akkumulátora, Controller Battery Life - Vezérlő akkumulátor-élettartama, Controller Weight - Vezérlő tömege, Controller Count - Vezérlők száma, Controller DoF - Vezérlő szabadságfokai, Controller Finger Tracking - Ujjkövetés a vezérlőn, Controller Haptics - Haptikus visszacsatolás a vezérlőben, Controller Input Methods - Vezérlő bemeneti módjai, Hand Tracking - Kézmozgás követés, Headset Haptics - Haptikus visszacsatolás a headsetben, Screens - Kijelzők, Show Controller Images - Vezérlők vizuális megjelenítése a VR környezetben.

Piaci helyzet és költséghatékonyság

A szövegdobozban található kifejezések magyar megfelelője vagy értelmezése: Bejelentés dátuma - A termék hivatalos bejelentésének dátuma, Piacra kerülés dátuma - A piacra lépés dátuma, Price - Ár, Operating System - Operációs rendszer, SD Card Slot - SD kártyahely, Bluetooth - Bluetooth kapcsolat, Misc Connectivity - Egyéb kapcsolódási lehetőségek, Ports - Csatlakozók, Video Connection - Videocsatlakozás, Wireless Video - Vezeték nélküli videóátvitel, Discontinued - Megszűnt gyártás.

Jövőbeli potenciál és fenntarthatóság

MR képes - Mixed Reality támogatás, Battery Capacity - Akkumulátor kapacitása, Battery Life - Akkumulátor élettartama, Charge Time - Töltési idő, Ipd Auto Adjust - Automatikus IPD beállítás, Ipd Hardware Adjustable - Hardveresen állítható IPD, Min Ipd - Minimális IPD, Max Ipd - Maximális IPD, Microphone - Beépített mikrofon, Monocular - Egy szemmel történő használhatóság, Material - Anyag.

Biztonsági és katonai specifikus szempontok

A szövegdobozban található kifejezések magyar megfelelője vagy értelmezése: Compliances - Megfelelőségi szabványok, Base Station Count - Alapállomások száma, Base Stations - Alapállomások, Tracking - Mozgáskövetési technológia, Tracking Camera Count - Mozgáskövető kamerák száma, Tracking Frequency - Mozgáskövetési frekvencia.

4.3. sz. melléklet – „Kiválasztási kategória” bővített csoport-leírásai

Technológiai kapacitás

A VR headsetek technológiai kapacitása meghatározza, hogy az eszköz milyen mértékben képes magas szintű virtuális valóságélményt nyújtani a felhasználók számára. Ennek mérésére több paraméter is figyelembe vehető. A chipset az egyik legfontosabb tényező, mivel meghatározza az eszköz általános teljesítményét és kompatibilitását a legújabb VR technológiákkal. A CPU szintén kulcsszerepet játszik, mivel a fejlett processzorok nagyobb számítási teljesítményt biztosítanak, lehetővé téve a simább és valóságghűbb VR-élményt. A GPU felelős a grafikus teljesítményért, amely befolyásolja a renderelt képek minőségét és sebességét. Az eszköz tárolókapacitása (storage) meghatározza, hogy hány alkalmazás és adat fér el a készüléken, míg a memória (memory) közvetlenül hatással van a multitasking képességre és a VR-alkalmazások futtatásának stabilitására. A kijelző technológiai fejlettsége elengedhetetlen az optimális vizuális élményhez, így a display, display brightness, HRes (vízszintes felbontás) és vRes (függőleges felbontás) paraméterek fontos szerepet kapnak. A Peak PPD (pixels per degree) és az átlagos PPD szintén jelentős, mivel ezek határozzák meg a vizuális tisztaságot. A magasabb frissítési ráta (refresh rate) csökkenti a mozgásból adódó elmosódást és növeli a felhasználói élményt. A DFov (dynamic field of view) és DFov rendered mutatók azt vizsgálják, milyen széles látómező áll rendelkezésre a headset használata során. A Hfov és Vfov paraméterek a horizontális és vertikális látómező értékeit határozzák meg, míg az Optics minősége közvetlen hatással van az élességre és a torzításmentes képalkotásra. A passthrough funkció lehetővé teszi a valós világ valós idejű megjelenítését, amely a kevert valóság (MR) alkalmazásoknál kulcsfontosságú. Az eye tracking és face tracking funkciók fejlett interakciós lehetőségeket biztosítanak a felhasználók számára. A foveated rendering segítségével optimalizálható a teljesítmény a szemmozgás alapján. A mozgáskövetési rendszer minősége az inside-out vagy marker-based tracking, tracking camera count, és tracking frequency mérőszámokkal határozható meg. A body tracking biztosítja az egész test mozgásának lekövetését.

Konstrukció és ergonómia

A konstrukció és ergonómia az eszköz kényelmességét és tartósságát vizsgálja, különös tekintettel a súlyra és az akkumulátor-élettartamra. Ez a kategória kulcsfontosságú a hosszú

távú használat során, mivel a túl nehéz eszközök kényelmetlenséget és fáradtságot okozhatnak. Az akkumulátor-élettartam szintén kritikus: rövid üzemidővel az eszköz kevésbé praktikus például oktatási vagy ipari feladatokban. Az ergonómia szempontjai, mint például a jól kialakított fejpánt és párnázottság, javítják a felhasználói élményt. Egy jól megtervezett eszköz nemcsak kényelmes, de az optimális teljesítményt is hosszabb ideig képes biztosítani.

A VR headset kialakítása és ergonómiája nagymértékben befolyásolja a felhasználói élményt és a kényelmet hosszabb távú használat során. Az eszköz magassága (height), súlya (weight), szélessége (width) és mélysége (depth) közvetlen hatással van a kényelmes viselhetőségre, különösen akkor, ha hosszú ideig használják. A headstrap kialakítása különösen fontos tényező, mivel a fejpánt kényelme és stabilitása nagyban befolyásolja a headset viselésének élményét. A dioptriás beállítás lehetősége (Dioptria állítás lehetősége) segíti azokat a felhasználókat, akik szemüveget hordanak, és megkönnyíti számukra a VR élmény elérését. Az audio jack bemenet megléte lehetővé teszi a szabványos fejhallgatók csatlakoztatását, így biztosítva a személyre szabott hangélményt. A beépített hangszórók (speakers) minősége szintén jelentős, hiszen a prémium térhangzás még jobban elmélyíti az élményt. A kontrollerek (controller) kialakítása és funkciói szintén befolyásolják a felhasználói élményt, különösen a vezérlők akkumulátorának kapacitása (controller battery) és annak élettartama (controller battery life). Az ergonomikus kialakítás érdekében a controller weight és a controller input methods változókat is figyelembe kell venni. A controller haptics és hand tracking funkcionálisok további interaktív lehetőségeket biztosítanak.

Piaci helyzet

A piaci helyzet az eszköz árának és technológiai kapacitásának arányát vizsgálja, amely meghatározza, hogy mennyire éri meg az adott modell megvásárlása. Ez a kategória fontos, mert a vásárlók gyakran a legjobb ár-érték arányú terméket keresik, amely technikai szempontból megfelel az igényeiknek. Egy drágább eszköz magas műszaki színvonalat kínálhat, de ha az ár indokolatlanul magas, az negatívan befolyásolhatja a megítélését. Az is fontos, hogy a termék mennyire elérhető a piacon, és hogyan viszonyul más gyártók hasonló modelljeihez. Az ár-érték arány mérése segíthet a vásárlóknak a pénzügyi szempontból legoptimálisabb döntés meghozatalában.

A VR headsetek piaci helyzete és árazása jelentősen befolyásolja a fogyasztói döntéseket. A bejelentés dátuma és piacra kerülés dátuma fontos tényezők annak megértéséhez, hogy egy adott termék mennyire naprakész. Az árkategória (price) egyértelmű mutatója annak, hogy egy eszköz mennyire elérhető szélesebb körben. A platform támogatottsága meghatározza a kompatibilitást különböző VR ökoszisztémákban. Az operating system fejlettsége befolyásolja a szoftveres támogatottságot és az alkalmazások kompatibilitását. Az SD card Slot és bluetooth funkciók meglete bővíti a headset funkcionalitását. A különböző csatlakozási lehetőségek (misc connectivity, ports, video connection) kulcsszerepet játszanak a headset kompatibilitásában és kiterjesztett funkcionalitásában.

Jövőbeli potenciál

A jövőbeli potenciál az eszköz relevanciáját vizsgálja a piacon a következő években, a gyártó megbízhatóságát és az innovációs képességeket figyelembe véve. Egy jól támogatott eszköz hosszabb ideig élvezhet frissítéseket és javításokat, ami hosszú távon növeli az értékét. Az olyan gyártók, mint a Meta vagy a HTC, nagyobb valószínűséggel kínálnak folyamatos innovációt és fejlesztéseket. Az új technológiák, például az AI-kompatibilitás vagy a Metaverse integráció, jelentős versenyelőnyt biztosíthatnak. Ez a kategória különösen fontos, ha a vásárló hosszú távú befektetést keres. Az eszköz jövőbeli piaci pozíciója befolyásolhatja a kiegészítők és alkalmazások elérhetőségét is. A VR headsetek hosszú távú fenntarthatósága és jövőbeli alkalmazhatósága kulcsfontosságú tényező. Az akkumulátor kapacitása (battery capacity) és üzemideje (battery life) meghatározza, mennyire hosszú ideig használható az eszköz. A töltési idő (charge time) szintén befolyásolja a felhasználói élményt. Az MR képes funkció meglete jövőbiztossá teszi az eszközt. Az IPD auto adjust és IPD hardware adjustable lehetőségek tovább növelik a headsetek alkalmazkodóképességét különböző felhasználók számára. Az energiahatékonyság és tárolókapacitás szintén fontos a jövőbeli relevancia szempontjából.

Biztonsági és katonai specifikus szempontok

A katonai és biztonsági szektorok speciális igényeinek megfelelő VR headsetek különleges szabványoknak kell, hogy megfeleljenek. Az ipari és katonai tanúsítványok (compliances) meglete elengedhetetlen a megbízható használathoz. Az alapállomások száma (base station count) és a material minősége közvetlen hatással van a strapabíróságra és az alkalmazási területekre.

4.4. sz. melléklet - VR/MR szemüvegek összefoglaló táblázat

VR / MR Eszközök változói 1.-12.

Eszköz neve	1.Bejelentés dátuma	2. Piacra kerülés dátuma	3.Colours	4.Headstrap	5.Height	6.Hight with headstrap	7.Weight	8.Weight Without Headstrap	9.Width	10.Width With Headstrap	11.Depth	12.Depth With Headstrap
DPVR M2 Pro		2016-08	Silver	Flexible fabric strap	110 mm			398 gr	120 mm		200 mm	
Snapdragon 845 VR Developm		2018-03	Black/red	Flexible fabric strap								
Google Glass Explorer Edition	2012-02	2013-03	Gray, black, white	Glasses-style frame			36 gr					
Microsoft HoloLens	2015-01	2016-03	Gray	Hard padded retractable strap			579 gr					
EverySight Raptor	2015-07	2017-02	Black, black / gre	Glasses-style frame			98 gr					
RealWear HMT-1	2017-02	2017-09	Black	Headband / hat clips / bump cap / tri-band strap				380 gr				
Snapdragon 835 VR Developm	2017-02	2017-06	Black	Hard padded halo strap								
ClassVR	2017-03	2017-03	Orange / white	Flexible fabric strap	155 mm		400 gr		185 mm		102 mm	
Shadow Creator Halomini	2017-03	2018-05	Gray	Hard padded retractable halo strap			370 gr					
Pico Goblin	2017-06	2017-12	Silver/white	Flexible fabric strap			440 gr					
Oculus Go	2017-10	2018-05	White	Flexible fabric strap	105 mm		468 gr		190 mm		115 mm	
Xiaomi Mi VR	2017-10	2018-05	White	Flexible fabric strap	105 mm		468 gr		190 mm		115 mm	
HTC Vive Focus	2017-11	2019-04	White, blue	Retractable hard padded / flexible fabric dual strap			702 gr					
MAD Gaze Vader	2017-11	2017-12	Black	Glasses-style frame								
Magic Leap 1	2017-12	2018-08	Gray	Hard padded retractable strap			316 gr					
Lenovo Mirage Solo	2018-01	2018-05	White/black	Hard padded halo strap			645 gr					
Snapdragon XR1 HMD Refere	2018-05	2019-05	Black/gray	Flexible fabric strap								
RealWear HMT-1Z1	2018-05	2018-06	Black / red	Overhead strap & rear pad / hard hat clips				430 gr				
Shadow Creator Action One	2018-07	2019-03	White, black	Hard padded retractable strap			328 gr					
Pico G2	2018-08	2018-07	White/black	Flexible fabric strap				268 gr				
Oculus Quest	2018-09	2019-05	Gray	Flexible plastic strap			571 gr					
ThirdEye X2	2018-10	2018-10	Black / orange	Glasses-style frame								
DPVR P1	2018-10	2018-10	Gray/bronze, Whi	Flexible fabric strap			418 gr	340 gr				
DPVR P1 Pro	2018-10	2018-10	Gray/bronze, Whi	Flexible fabric strap			418 gr	340 gr				
Pico G2 4K	2019-01	2019-05	Black	Flexible fabric strap				276 gr				
Vuzix M400	2019-03	2020-01	Black	Rail-mounted glasses-style frame / safety glasses / hardhat mount / headband				182 gr				
HTC Vive Focus Plus	2019-03	2019-04	White/black	Retractable hard padded / flexible fabric dual strap			702 gr					
3Glasses X1	2019-04	2019-05	Gray	Flexible fabric strap	61.8		150 gr		165 mm		24 mm	
Microsoft HoloLens 2	2019-05	2019-11	Gray	Hard padded retractable strap			556 gr					
Google Glass Enterprise Editi	2019-05	2019-05	Silver / grey	Detachable glasses-style frame			51 gr	46 gr				
DPVR P1 Pro 4K	2019-07	2019-11	Black/iridescent,	Flexible fabric strap			418 gr	340 gr				
Pico Neo 2	2020-01	2020-05	White/black	Hard padded retractable strap			670 gr	350 gr				
Vuzix M4000	2020-01	2020-11	Black	Rail-mounted glasses-style frame / safety glasses / hardhat mount / headband				222 gr				
Lynx R1	2020-01	2022-11	Silver, black, trans	Plastic halo strap with flip-up visor			500 gr					
QWR VRone	2020-02	2020-08	Black	Flexible fabric strap	100 mm			398 gr	180 mm		100 mm	
QWR VRone 4K	2020-02	2020-08	Black / blue	Flexible fabric strap	100 mm			398 gr	180 mm		100 mm	
Snapdragon XR2 HMD Refere	2020-02	2020-02	Black/green	Flexible fabric strap								
XRSpace Manova	2020-05	2020-12	Orange, white	Flexible fabric strap			470 gr					
Lenovo Mirage VR S3	2020-06	2020-11	Black/gray	Padded retractable fabric strap			475 gr	278 gr				
Dream Glass 4K	2020-07	2020-07	Gray / blue	Hard retractable strap			185 gr					
Dream Glass 4K Plus	2020-07	2020-07	Gray / blue	Hard retractable strap			185 gr					
Pico G2 4K Enterprise	2020-07	2020-07	Black / grey	Flexible fabric strap			490 gr	298 gr				

VR / MR Eszközök változói 1.-12.

Eszköz neve	1.Bejelentés dátuma	2. Piacra kerülés dátuma	3.Colours	4.Headstrap	5.Height		7.Weight	8.Weight Without Headstrap	9.Width	10.Width With Headstrap	11.Depth	12.Depth With Headstrap
Oculus Quest 2	2020-09	2020-10	White	Flexible fabric strap	102 mm		503 gr		191.5		143 mm	
Julbo EVAD-1	2020-09	2020-09	Black / yellow	Glasses-style frame			35 gr					
Vuzix Blade Upgraded	2020-10	2020-10	Black	Glasses-style frame			90 gr					
ClassVR Premium	2020-10	2020-10	Orange / white	Flexible fabric strap								
Rokid X-Craft	2020-11	2020-11	Black	Flexible retractable strap, hardhat attachable								
Epson Moverio BT-40S	2020-12	2021-03	Black	Glasses-style frame	164 mm		96 gr		194 mm		41 mm	
iQIYI Qiyu 3	2021-01	2021-12	White / black	Hard padded retractable strap			595 gr	340 gr				
Pico Neo 2 Eye	2021-01	2020-05	Black	Hard padded retractable strap			690 gr	350 gr				
Nolo X1	2021-01	2021-05	Black	Flexible fabric strap			400 gr					
Rokid Vision 2	2021-01		Blue	Glasses-style frame								
Magic Leap 2	2021-02	2022-09	Gray	Hard padded retractable strap			260 gr					
Pico Neo 3	2021-04	2021-05	White/black	Hard padded retractable strap			610 gr	380 gr				
Pico Neo 3 Pro	2021-05	2021-05	White/black	Hard padded retractable strap			620 gr	395 gr				
Pico Neo 3 Pro Eye	2021-05	2021-05	White/black	Hard padded retractable strap			620 gr	395 gr				
HTC Vive Focus 3	2021-05	2021-06	Black	Hard padded retractable strap			785 gr					
Snap Spectacles (2021)	2021-05	2021-05	Black	Glasses-style frame			134 gr					
Arpara VR All In One	2021-06		White	Hard padded retractable strap				380 gr				
Nolo Sonic	2021-06	2021-06	White	Flexible fabric strap								
Engo Eyewear	2021-06	2021-11	Black, blue	Glasses-style frame			41 gr					
INMO Air	2021-07	2022-06	Black, gray	Glasses-style frame			78 gr					
Dream Glass Lead Plus	2021-08	2022-01	Grey	Hard retractable strap			320 gr	170 gr				
Dream Glass Lead Pro	2021-08	2022-01	Grey	Hard retractable strap			330 gr	180 gr				
DPVR P1 Pro Light	2021-08	2021-08	Gray/bronze, Whi	Flexible fabric strap			410 gr					
DPVR P1 Ultra 4K	2021-08	2021-08	Gray/blue	Flexible fabric strap			410 gr					
Guangli Holoswim	2021-09	2021-12	Black, purple, ora	Swim goggles-style strap								
Xiaomi Smart Glasses	2021-09	2022-12	Black	Glasses-style frame			51 gr					
HTC Vive Flow	2021-10	2021-11	Black / gold	Glasses-style frame			189 gr					
Cosmo Vision	2021-10	2022-01	Black	Glasses-style frame								
Pimax Reality 12K QLED	2021-10		Black	Hard padded retractable strap								
Meta Quest Pro	2021-10	2022-10	Black	Hard padded retractable strap			722 gr					
XYZ Atom	2021-11	2021-11	Black	Hardhat-integrated padded retractable strap								
Vuzix Shield	2021-11	2022-09	Black	Glasses-style frame								
iQIYI Qiyu Dream	2021-12	2021-12	White / black	Hard padded retractable halo strap			692 gr	348 gr				
RealWear Navigator 500	2021-12	2021-12	Grey	Hardhat-attachable band / headband				270 gr				
Oppo Air Glass	2021-12	2022-03	Black, white	Detachable glasses-style frame			30 gr					
Simula One	2021-12		Black / white / ora	Hard padded retractable strap								
Nimo	2022-02		Black	Glasses-style frame			120 gr					
Pico Neo 3 Link	2022-04	2022-05	White/black	Hard padded retractable strap			620 gr	395 gr				
iQIYI Qiyu Dream Pro	2022-05	2022-05	White	Hard padded retractable halo strap			692 gr	348 gr				
YVR 1	2022-07	2022-07	White / black	Hard padded retractable strap			592 gr					
Brilliant Monocle	2022-07	2023-02	Transparent	Glasses-attachable clip			15 gr					
YVR 2	2022-07	2022-07	Black	Hard padded retractable strap				350 gr				

VR / MR Eszközök változói 1.-12.

Eszköz neve	1.Bejelentés dátuma	2. Piacra kerülés dátuma	3.Colours	4.Headstrap	5.Height	6.Hight with headstrap	7.Weight	8.Weight Without Headstrap	9.Width	10.Width With Headstrap	11.Depth	12.Depth With Headstrap
Skyworth Pancake 1	2022-07	2022-09	White / black, blu	Hard padded retractable halo strap	69 mm		450 gr	189 gr	155 mm		35 mm	
Skyworth Pancake 1C	2022-07	2022-09	White / black, blu	Hard padded retractable halo strap	69 mm		450 gr	189 gr	155 mm		35 mm	
Skyworth Pancake 1Pro	2022-07	2022-09	White / black, blu	Hard padded retractable halo strap	69 mm		450 gr	189 gr	155 mm		35 mm	
Xiaomi Mijia	2022-08		Black	Glasses-style frame			100 gr					
Guangli Holoswim 2	2022-08	2022-08	Black, pink, blue	Swim goggles-style strap								
Engo 2	2022-08	2022-09	Black, white	Glasses-style frame			36 gr					
Lenovo Legion VR700	2022-08	2022-08	Black	Hard padded retractable halo strap								
Vuzix Blade 2	2022-08	2022-09	Black	Glasses-style frame								
Dream Glass Flow	2022-09	2022-10	Black	Glasses-style frame	60 mm		59 gr		143 mm		22 mm	
Pico 4	2022-09	2022-10	White / grey	Hard padded retractable strap			586 gr	295 gr				
Pico 4 Pro	2022-09	2022-11	White / grey	Hard padded retractable strap			586 gr	295 gr				
Lenovo ThinkReality VRX	2022-09	2023-05	Black	Hard padded retractable headstrap								
P&C Solution METALEASE	2022-10	2022-10	Black	Hard padded retractable strap			580 gr					
Pico 4 Enterprise	2022-10	2022-12	White / grey	Hard padded retractable strap			586 gr	295 gr				
INMO Air2	2022-10	2023-04	Black	Glasses-style frame								
Pimax Portal QLED View	2022-11	2023-10	Grey / white	Hard padded retractable fabric strap								
Pimax Portal View	2022-11	2023-10	Grey / white	Hard padded retractable fabric strap								
TCL NXTWEAR V	2022-11		Black	Hard padded retractable strap				300 gr				
Ximmerse Rhino X Pro	2022-11		Black	Hard padded retractable halo strap			590 gr					
iQIYI Qiyu MIX	2022-12		White / black	Hard padded retractable halo strap			692 gr	348 gr				
DigiLens Argo	2023-01	2024-07	Black	Glasses-style frame			185 gr					
RealWear Navigator 520	2023-01	2023-01	Black	Hardhat-attachable band / headband				274 gr				
TCL RayNeo X2	2023-01		Black	Glasses-style frame								
AjnaLens AjnaXR	2023-01	2023-06	Black	Hard padded retractable strap			390 gr					
AjnaXR Enterprise Edition	2023-01	2023-06	Black	Hard padded retractable strap			390 gr					
HTC Vive XR Elite	2023-01	2023-03	Black	Hard padded retractable strap			625 gr					
Nolo Sonic 2	2023-01			Hard padded retractable headstrap								
Pico G3	2023-04	2023-05	White / grey	Hard padded retractable strap	112 mm		604 gr		190 mm		125 mm	
Spacetop	2023-05	2023-05	Black	Glasses-style frame			106 gr					
Thunderbird Air Plus	2023-05		Gray	Glasses-style frame			87 gr					
Meta Quest 3	2023-06	2023-10	White	Flexible fabric strap			515 gr					
Apple Vision Pro	2023-06	2024-02	Silver / black	Padded retractable strap			650 gr	600 gr				
RealWear Navigator Z1	2023-08	2023-11	Red / black	Hardhat-attachable band / headband			383 gr					
DPVR P2	2023-09		Black	Hard padded retractable headstrap			650 gr					
TCL RayNeo X2 Lite	2024-01		Black	Glasses-style frame			60 gr					
Brilliant Labs Frame	2024-02		Black, gray, trans	Glasses-style frame			40 gr					
Sony SRH-S1	2024-05		Grey	Hard padded retractable halo strap								
Spacetop G1	2024-05		Black	Glasses-style frame			80 gr					
Pico 4 Ultra	2024-08	2024-08	White / grey	Hard padded retractable strap	84 mm	84	580 gr	304 gr	165 mm	165	62 mm	256 mm
Pico 4 Ultra Enterprise	2024-09	2024-09	White / grey	Hard padded retractable strap	84 mm	84	580 gr	304 gr	165 mm	165	62 mm	256 mm
HTC Vive Focus Vision	2024-09	2024-10	Black	Hard padded retractable strap			785 gr					
Meta Quest 3S	2024-09	2024-10	White	Flexible fabric strap	102 mm		514 gr		191.5		143 mm	

VR / MR Eszközök változói 1.-12.

Eszköz neve	1.Bejelentés dátuma	2. Piacra kerülés dátuma	3.Colours	4.Headstrap	5.Height	6.Hight with headstrap	7.Weight	8.Weight Without Headstrap	9.Width	10.Width With Headstrap	11.Depth	12.Depth With Headstrap
DPVR E3B		2017-03	White/black	Flexible plastic strap				297 gr				
DPVR E3C		2017-03	White/black	Flexible plastic strap				305 gr				
NVIS nVisor SX60		2003-01	Gray / white	Hard padded strap			1,000 gr					
VPL EyePhone	1989-06	1989-06	Black	Flexible fabric strap								
Virtual Research Flight Helme	1991-08	1991-08	White	Integrated helmet with internal adjustable headstrap			1,670 gr					
Virtuality Visette 1	1991-10	1991-10	Grey / yellow, grey / blue, grey									
Virtuality Visette 2	1994-01	1994-01	Black / yellow	Hard padded retractable halo strap			650 gr					
Virtual Research VR4	1994-05	1994-12	Black	Hard padded adjustable strap			935 gr					
VictorMaxx CyberMaxx	1994-11	1994-11	Black	Hard padded retractable strap			400 gr					
eMagin Z800 3DVisor	2005-01	2005-06	Silver / black	Flexible fabric strap								
Sensics piSight	2006-08	2006-08	Black	Hard padded retractable 3-point head support			1,000 gr					
Vuzix iWear VR920	2007-01	2009-01	Black	Glasses-style frame			90 gr					
Carl Zeiss Cinemizer OLED	2008-01	2012-08	White / black	Glasses-style frame	65 mm			120 gr	160 mm		36 mm	
Oculus Rift DK1	2012-08	2013-03	Black	Flexible fabric strap				380 gr				
Oculus Rift DK2	2014-03	2014-07	Black	Flexible fabric strap	97 mm		440 gr		182 mm		127 mm	
HTC Vive	2015-03	2016-04	Black	Flexible fabric strap	117 mm		470 gr		190 mm		140 mm	
Oculus Rift	2015-05	2016-03	Black	Flexible plastic strap	88 mm		470 gr		171 mm		140 mm	
3Glasses D2	2015-06	2015-06	White/black	Flexible fabric strap				246 gr				
Razer OSVR HDK 1.4	2015-09	2015-09	Black	Flexible fabric strap			650 gr					
Meta 2	2016-03	2016-04	Black	Hard padded retractable strap				420 gr				
Razer OSVR HDK 2	2016-06	2016-07	Black	Flexible fabric strap			650 gr					
3Glasses Blubur S1	2016-06	2016-11	Black	Flexible fabric strap				358 gr				
Acer AH101	2016-10	2017-10	Blue	Hard padded halo strap				350 gr				
HP VR1000	2016-10	2017-10	Gray	Padded halo strap			538 gr					
Medion Erazer X1000	2016-12	2017-11	Black/blue	Hard padded halo strap			568 gr					
Pimax 4K	2017-01	2017-01	Black	Fabric strap with integrated speakers			499 gr					
ANTVR Cyclop	2017-07	2017-07	Black	Flexible fabric strap								
VRgineers VRHero 5K	2017-07	2017-07	Black	Hard padded retractable halo strap			1,080 gr	850 gr				
Lenovo Explorer	2017-08	2017-10	Black	Hard padded halo strap			399 gr					
Dell Visor	2017-08	2017-10	White	Padded halo strap			590 gr					
Asus HC102	2017-08	2018-02	Black	Hard padded halo strap			400 gr					
Samsung Odyssey	2017-10	2017-11	Black	Hard padded halo strap			644 gr					
Fujitsu FMVHDS1	2017-10	2018-01	Black	Hard padded retractable halo strap			415 gr					
VRgineers VRHero 5K Plus	2017-12	2017-12	Black	Hard padded retractable halo strap			1,080 gr	850 gr				
3Glasses Blubur S2	2017-12	2018-02	Silver	Hard padded retractable halo strap								
HTC Vive Pro	2018-03	2018-04	Blue	Hard padded retractable strap			800 gr	550 gr				
Dream Glass	2018-06	2018-06	Black / blue	Hard retractable strap			240 gr					
StarVR One	2018-08	2020-04	Black	Hard padded retractable strap				450 gr				
Acer OJO 500	2018-08	2019-10	Blue	Padded halo strap			600 gr					
Pimax 5K Plus	2018-09	2018-11	Black, blue	Flexible fabric strap	108 mm		514 gr	500 gr	280 mm		136 mm	
Pimax 5K XR	2018-09	2018-11	Black	Flexible fabric strap	108 mm		514 gr	500 gr	280 mm		136 mm	

VR / MR Eszközök változói 1.-12.

Eszköz neve	1.Bejelentés dátuma	2. Piacra kerülés dátuma	3.Colours	4.Headstrap	5.Height	6.Hight with headstrap	7.Weight	8.Weight Without Headstrap	9.Width	10.Width With Headstrap	11.Depth	12.Depth With Headstrap
Samsung Odyssey+	2018-10	2018-10	Black	Hard padded halo strap			590 gr					
Pimax Vision 8K+	2018-11	2019-02	Black, blue	Hard padded modular audio strap (Pimax SM	108 mm		750 gr	500 gr	280 mm		136 mm	
Pimax Vision 8KX	2018-11	2019-02	Black, blue	Hard padded modular audio strap (Pimax DM	108 mm		850 gr	500 gr	280 mm		136 mm	
HTC Vive Cosmos	2019-01	2019-10	Blue	Retractable hard padded halo			645 gr					
HTC Vive Pro Eye	2019-01	2019-06	Blue	Hard padded retractable strap			800 gr	550 gr				
Varjo VR-1	2019-02	2019-02	Silver/black	Hard padded retractable strap			605 gr					
Oculus Rift S	2019-03	2019-05	Black	Hard retractable padded halo strap			590 gr	357 gr				
HP Reverb	2019-03	2019-05	Gray	Elastic padded plastic	177 mm		498 gr	433 gr	55 mm		84 mm	
Valve Index	2019-04	2019-05	Black	Hard retractable padded strap, detachable speakers			809 gr					
DPVR E3 4K	2019-09	2019-09	Silver/black	Flexible plastic strap				300 gr				
Tilt Five	2019-09	2021-12	White	Glasses-style frame			100 gr					
Varjo VR-2	2019-10	2019-10	Black	Hard padded retractable strap			605 gr					
Varjo VR-2 Pro	2019-10	2019-10	Black	Hard padded retractable strap			605 gr					
Varjo XR-1	2019-12	2019-12	Black	Hard padded retractable strap			605 gr					
Pimax 5K Super	2020-01	2020-12	Blue	Hard padded modular audio strap (Pimax SM	108 mm		750 gr	500 gr	280 mm		136 mm	
Pimax Artisan	2020-01	2020-01	Black, blue	Flexible fabric strap	108 mm		514 gr	500 gr	280 mm		136 mm	
VRgineers XTAL 8K	2020-01	2020-01	Gray	Hard retractable padded strap			770 gr					
HTC Vive Cosmos Elite	2020-02	2020-03	Blue, Black	Retractable hard padded halo strap			702 gr					
HP Reverb G2	2020-07	2020-11	Black	Hard padded strap, detachable speakers			498 gr					
HP Reverb G2 Omnicept Editi	2020-09	2021-05	Black	Hard padded strap, detachable speakers	253 mm		727 gr		110 mm		290 mm	
Canon MREAL S1	2020-10	2021-02	Gray	Removable plastic halo strap with flip-up viso	74 mm		338 gr	137 gr	154 mm		37 mm	
DecaGear	2020-10		Black									
Varjo VR-3	2020-12	2021-01	Black	Hard padded retractable halo strap			944 gr	558 gr				
Varjo XR-3	2020-12	2021-01	Black	Hard padded retractable halo strap			980 gr	594 gr				
Epson Moverio BT-40	2020-12	2021-03	Black	Glasses-style frame	164 mm				194 mm		41 mm	
Lenovo ThinkReality A3	2021-01	2021-12	Black	Glasses-style frame			130 gr					
Campfire Headset	2021-04	2023-05	Grey / orange	Hard retractable strap								
HTC Vive Pro 2	2021-05	2021-06	Black / blue	Hard padded retractable strap			850 gr					
Roscosmos XR-2	2021-05		Black	Flexible fabric strap								
Arpara VR	2021-06	2021-08	White, black	Hard padded retractable strap			200 gr					
Diver-X HalfDive	2021-09		White / black	Bed-mounted head support								
Varjo Aero	2021-10	2022-01	Black	Hard padded retractable halo strap			717 gr	487 gr				
Somnium VR1	2021-12	2024-06	Black, transparen	Hard padded retractable strap	124 mm		850 gr		191 mm		94 mm	
VRgineers XTAL 3	2021-12	2022-05	Black	Hard padded retractable strap	123 mm			600 gr	293 mm		113 mm	
Skyworth W1 Pro	2021-12	2021-12	White / black	Flexible rubber strap	158 mm			130 gr	193 mm		57 mm	
Shiftall Meganex	2022-01		Black	Glasses-style frame			320 gr					
VRgineers XTAL 3 Mixed Real	2022-01	2022-05	Black	Hard padded retractable strap	123 mm			700 gr	293 mm		113 mm	
Vuzix M400C	2022-02	2022-11		Glasses-style frame				180 gr				
Canon MREAL X1	2022-04	2022-06	Grey	Removable plastic halo strap with flip-up viso	86 mm		359 gr	158 gr	158 mm		38 mm	
Pimax Crystal QLED	2022-05	2023-05	Black	Hard padded retractable strap			845 gr					
Lenovo Glasses T1	2022-09		Black	Glasses-style frame								
DPVR E4	2022-11	2023-02	White / black	Hard padded retractable halo strap	80 mm		480 gr	280 gr	173 mm		82 mm	

VR / MR Eszközök változói 1.-12.

Eszköz neve	1.Bejelentés dátuma	2. Piacra kerülés dátuma	3.Colours	4.Headstrap	5.Height	6.Hight with headstrap	7.Weight	8.Weight Without Headstrap	9.Width	10.Width With Headstrap	11.Depth	12.Depth With Headstrap
Shiftall MeganeX Business Ed	2023-01		Black	Glasses-style frame			330 gr					
Bigsreen Beyond	2023-02	2023-09	Black	Flexible fabric strap	52.4		155 gr	127 gr	143.1		24 mm	
Immersed Visor	2023-08		Black, silver, blue	Glasses-style frame								
DPVR E4C	2023-10	2023-10	Black	Hard padded retractable halo strap	80 mm		450 gr	250 gr	173 mm		82 mm	
Varjo XR-4	2023-11	2023-11	White	Hard padded retractable headstrap								
Varjo XR-4 Focal Edition	2023-11	2023-11	White	Hard padded retractable headstrap								
Pimax Crystal Light	2024-04	2024-05	Black	Hard padded retractable strap			815 gr					
Pimax Crystal Super	2024-04	2025-01	Black	Hard padded retractable strap								
Shiftall MeganeX Superlight 8	2024-10	2025-03	Black	Fabric strap with padded halo-style forehead pad				185 gr				
LG 360 VR	2016-02	2016-05	Gray	Foldable glasses frame			143.3					
Nreal Light	2019-01	2020-08	Black, red / white	Glasses-style frame	52 mm		106 gr		156 mm		44 mm	
MAD Gaze Glow Plus	2019-09	2020-04	Black, white, pink	Glasses-style frame			92 gr					
Huawei VR Glass	2019-09	2019-12	Black	Glasses-style frame	51.5		166 gr		164.9		27 mm	
Huawei VR Glass 6DoF	2020-10	2021-11	Black	Glasses-style frame			188 gr					
Skyworth W1	2020-12	2020-12	White / black	Flexible rubber strap	158 mm			130 gr	193 mm		57 mm	
NuEyes Pro 3e	2021-04	2022-01	Black, white	Glasses-style frame	152 mm		68 gr		50 mm		50 mm	
TCL NXTWEAR G	2021-06	2021-07	Black	Glasses-style frame	53 mm		100 gr		181 mm		46 mm	
Rokid Air	2021-07	2021-12	Red, silver	Glasses-style frame			85 gr					
MAD Gaze Wave	2021-09	2022-05	Black, gray, pink,	Glasses-style frame			80 gr					
Nreal Air	2021-09	2022-03	Black	Glasses-style frame	52 mm		79 gr		148 mm		60 mm	
Iristick G2	2021-12	2021-12	Black	Glasses-style frame	160 mm		157 gr		72 mm		10 mm	
ThirdEye Razor MR Glasses	2022-01	2022-12	Orange / black	Glasses-style frame			85 gr					
TCL NXTWEAR S	2022-01	2023-02	Black	Glasses-style frame	153.65		75 gr		55.35		50 mm	
Rokid Air Pro	2022-03	2022-03	Silver	Glasses-style frame			83 gr					
Viture One	2022-03	2022-12	Black, blue	Glasses-style frame	47 mm		78 gr		163 mm		53 mm	
TQSKY T1	2022-07	2022-12	Black / pink, black	Glasses-style frame			79 gr					
Huawei Vision Glass	2022-11	2022-12	Black	Glasses-style frame	48 mm		112 gr		162 mm		46 mm	
Nolo VR Glass	2023-01		Grey	Glasses-style frame								
Nubia Neovision Glass	2023-03	2023-06	Black	Glasses-style frame			79 gr					
Rokid Max	2023-03	2023-05	Blue / grey	Glasses-style frame	158.71		75 gr		174.37		45 mm	
Rokid Max Pro	2023-03		Blue / grey	Glasses-style frame								
Xreal Air 2	2023-09	2023-11	Black, red	Glasses-style frame			72 gr					
Xreal Air 2 Pro	2023-09	2023-11	Black, red	Glasses-style frame			72 gr					
Viture One Lite	2024-01	2024-01	Black, white	Glasses-style frame	47 mm			78 gr	163 mm		53 mm	
Xreal Air 2 Ultra	2024-01	2024-07	Black	Glasses-style frame		48	80 gr			148.5		162 mm
Viture Pro	2024-05	2024-06	Black	Glasses-style frame			77 gr					
Sony PUD-J5A	2002-09	2002-09	Gray / blue	Headphone-mounted glasses-style frame			340 gr					
PlayStation VR	2015-09	2016-10	Black/white	Padded retractable halo strap			600 gr					
PlayStation VR2	2021-02	2023-02	White / black	Hard padded retractable halo strap			560 gr					
IIS VFX3D	2000-01	2000-01	Black	Hard padded plastic strap with flip-up visor								
VRgineers XTAL	2018-06	2018-06	Gray	Hard retractable padded strap			770 gr					
AjnaLens AjnaX	2021-08	2021-08	Black	Glasses-style frame			95 gr					

VR / MR Eszközök változói 13.-21.

Eszköz neve	13.Wifi	14.Material	15. Discontinued	16. Price	17.MR képes	18. Dioptria állítása lehetőség	19. Audio Jack bemenet	20. Base Station Count	21. Base Stations
DPVR M2 Pro	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 495.00	FALSE	FALSE	TRUE		
Snapdragon 845 VR Developm	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
Google Glass Explorer Edition	WiFi 802.11b/g	Metal, plastic	TRUE	\$ 1500.00	TRUE		FALSE		
Microsoft HoloLens	WiFi 5 802.11ac	Plastic, foam	TRUE	\$ 3000.00	TRUE	FALSE	TRUE		
EverySight Raptor	WiFi 802.11 b/g/n	Plastic (Grilamid TR-90)	FALSE	\$ 599.00	TRUE	FALSE	FALSE		
RealWear HMT-1	WiFi 802.11 a/b/g/n/ac	Plastic	FALSE	\$ 2100.00	TRUE	FALSE	TRUE		
Snapdragon 835 VR Developm	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 1500.00	FALSE		TRUE		
ClassVR	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Shadow Creator Halomini	WiFi	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE			
Pico Goblin	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Oculus Go	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Xiaomi Mi VR	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
HTC Vive Focus	WiFi 5	Plastic, Synthetic leather facial interf	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
MAD Gaze Vader	WiFi 5 802.11 a/b/g/n	Plastic	FALSE	\$ 769.00	TRUE	FALSE	TRUE		
Magic Leap 1	WiFi 5 802.11a/g/b/n/ac, dual-	Plastic, foam	FALSE		TRUE	FALSE			
Lenovo Mirage Solo	WiFi	Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Snapdragon XR1 HMD Refere		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
RealWear HMT-1Z1	WiFi 802.11 a/b/g/n/ac	Plastic	FALSE	\$ 6000.00	TRUE	FALSE	TRUE		
Shadow Creator Action One	WiFi	Plastic, foam	FALSE	\$ 2599.00	TRUE	FALSE	TRUE		
Pico G2	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Oculus Quest	WiFi 5	Plastic, fabric, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
ThirdEye X2	WiFi	Plastic	FALSE		TRUE		FALSE		
DPVR P1	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
DPVR P1 Pro	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
Pico G2 4K	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Vuzix M400	WiFi 802.11 a/b/g/n/ac	Plastic	FALSE	\$ 1800.00	TRUE	FALSE	FALSE		
HTC Vive Focus Plus	WiFi 5	Plastic, Synthetic leather facial interf	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
3Glasses X1	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE				
Microsoft HoloLens 2	WiFi 5 (802.11ac 2x2)	Plastic, foam	FALSE	\$ 3500.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Google Glass Enterprise Editi	WiFi 802.11a/g/b/n/ac	Titanium, resin nylon	FALSE	\$ 999.00	TRUE	FALSE	FALSE		
DPVR P1 Pro 4K	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Pico Neo 2	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Vuzix M4000	WiFi 802.11 a/b/g/n/ac	Plastic	FALSE	\$ 2500.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Lynx R1	WiFi 802.11ax	Foam facial interface	FALSE	\$ 849.00	FALSE		TRUE		
QWR VRone	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
QWR VRone 4K	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
Snapdragon XR2 HMD Refere	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
XRSpace Manova	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
Lenovo Mirage VR S3	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
Dream Glass 4K	WiFi	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	TRUE		
Dream Glass 4K Plus	WiFi	Plastic	FALSE		TRUE		TRUE		
Pico G2 4K Enterprise	WiFi	Plastic, PU leather facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		

VR / MR Eszközök változói 13.-21.

Eszköz neve	13.Wifi	14.Material	15. Discontinued	16. Price	17.MR képes	18. Dioptria állítása lehetőség	19. Audio Jack bemenet	20. Base Station Count	21. Base Stations
Oculus Quest 2	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Julbo EVAD-1		Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
Vuzix Blade Upgraded	WiFi 802.11b/g/n 2.4 GHz	Plastic	FALSE	\$ 799.00	TRUE	FALSE	FALSE		
ClassVR Premium	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Rokid X-Craft	WiFi 6		FALSE		TRUE				
Epson Moverio BT-40S	WiFi 802.11 a/b/g/n/ac	Plastic	FALSE	\$ 940.00	TRUE	FALSE	TRUE		
iQIYI Qiyu 3	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Pico Neo 2 Eye	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Nolo X1	WiFi 5	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
Rokid Vision 2	WiFi	Plastic	TRUE		TRUE				
Magic Leap 2	WiFi 6 802.11 a/b/g/n/ac/ax	Plastic	FALSE		TRUE				
Pico Neo 3	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Pico Neo 3 Pro	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Pico Neo 3 Pro Eye	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
HTC Vive Focus 3	WiFi 6E	Plastic, magnesium alloy frame, PU	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Snap Spectacles (2021)		Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
Arpara VR All In One	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE		TRUE		
Nolo Sonic	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
Engo Eyewear		Plastic	FALSE	\$ 397.00	TRUE	FALSE	FALSE		
INMO Air	WiFi	Plastic	FALSE	\$ 349.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Dream Glass Lead Plus	WiFi 802.11 b/g/n/ac	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	TRUE		
Dream Glass Lead Pro	WiFi 802.11 b/g/n/ac	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	TRUE		
DPVR P1 Pro Light	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
DPVR P1 Ultra 4K	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
Guangli Holoswim		Plastic, silicone eye seals	FALSE	\$ 179.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Xiaomi Smart Glasses	WiFi	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
HTC Vive Flow	WiFi	Plastic, fabric facial interface	FALSE	\$ 499.00	FALSE	TRUE	FALSE		
Cosmo Vision		Plastic	FALSE	\$ 550.00	TRUE	FALSE			
Pimax Reality 12K QLED	WiFi 6E	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE				
Meta Quest Pro	WiFi 6E	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
XYZ Atom	WiFi	Foam & Kevlar wool facial interface	FALSE		TRUE				
Vuzix Shield	WiFi 802.11b/g/n/ac	Plastic	FALSE		TRUE		FALSE		
iQIYI Qiyu Dream	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
RealWear Navigator 500	WiFi 802.11 a/b/g/n/ac	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	TRUE		
Oppo Air Glass	WiFi 802.11 a/b/g/n	Metal	FALSE	\$ 800.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Simula One	WiFi 6E	Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 3500.00	FALSE	FALSE	TRUE		
Nimo	WiFi	Plastic	FALSE	\$ 1299.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Pico Neo 3 Link	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
iQIYI Qiyu Dream Pro	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
YVR 1	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE			
Brilliant Monocle		Plastic	FALSE	\$ 349.00	TRUE	FALSE	FALSE		
YVR 2	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE			

VR / MR Eszközök változói 13.-21.

Eszköz neve	13.Wifi	14.Material	15. Discontinued	16. Price	17.MR képes	18. Dioptria állítás lehetőség	19. Audio Jack bemenet	20. Base Station Count	21. Base Stations
Skyworth Pancake 1	WiFi 6 802.11 b/g/n/ax	Plastic, fabric facial interface	FALSE		FALSE	TRUE	FALSE		
Skyworth Pancake 1C	WiFi 6 802.11 b/g/n/ax	Plastic, fabric facial interface	FALSE		FALSE	TRUE	FALSE		
Skyworth Pancake 1Pro	WiFi 6 802.11 b/g/n/ax	Plastic, fabric facial interface	FALSE		FALSE	TRUE	FALSE		
Xiaomi Mijia	WiFi	Plastic	FALSE	\$ 400.00	TRUE				
Guangli Holoswim 2		Plastic, silicone eye seals	FALSE	\$ 99.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Engo 2		Plastic	FALSE	\$ 340.00	TRUE	FALSE			
Lenovo Legion VR700	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
Vuzix Blade 2	WiFi	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
Dream Glass Flow	WiFi 6	Plastic	FALSE	\$ 799.00	TRUE	TRUE	TRUE		
Pico 4	WiFi 6 802.11 a/b/g/n/ac/ax	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		
Pico 4 Pro	WiFi 6 802.11 a/b/g/n/ac/ax	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		
Lenovo ThinkReality VRX	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
P&C Solution METALENSE	WiFi 802.11a/b/g/n/ac/ax	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
Pico 4 Enterprise	WiFi 6 802.11 a/b/g/n/ac/ax	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		
INMO Air2	WiFi	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
Pimax Portal QLED View	WiFi 6E	Plastic, fabric, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		
Pimax Portal View	WiFi 6E	Plastic, fabric, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		
TCL NXTWEAR V	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	TRUE			
Ximmerse Rhino X Pro	WiFi	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE			
iQIYI Qiyu MIX	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
DigiLens Argo	WiFi 6E	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
RealWear Navigator 520	WiFi	Plastic,	FALSE	\$ 2900.00	TRUE	FALSE	TRUE		
TCL RayNeo X2	WiFi	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
AjnaLens AjnaXR	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	TRUE			
AjnaXR Enterprise Edition	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	TRUE			
HTC Vive XR Elite	WiFi 6E	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	TRUE			
Nolo Sonic 2	WiFi 6	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE			
Pico G3	WiFi	Plastic, PU leather facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Spacetop	WiFi 6	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE			
Thunderbird Air Plus	WiFi	Plastic	FALSE	\$ 350.00	TRUE		FALSE		
Meta Quest 3	WiFi 6E	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Apple Vision Pro	WiFi 6	Aluminium, glass, fabric facial interf	FALSE	\$ 3499.00	FALSE	FALSE	FALSE		
RealWear Navigator Z1	WiFi 6E	Plastic	FALSE	\$ 5450.00	TRUE	FALSE	TRUE		
DPVR P2	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		TRUE		
TCL RayNeo X2 Lite	WiFi 7	Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
Brilliant Labs Frame	WiFi	Plastic	FALSE	\$ 349.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Sony SRH-S1	WiFi 7	Plastic	FALSE		FALSE				
Spacetop G1	WiFi 7 802.11abgn/ac/ax/be	Titanium, plastic	FALSE		TRUE	FALSE			
Pico 4 Ultra	WiFi 7 802.11 a/b/g/n/ac/ax/be	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		
Pico 4 Ultra Enterprise	WiFi 7 802.11 a/b/g/n/ac/ax/be	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		
HTC Vive Focus Vision	WiFi 6E	Plastic, magnesium alloy frame, PU	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Meta Quest 3S	WiFi 6E	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		

VR / MR Eszközök változói 13.-21.

Eszköz neve	13.Wifi	14.Material	15. Discontinued	16. Price	17.MR képes	18. Dioptria állítása lehetőség	19. Audio Jack bemenet	20. Base Station Count	21. Base Stations
DPVR E3B		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 250.00	FALSE	FALSE	TRUE		
DPVR E3C		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 250.00	FALSE	FALSE	TRUE		
NVIS nVisor SX60		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 24000.00	FALSE	FALSE			
VPL EyePhone		Plastic, fabric, foam facial interface	TRUE		FALSE				
Virtual Research Flight Helme		Plastic	TRUE	\$ 6000.00	FALSE	FALSE	FALSE		
Virtuality Visette 1			TRUE		FALSE	FALSE	FALSE		
Forte VFX1		Plastic	TRUE		FALSE		FALSE		
Virtuality Visette 2		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		
Virtual Research VR4		Plastic	TRUE		FALSE	FALSE	FALSE		
VictorMaxx CyberMaxx		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 699.00	FALSE	TRUE	FALSE		
eMagin Z800 3DVisor		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 899.00	FALSE	FALSE	FALSE		
Sensics piSight		Plastic, leather head support	TRUE		FALSE		FALSE		
Vuzix iWear VR920		Plastic	TRUE	\$ 400.00	FALSE	FALSE	FALSE		
Carl Zeiss Cinemizer OLED		Plastic	TRUE	\$ 799.00	FALSE	TRUE	TRUE		
Oculus Rift DK1		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 300.00	FALSE	FALSE	FALSE		
Oculus Rift DK2		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 350.00	FALSE			1	Rift DK2
HTC Vive		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE	2	Vive Base S
Oculus Rift		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	FALSE	2	Oculus Rift
3Glasses D2		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 400.00	FALSE	FALSE	FALSE		
Razer OSVR HDK 1.4		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 399.00	FALSE	FALSE	FALSE	1	OSVR Base
Meta 2		Plastic, foam	TRUE	\$ 1495.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Razer OSVR HDK 2		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 399.00	FALSE	FALSE		1	OSVR Base
3Glasses Blubur S1		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 530.00	FALSE	FALSE		1	3Wand
Acer AH101		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
HP VR1000		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Medion Eraser X1000		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Pimax 4K		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 375.00	FALSE	FALSE	FALSE		
ANTVR Cyclop		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 450.00	FALSE	FALSE	TRUE		
VRgineers VRHero 5K		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 9000.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 1
Lenovo Explorer		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Dell Visor		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Asus HC102		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Samsung Odyssey		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	FALSE		
Fujitsu FMVHDS1		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE	-2	
VRgineers VRHero 5K Plus		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 9000.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 1
3Glasses Blubur S2		Plastic, silicone facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
HTC Vive Pro		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 599.00	FALSE	FALSE		2	Vive Base S
Dream Glass		Plastic	FALSE	\$ 399.00	TRUE		TRUE		
StarVR One		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 3200.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
Acer OJO 500		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Pimax 5K Plus		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 699.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
Pimax 5K XR		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 899.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2

VR / MR Eszközök változói 13.-21.

Eszköz neve	13.Wifi	14.Material	15. Discontinued	16. Price	17.MR képes	18. Dioptria állítása lehetőség	19. Audio Jack bemenet	20. Base Station Count	21. Base Stations
Samsung Odyssey+		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	FALSE		
Pimax Vision 8K+		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 899.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
Pimax Vision 8KX		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 1299.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
HTC Vive Cosmos		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
HTC Vive Pro Eye		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 799.00	FALSE	FALSE	FALSE	2	Vive Base S
Varjo VR-1		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 6000.00	FALSE		TRUE	2	SteamVR 2
Oculus Rift S		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
HP Reverb		Plastic, fabric front, foam facial interf	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Valve Index		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 499.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
DPVR E3 4K		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 399.00	FALSE	FALSE	TRUE		
Tilt Five		Plastic, silicone rubber	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE	1	Tile Five Ga
Varjo VR-2		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 4995.00	FALSE		TRUE	2	SteamVR 2
Varjo VR-2 Pro		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 5995.00	FALSE		TRUE	2	SteamVR 2
Varjo XR-1		Plastic, foam facial interface	TRUE	\$ 11995.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
Pimax 5K Super		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 749.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
Pimax Artisan		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 449.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
VRgineers XTAL 8K		Plastic, synthetic leather facial interf	FALSE	\$ 7980.00	FALSE		TRUE	2	SteamVR 1
HTC Vive Cosmos Elite		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE	2	Vive Base S
HP Reverb G2		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	FALSE		
HP Reverb G2 Omnicept Editi		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE		FALSE		
Canon MREAL S1		Plastic	FALSE	\$ 38500.00	FALSE				
DecaGear	WiFi 6	Plastic	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE		
Varjo VR-3		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 3195.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
Varjo XR-3		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 5495.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
Epson Moverio BT-40		Plastic	FALSE	\$ 579.00	TRUE	FALSE	TRUE		
Lenovo ThinkReality A3		Plastic	FALSE	\$ 1499.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Campfire Headset		Plastic	FALSE		TRUE	FALSE		1	Campfire C
HTC Vive Pro 2		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 799.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
Roscosmos XR-2		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE			2	Roscosmo
Arpara VR		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 599.00	FALSE		TRUE		
Diver-X HalfDive		Plastic, foam head support	TRUE	\$ 800.00	FALSE		FALSE		
Varjo Aero		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 990.00	FALSE	FALSE	TRUE	2	SteamVR 2
Somnium VR1		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 1899.00	FALSE	TRUE	TRUE	2	SteamVR 2
VRgineers XTAL 3		Plastic, synthetic leather facial interf	FALSE	\$ 8900.00	FALSE	FALSE	TRUE		
Skyworth W1 Pro		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	TRUE	TRUE		
Shiftall MeganeX		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 1699.00	FALSE	FALSE	TRUE		
VRgineers XTAL 3 Mixed Real		Plastic, synthetic leather facial interf	FALSE	\$ 11500.00	FALSE	TRUE	TRUE		
Vuzix M400C	WiFi 802.11 a/b/g/n/ac	Plastic	FALSE	\$ 1299.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Canon MREAL X1		Plastic	FALSE		FALSE		FALSE		
Pimax Crystal QLED	WiFi 6E	Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	TRUE	TRUE		
Lenovo Glasses T1		Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
DPVR E4		Plastic, silicone facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		

VR / MR Eszközök változói 13.-21.

Eszköz neve	13.Wifi	14.Material	15. Discontinued	16. Price	17.MR képes	18. Dioptria állítása lehetőség	19. Audio Jack bemenet	20. Base Station Count	21. Base Stations
Shiftall MeganeX Business Ed		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	TRUE	TRUE		
Bigsreen Beyond		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 999.00	FALSE	FALSE		2	SteamVR 2
Immersed Visor	WiFi	Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 999.00	FALSE	FALSE	FALSE		
DPVR E4C		Plastic, silicone facial interface	FALSE	\$ 398.00	FALSE	FALSE	TRUE		
Varjo XR-4		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE			
Varjo XR-4 Focal Edition		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE			
Pimax Crystal Light		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 799.00	FALSE	FALSE	TRUE		
Pimax Crystal Super		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
Shiftall MeganeX Superlight 8		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 1899.00	FALSE	TRUE	TRUE	2	SteamVR 2
LG 360 VR		Plastic	TRUE	\$ 200.00	FALSE	FALSE	TRUE		
Nreal Light		Plastic	FALSE	\$ 499.00	TRUE		FALSE		
MAD Gaze Glow Plus		Plastic	FALSE	\$ 599.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Huawei VR Glass		Plastic, foam facial interface	FALSE		FALSE	FALSE			
Huawei VR Glass 6DoF		Plastic, foam facial interface	FALSE	\$ 310.00	FALSE	FALSE			
Skyworth W1		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	TRUE	TRUE		
NuEyes Pro 3e		Plastic	FALSE	\$ 499.00	TRUE	TRUE	FALSE		
TCL NXTWEAR G		Plastic	FALSE	\$ 680.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Rokid Air		Plastic	FALSE	\$ 499.00	TRUE	TRUE			
MAD Gaze Wave		Plastic	FALSE	\$ 399.00	TRUE		FALSE		
Nreal Air		Plastic	FALSE	\$ 400.00	TRUE	FALSE			
Iristick G2		Plastic	FALSE	\$ 2099.00	TRUE	FALSE	TRUE		
ThirdEye Razor MR Glasses		Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
TCL NXTWEAR S		Plastic	FALSE		TRUE	FALSE	FALSE		
Rokid Air Pro		Plastic	FALSE		TRUE	TRUE	FALSE		
Viture One		Plastic	FALSE	\$ 479.00	TRUE	TRUE	FALSE		
TQSKY T1		Plastic	FALSE	\$ 699.00	TRUE	TRUE	FALSE		
Huawei Vision Glass		Plastic	FALSE	\$ 430.00	TRUE	TRUE	FALSE		
Nolo VR Glass		Plastic	FALSE		FALSE	TRUE	FALSE		
Nubia Neovision Glass		Plastic	FALSE	\$ 529.00	TRUE	TRUE	FALSE		
Rokid Max		Plastic	FALSE	\$ 439.00	TRUE	TRUE	FALSE		
Rokid Max Pro		Plastic	FALSE		TRUE	TRUE	FALSE		
Xreal Air 2		Plastic	FALSE	\$ 340.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Xreal Air 2 Pro		Plastic	FALSE	\$ 410.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Viture One Lite		Plastic	FALSE	\$ 349.00	TRUE	TRUE	FALSE		
Xreal Air 2 Ultra		Titanium, plastic	FALSE	\$ 699.00	TRUE	FALSE	FALSE		
Viture Pro		Aluminium	FALSE	\$ 459.00	TRUE	TRUE	FALSE		
Sony PUD-J5A		Plastic	TRUE	\$ 500.00	FALSE	FALSE	FALSE		
PlayStation VR		Plastic, foam facial interface	TRUE		FALSE	FALSE	TRUE	1	PlayStation
PlayStation VR2		Plastic, rubber facial interface	FALSE		FALSE	FALSE	TRUE		
IIS VFX3D		Plastic	TRUE		FALSE		FALSE		
VRgineers XTAL		Plastic, synthetic leather facial interf	FALSE	\$ 5800.00	FALSE		TRUE	2	SteamVR 1
AjnaLens AjnaX		Plastic	FALSE		TRUE	FALSE			

VR / MR Eszközök változói 22.-28.

Eszköz neve	22. Chipset	23. Compute Unit	24. Platform	25.CPU	26. GPU	27. Storage	28. Bluetooth
DPVR M2 Pro	Samsung Exynos 7420	Standalone	Viveport	Octa-Core Cortex A57, A53 (4 x 2.1 GHz, 4 x 1.5 GHz)	Mali T760	32 Gb	Bluetooth 4.0
Snapdragon 845 VR Developm	Qualcomm Snapdragon 845	Standalone		Octa-core Kryo 385 (4 x 2.8 GHz, 4 x 1.7 GHz)	Adreno 630	64 Gb	Bluetooth 5.0
Google Glass Explorer Edition	Texas Instruments OMAP 443	Standalone		Dual-core Cortex A9 (2 x 1 GHz)	PowerVR SGX540	16 Gb	Bluetooth
Microsoft HoloLens	Intel Atom x5-Z8100	Standalone	Windows Mixed Reality	Quad-core (4 x 1.84 GHz)	D Graphics (Cherr	64 Gb	Bluetooth 4.1 LE
EverySight Raptor	Qualcomm Snapdragon 410E	Standalone		Quad-core Cortex-A53 (4 x 1.2 GHz)	Adreno 306	16 Gb	Bluetooth 4.1 LE
RealWear HMT-1	Qualcomm Snapdragon 626	Standalone	Android 10, WearHF	Octa-core Cortex-A53 (8 x 2 GHz)	Adreno 506	32 Gb	Bluetooth 4.1 LE
Snapdragon 835 VR Developm	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone		Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	64 Gb	Bluetooth 5.0
ClassVR	ARM Cortex-A17	Standalone	ClassVR			16 Gb	Bluetooth 4.0
Shadow Creator Halomini		Standalone					Bluetooth
Pico Goblin	Qualcomm Snapdragon 820	Standalone	Pico Store	Quad-core Kryo (2 x 2.15 GHz + 2 x 1.593 GHz)	Adreno 530	16 Gb	Bluetooth 4.2
Oculus Go	Qualcomm Snapdragon 821	Standalone	Oculus Home	Quad-core Kryo (2 x 2.15 GHz, 2 x 1.59 GHz)	Adreno 530	32 Gb	Bluetooth 3.0
Xiaomi Mi VR	Qualcomm Snapdragon 821	Standalone	Mi VR	Quad-core Kryo (2 x 2.15 GHz, 2 x 1.59 GHz)	Adreno 530	32 Gb	Bluetooth 3.0
HTC Vive Focus	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone	Viveport	Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	32 Gb	
MAD Gaze Vader		Standalone		Quad-core 1.5 GHz CPU		32 Gb	Bluetooth 4.0 LE
Magic Leap 1		Standalone	Lumin OS			128 Gb	Bluetooth 4.2
Lenovo Mirage Solo	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone	Daydream	Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	Gb	Bluetooth 5.0
Snapdragon XR1 HMD Refere		Standalone					
RealWear HMT-1Z1	Qualcomm Snapdragon 626	Standalone	Android 8.1, WearHF	Octa-core Cortex-A53 (8 x 2 GHz)	Adreno 506	16 Gb	Bluetooth 4.1 LE
Shadow Creator Action One	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone		Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	64 Gb	Bluetooth
Pico G2	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone	Pico Store, Viveport	Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	32 Gb	Bluetooth
Oculus Quest	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone	Oculus Home, SteamVR	Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	64 Gb	Bluetooth 5.0 LE
ThirdEye X2		Standalone	VisionEye			64 Gb	Bluetooth
DPVR P1	Allwinner VR9	Standalone	Viveport	Quad-core Cortex A53 (4 x 1.8 GHz)	Mali T760	16 Gb	Bluetooth 4.2
DPVR P1 Pro	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone	Viveport	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth 4.2
Pico G2 4K	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone	Pico Digital Platform, Vivepo	Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	32 Gb	Bluetooth
Vuzix M400	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone		Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	64 Gb	etooth 5.0 BR/EDR
HTC Vive Focus Plus	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone	Viveport	Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	32 Gb	
3Glasses X1	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone		Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth 4.1
Microsoft HoloLens 2	Qualcomm Snapdragon 850	Standalone	Windows Mixed Reality	Octa-core Kryo 385 (4x 2.96 GHz, 4 x 1.8 GHz)	Adreno 630	64 Gb	Bluetooth 5.0
Google Glass Enterprise Editi	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone		Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth 5.0
DPVR P1 Pro 4K	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone	Viveport	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth 4.2
Pico Neo 2	Qualcomm Snapdragon 845	Standalone	Pico Store, Viveport	Octa-core Kryo 385 (4 x 2.8 GHz, 4 x 1.7 GHz)	Adreno 630	128 Gb	Bluetooth
Vuzix M4000	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone		Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	64 Gb	etooth 5.0 BR/EDR
Lynx R1	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone		Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.0
QWR VRone	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone	Viveport, VeeR	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth 4
QWR VRone 4K	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone	Viveport, VeeR	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth 4
Snapdragon XR2 HMD Refere	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone		Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650		Bluetooth 5.1 LE
XRSpace Manova	Qualcomm Snapdragon 845	Standalone	XRSpace Manova	Octa-core Kryo 385 (4 x 2.8 GHz, 4 x 1.7 GHz)	Adreno 630	64 Gb	Bluetooth 5.0
Lenovo Mirage VR S3	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone	Lenovo ThinkReality	Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	64 Gb	Bluetooth 5.0
Dream Glass 4K		Standalone			Mali T864	32 Gb	Bluetooth
Dream Glass 4K Plus		Standalone	Android		Mali T864	64 Gb	Bluetooth
Pico G2 4K Enterprise	Qualcomm Snapdragon 835	Standalone	Pico Digital Platform, Vivepo	Octa-core Kryo 280 (4 x 2.45 GHz, 4 x 1.9 GHz)	Adreno 540	128 Gb	Bluetooth

VR / MR Eszközök változói 22.-28.

Eszköz neve	22. Chipset	23. Compute Unit	24. Platform	25.CPU	26. GPU	27. Storage	28. Bluetooth
Oculus Quest 2	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Oculus Home, SteamVR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.0 LE
Julbo EVAD-1		Standalone	ActiveLook				Bluetooth 4.2 LE
Vuzix Blade Upgraded		Standalone	Vuzix	Quad-core ARM CPU		8 Gb	Bluetooth 4.1 LE
ClassVR Premium	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone	ClassVR	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth
Rokid X-Craft	Amlogic A311D	Standalone	Yoda OS-XR			128 Gb	Bluetooth 5.0
Epson Moverio BT-40S	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone		Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	64 Gb	Bluetooth 5.0
iQIYI Qiyu 3	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	iQIYI / Dream XR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
Pico Neo 2 Eye	Qualcomm Snapdragon 845	Standalone	Pico Store, Viveport	Octa-core Kryo 385 (4 x 2.8 GHz, 4 x 1.7 GHz)	Adreno 630	128 Gb	Bluetooth
Nolo X1	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone	Nolo, SteamVR	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth 4.2
Rokid Vision 2		Standalone					
Magic Leap 2	AMD Quad-core Zen2 x86 CP	Standalone		Quad-core Zen2 (4 x 3.92 GHz, 8 threads)	FX10.2: 1SE 1SA	256 Gb	Bluetooth 5.1
Pico Neo 3	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pico Store	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
Pico Neo 3 Pro	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pico Store	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.1
Pico Neo 3 Pro Eye	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pico Store	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	256 Gb	Bluetooth 5.1
HTC Vive Focus 3	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Viveport	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.2
Snap Spectacles (2021)	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone	Lens Studio	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	
Arpara VR All In One	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	arparaland	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.2 BLE
Nolo Sonic	Qualcomm Snapdragon 845	Standalone	Nolo Home, SteamVR	Octa-core Kryo 385 (4 x 2.64 GHz, 4 x 1.7 GHz)	Adreno 630	64 Gb	Bluetooth 5.0
Engo Eyewear		Standalone	ActiveLook				Bluetooth 4.2 LE
INMO Air	ARM Cortex-A53	Standalone	INMO OS	Quad-core Cortex-A53 (4 x 1.4 GHz)		32 Gb	Bluetooth 4.2
Dream Glass Lead Plus	Qualcomm Snapdragon 670	Standalone		Octa-core Kryo 360 (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth 5.0
Dream Glass Lead Pro	Qualcomm Snapdragon 670	Standalone		Octa-core Kryo 360 (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615	32 Gb	Bluetooth 5.0
DPVR P1 Pro Light	Qualcomm Snapdragon 821	Standalone	Viveport	Quad-core Kryo (2 x 2.15 GHz, 2 x 1.593 GHz)	Adreno 530	32 Gb	Bluetooth
DPVR P1 Ultra 4K	Qualcomm Snapdragon 845	Standalone	Viveport	Octa-core Kryo 385 (4 x 2.64 GHz, 4 x 1.7 GHz)	Adreno 630	64 Gb	Bluetooth
Guangli Holoswim		Standalone	Holoswim				Bluetooth
Xiaomi Smart Glasses	ARM SoC	Standalone		Quad-core ARM CPU			Bluetooth
HTC Vive Flow		Standalone	Viveport			64 Gb	Bluetooth 5.0
Cosmo Vision		Standalone	ActiveLook				Bluetooth 4.2 LE
Pimax Reality 12K QLED	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	SteamVR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650		Bluetooth
Meta Quest Pro	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Meta Quest	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	256 Gb	Bluetooth 5.2
XYZ Atom	Intel i7	Standalone	HoloSite	Octa-core i7		1,000 Gb	Bluetooth
Vuzix Shield		Standalone		Octa-core		Bluetooth 5.0 BR/EDR	
iQIYI Qiyu Dream	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	iQIYI / Dream XR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
RealWear Navigator 500	Qualcomm Snapdragon 662	Standalone	WearHF	Octa-core Kryo 260 (4 x 2 GHz, 4 x 1.8 GHz)	Adreno 610	64 Gb	Bluetooth 5.1
Oppo Air Glass	Qualcomm Snapdragon Wear	Standalone		Quad-core Cortex A53 (4 x 1.7 GHz)	Adreno 504		Bluetooth 5.0
Simula One	Intel i7-1265U	Standalone	SimulaOS	10-core 12-thread i7 (2 x 2 x 4.8 GHz, 8 x 3.6 GHz)	grated Iris Xe Grap	1,000 Gb	Bluetooth 5.2
Nimo		Standalone	Nimo Store				Bluetooth LE
Pico Neo 3 Link	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pico Store, SteamVR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	256 Gb	Bluetooth
iQIYI Qiyu Dream Pro	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	iQIYI / Dream XR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
YVR 1	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	YVR, SteamVR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
Brilliant Monocle	GOWIN GW1NR-9 FPGA	Standalone	Monocle App				Bluetooth 5.0 LE
YVR 2	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	YVR, SteamVR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth

VR / MR Eszközök változói 22.-28.

Eszköz neve	22. Chipset	23. Compute Unit	24. Platform	25.CPU	26. GPU	27. Storage	28. Bluetooth
Skyworth Pancake 1	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Skyworth VR Assistant	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.0 LE
Skyworth Pancake 1C	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Skyworth VR Assistant	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.0 LE
Skyworth Pancake 1Pro	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Skyworth VR Assistant	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.0 LE
Xiaomi Mijia	Qualcomm Snapdragon chips	Standalone		Octa-core CPU		32 Gb	Bluetooth 5.0
Guangli Holoswim 2		Standalone	Holoswim				Bluetooth
Engo 2		Standalone	ActiveLook				Bluetooth LE
Lenovo Legion VR700	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	iQUT	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	256 Gb	Bluetooth
Vuzix Blade 2		Standalone	Vuzix	Quad-core ARM CPU		40 Gb	Bluetooth
Dream Glass Flow		Standalone		Quad-core CPU (4 x 1.9 GHz)	2nm 850 MHz GP	32 Gb	Bluetooth 5.0
Pico 4	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pico Store	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.1
Pico 4 Pro	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pico Store	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	512 Gb	Bluetooth 5.1
Lenovo ThinkReality VRX	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Lenovo ThinkReality	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
P&C Solution METALENSE	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone		Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.1
Pico 4 Enterprise	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pico Store	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	256 Gb	Bluetooth 5.1
INMO Air2		Standalone	INMOVESE			2 Gb	Bluetooth
Pimax Portal QLED View	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pimax Store, SteamVR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	256 Gb	Bluetooth 5.1
Pimax Portal View	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pimax Store, SteamVR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.1
TCL NXTWEAR V	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone		Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.1
Ximmerse Rhino X Pro	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone		Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
iQIYI Qiyu MIX	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	iQIYI / Dream XR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
DigiLens Argo	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone		Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
RealWear Navigator 520	Qualcomm Snapdragon 662	Standalone		Octa-core Kryo 260 (4 x 2 GHz, 4 x 1.8 GHz)	Adreno 610	64 Gb	Bluetooth
TCL RayNeo X2	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone		Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
AjnaLens AjnaXR	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	AjnaVidya	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.0
AjnaXR Enterprise Edition	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	AjnaVidya	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.0
HTC Vive XR Elite	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Viveport	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.2 LE
Nolo Sonic 2	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Nolo	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
Pico G3	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pico Store	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth
Spacetop	Qualcomm Snapdragon 865	Standalone		Octa-core Kryo 585 (1 x 3.1 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x 2	Adreno 650	256 Gb	Bluetooth
Thunderbird Air Plus		Standalone				32 Gb	Bluetooth 5.0
Meta Quest 3	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Meta Quest	Octa-core Kryo (1 x 3.19 GHz, 4 x 2.8 GHz, 3 x 2.0 G	Adreno 740	128 Gb	Bluetooth
Apple Vision Pro	Apple M2, Apple R1	Standalone	visionOS	Octa-core Avalanche / Blizzard (4 x 3.5 GHz, 4 x 2.4 G	ple M2 10-core GPU		Bluetooth 5.3
RealWear Navigator Z1	Qualcomm QCS6490	Standalone		Octa-core Kryo 670 (1 x 2.7 GHz, 3 x 2.4 GHz, 4 x 1.	Adreno 643	8 Gb	Bluetooth 5.2 LE
DPVR P2	Qualcomm Snapdragon XR1	Standalone			Adreno 615	128 Gb	Bluetooth 5.0
TCL RayNeo X2 Lite	Qualcomm Snapdragon AR1	Standalone					Bluetooth
Brilliant Labs Frame		Standalone	Noa				
Sony SRH-S1	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone			Adreno GPU		Bluetooth 5.3
Spacetop G1	Qualcomm Snapdragon QCS	Standalone	SpaceOS	Octa-core Kryo (1 x 3.2 GHz, 4 x 2.8 GHz, 3 x 2.0 GH	Adreno 740	128 Gb	Bluetooth 5.3
Pico 4 Ultra	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Pico Store	Octa-core Kryo (1 x 3.19 GHz, 4 x 2.8 GHz, 3 x 2.0 G	Adreno 740	256 Gb	Bluetooth 5.3
Pico 4 Ultra Enterprise	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	https://www.picoxr.com/glo	Octa-core Kryo (1 x 3.19 GHz, 4 x 2.8 GHz, 3 x 2.0 G	Adreno 740	256 Gb	Bluetooth 5.3
HTC Vive Focus Vision	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Viveport	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	128 Gb	Bluetooth 5.2 LE
Meta Quest 3S	Qualcomm Snapdragon XR2	Standalone	Meta Quest	Octa-core Kryo (1 x 3.19 GHz, 4 x 2.8 GHz, 3 x 2.0 G	Adreno 740	128 Gb	Bluetooth

VR / MR Eszközök változói 22.-28.

Eszköz neve	22. Chipset	23. Compute Unit	24. Platform	25.CPU	26. GPU	27. Storage	28. Bluetooth
DPVR E3B		PC	SteamVR				
DPVR E3C		PC	SteamVR				
NVIS nVisor SX60		PC					
VPL EyePhone		PC					
Virtual Research Flight Helme		PC					
Virtuality Visette 1		PC					
Forte VFX1		PC	MS-DOS				
Virtuality Visette 2		PC					
Virtual Research VR4		PC					
VictorMaxx CyberMaxx		PC					
eMagin Z800 3DVisor		PC					
Sensics piSight		PC					
Vuzix iWear VR920		PC					
Carl Zeiss Cinemizer OLED		PC					
Oculus Rift DK1		PC	Oculus Home				
Oculus Rift DK2		PC	Oculus Home				
HTC Vive	tation	PC	SteamVR, Viveport				
Oculus Rift	Base Station	PC	SteamVR, Oculus Home				
3Glasses D2		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Razer OSVR HDK 1.4	Station	PC	OSVR, Steam VR				
Meta 2		PC	Meta 2 SDK				
Razer OSVR HDK 2	Station	PC	OSVR, SteamVR				
3Glasses Blubur S1		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Acer AH101		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
HP VR1000		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Medion Eraser X1000		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Pimax 4K		PC	SteamVR, Oculus Home				
ANTVR Cyclop		PC	ANTVR Hall, SteamVR				
VRgineers VRHero 5K	0	PC	SteamVR				
Lenovo Explorer		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Dell Visor		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Asus HC102		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Samsung Odyssey		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Fujitsu FMVHDS1		PC	Windows Mixed Reality, SteamVR				
VRgineers VRHero 5K Plus	0	PC	SteamVR				
3Glasses Blubur S2		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
HTC Vive Pro	tation	PC	SteamVR, Viveport				
Dream Glass		PC	Unity				
StarVR One	0	PC	SteamVR				
Acer OJO 500		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Pimax 5K Plus	0	PC	SteamVR, Oculus Home				
Pimax 5K XR	0	PC	SteamVR, Oculus Home				

VR / MR Eszközök változói 22.-28.

Eszköz neve	22. Chipset	23. Compute Unit	24. Platform	25.CPU	26. GPU	27. Storage	28. Bluetooth
Samsung Odyssey+		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Pimax Vision 8K+	0	PC	SteamVR, Oculus Home				
Pimax Vision 8KX	0	PC	SteamVR, Oculus Home				
HTC Vive Cosmos		PC	SteamVR, Viveport				
HTC Vive Pro Eye	tation	PC	SteamVR, Viveport				
Varjo VR-1	0	PC	SteamVR				
Oculus Rift S		PC	SteamVR, Oculus Home				
HP Reverb		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Valve Index	0	PC	SteamVR				
DPVR E3 4K		PC	SteamVR				
Tilt Five	meboard	PC	Steam				Bluetooth
Varjo VR-2	0	PC	SteamVR				
Varjo VR-2 Pro	0	PC	SteamVR				
Varjo XR-1	0	PC	SteamVR				
Pimax 5K Super	0	PC	SteamVR, Oculus Home				
Pimax Artisan	0	PC	SteamVR, Oculus Home				
VRgineers XTAL 8K	0, SteamVR 2.0	PC	SteamVR				
HTC Vive Cosmos Elite	tation	PC	SteamVR, Viveport				
HP Reverb G2		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
HP Reverb G2 Omnicept Editi		PC	SteamVR, Windows Mixed Reality				
Canon MREAL S1		PC	MREAL Platform				
DecaGear		PC	SteamVR				Bluetooth 5.0 LE
Varjo VR-3	0	PC	SteamVR				
Varjo XR-3	0	PC	SteamVR				
Epson Moverio BT-40		PC					
Lenovo ThinkReality A3	Qualcomm Snapdragon XR1	PC	Lenovo ThinkReality	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615		
Campfire Headset	onsole	PC	Campfire				
HTC Vive Pro 2	0	PC	SteamVR, Viveport				Bluetooth
Roscosmos XR-2	XR-2 Base Station	PC	SteamVR				
Arpara VR		PC	arparaland, SteamVR				
Diver-X HalfDive		PC	SteamVR				
Varjo Aero	0	PC	SteamVR				
Somnium VR1	0	PC	Somnium Space				
VRgineers XTAL 3		PC	SteamVR, OpenXR				
Skyworth W1 Pro		PC	SteamVR, Viveport				
Shiftall MeganeX	Qualcomm Snapdragon XR1	PC	SteamVR	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615		
VRgineers XTAL 3 Mixed Real		PC	SteamVR, OpenXR				
Vuzix M400C		PC					Bluetooth 5.0 BR/EDR
Canon MREAL X1		PC	MREAL				
Pimax Crystal QLED	Qualcomm Snapdragon XR2	PC	Pimax Store, SteamVR	Octa-core Kryo 585 (1 x 2.84 GHz, 3 x 2.42 GHz, 4 x	Adreno 650	256 Gb	Bluetooth
Lenovo Glasses T1		PC					
DPVR E4		PC	SteamVR				Bluetooth

VR / MR Eszközök változói 22.-28.

Eszköz neve	22. Chipset	23. Compute Unit	24. Platform	25.CPU	26. GPU	27. Storage	28. Bluetooth
Shiftall MeganeX Business Ed	Qualcomm Snapdragon XR1	PC	SteamVR	Octa-core Kryo (2 x 2.52 GHz, 6 x 1.7 GHz)	Adreno 615		
Bigsreen Beyond	0	PC	SteamVR				
Immersed Visor		PC	Immersed				Bluetooth
DPVR E4C		PC	SteamVR				
Varjo XR-4		PC	SteamVR				
Varjo XR-4 Focal Edition		PC	SteamVR				
Pimax Crystal Light		PC	Pimax Store, SteamVR				
Pimax Crystal Super		PC	Pimax Store, SteamVR				
Shiftall MeganeX Superlight 8	0	PC	SteamVR				
LG 360 VR		Phone	LG 360 VR				
Nreal Light		Phone	Nebula				
MAD Gaze Glow Plus		Phone					
Huawei VR Glass		Phone					
Huawei VR Glass 6DoF		Phone	SteamVR				
Skyworth W1		Phone					
NuEyes Pro 3e		Phone					
TCL NXTWEAR G		Phone	VR LU				
Rokid Air		Phone					
MAD Gaze Wave		Phone					
Nreal Air		Phone					
Iristick G2		Phone	https://iristick.com/products/iristick-g2				
ThirdEye Razor MR Glasses		Phone					
TCL NXTWEAR S		Phone					
Rokid Air Pro		Phone					
Viture One		Phone					
TQSKY T1		Phone					
Huawei Vision Glass		Phone					
Nolo VR Glass		Phone	Nolo				
Nubia Neovision Glass		Phone					
Rokid Max		Phone					
Rokid Max Pro		Phone					
Xreal Air 2		Phone					
Xreal Air 2 Pro		Phone					
Viture One Lite		Phone					
Xreal Air 2 Ultra		Phone	Nebula				
Viture Pro		Phone					
Sony PUD-J5A		Console	PlayStation 2				
PlayStation VR	Camera	Console	PlayStation				
PlayStation VR2		Console	PlayStation				Bluetooth 5.1
IIS VFX3D			VFX Launcher				
VRgineers XTAL	0, SteamVR 2.0		SteamVR				
AjnaLens AjnaX							

VR / MR Eszközök változói 29.-38.

Eszköz neve	29. Battery Capacity	30. Battery Life	31. Charge Time	32. Body Tracking	33. Compliances	34. Controller	35. Controller Battery	36. Controller Battery Life	37. Controller Count	38. Controller DoF
DPVR M2 Pro	3,000 mAh	5. óra		FALSE						
Snapdragon 845 VR Developm	3,600 mAh									
Google Glass Explorer Edition	570 mAh	5. óra		FALSE						
Microsoft HoloLens		3. óra		FALSE						
EverySight Raptor		8. óra		FALSE	IP55	EverySight Raptor Controller	1 x CR2032 coin battery		1	0
RealWear HMT-1	3,250 mAh	8. óra		FALSE	IP66, MIL-STD-810G					
Snapdragon 835 VR Developm	3,344 mAh			FALSE						
ClassVR	4,000 mAh			FALSE						
Shadow Creator Halomini	3,200 mAh			FALSE		Halomini Controller			1	3
Pico Goblin	3,500 mAh	3. óra		FALSE		Pico Goblin Controller			1	3
Oculus Go	2,600 mAh	3. óra	3. óra	FALSE		Oculus Go Controller	AA		1	3
Xiaomi Mi VR	2,600 mAh	3. óra	3. óra	FALSE		Oculus Go Controller	AA		1	3
HTC Vive Focus	4,000 mAh	3. óra		FALSE		Vive Focus Controller			1	3
MAD Gaze Vader	1,140 mAh			FALSE						
Magic Leap 1		3. óra				Magic Leap Controller			1	6
Lenovo Mirage Solo	4,000 mAh	2.5 óra		FALSE		Mirage Solo Controller			1	3
Snapdragon XR1 HMD Refere										
RealWear HMT-1Z1	3,400 mAh	8. óra		FALSE	IP66, MIL-STD-810G					
Shadow Creator Action One	4,002 mAh			FALSE						
Pico G2	3,500 mAh	3. óra		FALSE		Pico G2 Controller			1	3
Oculus Quest	3,648 mAh	3. óra	2. óra	FALSE		Oculus Touch (second generati	AA	20. óra	2	6
ThirdEye X2	1,750 mAh									
DPVR P1	4,000 mAh	5. óra		FALSE		DPVR P1 Controller	2 x AAA		1	3
DPVR P1 Pro	4,000 mAh	5. óra		FALSE		DPVR P1 Controller	2 x AAA		1	3
Pico G2 4K	3,500 mAh	3. óra		FALSE		Pico G2 Controller			1	3
Vuzix M400	135 mAh	2. óra		FALSE	P67, IEC60601-1-2:2014					
HTC Vive Focus Plus	4,000 mAh	3. óra		FALSE		Vive Focus Plus Controller	2 x AAA	4. óra	2	6
3Glasses X1	5,500 mAh	4. óra	3. óra	FALSE		3Glasses X1 Controller			1	3
Microsoft HoloLens 2		3. óra		FALSE						
Google Glass Enterprise Editi	800 mAh	8. óra		FALSE	IP53					
DPVR P1 Pro 4K	4,000 mAh	5. óra		FALSE		DPVR P1 Controller	2 x AAA		1	3
Pico Neo 2	5,000 mAh	3. óra		FALSE		Pico Neo 2 Controller			2	6
Vuzix M4000	135 mAh	2. óra		FALSE						
Lynx R1		3. óra				Lynx R1 Controller			2	6
QWR VRone	4,000 mAh			FALSE		VRone controller			1	3
QWR VRone 4K	4,000 mAh					VRone controller			1	3
Snapdragon XR2 HMD Refere	6,000 mAh			FALSE						
XRSpace Manova	4,600 mAh	2.5 óra		FALSE		XRSpace Manova Controller	2 x AAA		1	6
Lenovo Mirage VR S3	4,200 mAh	3. óra		FALSE		Mirage VR S3 Controller	2 x AAA		1	3
Dream Glass 4K	8,000 mAh	5. óra		FALSE		Dream Glass 4K Controller	Rechargeable		1	0
Dream Glass 4K Plus	8,000 mAh	5. óra		FALSE		Dream Glass 4K Controller	Rechargeable		1	0
Pico G2 4K Enterprise				FALSE		Pico G2 Controller			1	3

VR / MR Eszközök változói 29.-38.

Eszköz neve	29. Battery Capacity	30. Battery Life	31. Charge Time	32. Body Tracking	33. Compliances	34. Controller	35. Controller Battery	36. Controller Battery Life	37. Controller Count	38. Controller DoF
Oculus Quest 2	3,640 mAh	3. óra	2.5 óra	FALSE	Oculus Touch (third generatio		AA	30. óra	2	6
Julbo EVAD-1		12. óra	3. óra	FALSE						
Vuzix Blade Upgraded	470 mAh	8. óra	2. óra	FALSE	Z87.1, EN 166 eye protection					
ClassVR Premium	4,000 mAh	4. óra		FALSE	ClassVR Wired Hand Controller				1	3
Rokid X-Craft	10,000 mAh	8. óra	IP66, Zone 1 explosion-proof, US MIL-STD 810G							
Epson Moverio BT-40S	3,400 mAh			FALSE	2 (excluding USB port) Ro	o BT-40S Compute Unit / Co	echargeable Li-ion battery		1	
iQIYI Qiyu 3	5,500 mAh	2.5 óra	2.5 óra	FALSE		Qiyu 3 Controller	AA	15. óra	2	6
Pico Neo 2 Eye	5,000 mAh	3. óra				Pico Neo 2 Controller			2	6
Nolo X1	4,000 mAh	4. óra		FALSE		Nolo Controller	Rechargeable	7. óra	2	6
Rokid Vision 2										
Magic Leap 2		3.5 óra				Magic Leap 2 Controller	Rechargeable		1	6
Pico Neo 3	5,300 mAh	3. óra		FALSE		Pico Neo 3 Controller	2 x AA		2	6
Pico Neo 3 Pro	5,300 mAh	3. óra		FALSE		Pico Neo 3 Controller	2 x AA		2	6
Pico Neo 3 Pro Eye	5,300 mAh	3. óra		FALSE		Pico Neo 3 Controller	2 x AA		2	6
HTC Vive Focus 3	7,000 mAh	2. óra	1.5 óra	FALSE		Vive Focus 3 Controller	Rechargeable	15. óra	2	6
Snap Spectacles (2021)			1.1 óra	FALSE						
Arpara VR All In One	6,500 mAh			FALSE		Arpara VR Controller			2	6
Nolo Sonic	4,500 mAh			FALSE		Nolo Sonic Controller			2	6
Engo Eyewear		12. óra	3. óra	FALSE						
INMO Air	350 mAh	3.5 óra		FALSE	IP67	INMO Ring		48. óra	1	3
Dream Glass Lead Plus	5,300 mAh	3.5 óra		FALSE	Dream Glass Lead Controller				1	3
Dream Glass Lead Pro	5,300 mAh	4. óra		FALSE	Dream Glass Lead Controller				1	3
DPVR P1 Pro Light	4,000 mAh	5. óra		FALSE		DPVR P1 Controller	2 x AAA		1	3
DPVR P1 Ultra 4K	4,000 mAh	5. óra		FALSE		DPVR P1 Controller	2 x AAA		1	3
Guangli Holoswim		16. óra		FALSE	FDA certified silicone					
Xiaomi Smart Glasses				FALSE						
HTC Vive Flow		.08 óra		FALSE						
Cosmo Vision		12. óra	3. óra	FALSE	IP54					
Pimax Reality 12K QLED	6,000 mAh					Pimax Reality Controller			2	6
Meta Quest Pro		2. óra		FALSE	Meta Quest Touch Pro Control		Rechargeable	8. óra	2	6
XYZ Atom				EN397, EN166, ANSI Z87.1, ANSI Z89.1						
Vuzix Shield	LE									
iQIYI Qiyu Dream	5,500 mAh	2.5 óra	2.5 óra	FALSE		Qiyu Dream Controller	AA	15. óra	2	6
RealWear Navigator 500	2,600 mAh	8. óra		FALSE	IP66, MIL-STD-810H					
Oppo Air Glass				FALSE						
Simula One				FALSE						
Nimo		3. óra		FALSE						
Pico Neo 3 Link	5,300 mAh	3. óra		FALSE		Pico Neo 3 Controller	2 x AA		2	6
iQIYI Qiyu Dream Pro	5,500 mAh	2.5 óra	2.5 óra	FALSE		Qiyu Dream Controller	AA	15. óra	2	6
YVR 1	4,200 mAh	2.5 óra		FALSE		YVR Controller	Rechargeable	35. óra	2	6
Brilliant Monocle		2. óra		FALSE						
YVR 2	5,300 mAh	2.5 óra		FALSE		YVR Controller	Rechargeable	35. óra	2	6

VR / MR Eszközök változói 29.-38.

Eszköz neve	29. Battery Capacity	30. Battery Life	31. Charge Time	32. Body Tracking	33. Compliances	34. Controller	35. Controller Battery	36. Controller Battery Life	37. Controller Count	38. Controller DoF
Skyworth Pancake 1	5,500 mAh			FALSE	Skyworth Pancake 1 Controller				2	6
Skyworth Pancake 1C	5,500 mAh			FALSE	Skyworth Pancake 1 Controller				2	6
Skyworth Pancake 1Pro	5,500 mAh			FALSE	Skyworth Pancake 1 Controller				2	6
Xiaomi Mijia	1,020 mAh		.5 óra	FALSE						
Guangli Holoswim 2	70 mAh	4. óra		FALSE	IPX8					
Engo 2		12. óra	3. óra	FALSE						
Lenovo Legion VR700				FALSE	Lenovo Legion VR700 Control		AA		2	6
Vuzix Blade 2				FALSE	ANSI Z87.1 eye protection					
Dream Glass Flow	8,000 mAh	6. óra		FALSE	Dream Glass Flow Cloud Pac		Rechargeable	6. óra	1	0
Pico 4	5,300 mAh	3. óra		FALSE		Pico 4 Controller			2	6
Pico 4 Pro	5,300 mAh	3. óra		FALSE		Pico 4 Controller			2	6
Lenovo ThinkReality VRX	6,900 mAh			FALSE		ThinkReality VRX Controller	AA		2	6
P&C Solution METALENSE		3. óra		FALSE						
Pico 4 Enterprise	5,300 mAh	3. óra		FALSE		Pico 4 Controller			2	6
INMO Air2				FALSE	INMO Ring (second generation)				1	3
Pimax Portal QLED View	10,000 mAh			FALSE		Pimax Portal Controller	Rechargeable		2	6
Pimax Portal View	10,000 mAh			FALSE		Pimax Portal Controller	Rechargeable		2	6
TCL NXTWEAR V		2. óra				TCL NXTWEAR V Controller			2	6
Ximmerse Rhino X Pro	3,680 mAh			FALSE	Ximmerse Rhino X Pro Controller				2	6
iQIYI Qiyu MIX	5,500 mAh	2.5 óra	2.5 óra	FALSE		Qiyu MIX Controller	AA	15. óra	2	6
DigiLens Argo				FALSE						
RealWear Navigator 520	2,600 mAh	8. óra		FALSE	IP66, CSA C1-D1					
TCL RayNeo X2	590 mAh									
AjnaLens AjnaXR	5,500 mAh	3. óra		FALSE		AjnaXR Controller	AA		2	6
AjnaXR Enterprise Edition	5,500 mAh	3. óra		FALSE		AjnaXR Controller			2	6
HTC Vive XR Elite		2. óra		FALSE		Vive XR Controller	Rechargeable	15. óra	2	6
Nolo Sonic 2	5,400 mAh			FALSE		Nolo Sonic 2 Controller			2	6
Pico G3	5,300 mAh	2.5 óra		FALSE	TUV Low Blue Light	Pico G3 Controller			1	
Spacetop		5. óra	2. óra	FALSE						
Thunderbird Air Plus	4,900 mAh			FALSE	TÜV low blue light	Thunderbird Magic Box			1	3
Meta Quest 3		2.2 óra	2.3 óra	TRUE	Meta Quest Touch Plus Control		AA		2	6
Apple Vision Pro		2. óra		FALSE						
RealWear Navigator Z1	2,550 mAh	8. óra		FALSE	1, CSA C1/D1, IP66, MIL-STD-810H					
DPVR P2	5,700 mAh			FALSE		DPVR P2 Controller	2 x AAA		1	3
TCL RayNeo X2 Lite										
Brilliant Labs Frame				FALSE						
Sony SRH-S1				FALSE		Ring / Pointer controllers			2	
Spacetop G1		8. óra	2. óra	FALSE						
Pico 4 Ultra	5,700 mAh			FALSE		Pico 4 Ultra Controller	2 x AA		2	6
Pico 4 Ultra Enterprise	5,700 mAh			FALSE		Pico 4 Ultra Controller	2 x AA		2	6
HTC Vive Focus Vision	7,000 mAh	2. óra	1.5 óra	FALSE		Vive Focus 3 Controller	Rechargeable	15. óra	2	6
Meta Quest 3S	4,324 mAh	2.5 óra		TRUE	Meta Quest Touch Plus Control		AA		2	6

VR / MR Eszközök változói 29.-38.

Eszköz neve	29. Battery Capacity	30. Battery Life	31. Charge Time	32. Body Tracking	33. Compliances	34. Controller	35. Controller Battery	36. Controller Battery Life	37. Controller Count	38. Controller DoF
DPVR E3B				FALSE						
DPVR E3C				FALSE						
NVIS nVisor SX60				FALSE						
VPL EyePhone				FALSE		DataGlove			1	
Virtual Research Flight Helme				FALSE						
Virtuality Visette 1				FALSE		Space Joystick			1	3
Forte VFX1				FALSE		CyberPuck			1	2
Virtuality Visette 2				FALSE		Space Joystick 2			1	
Virtual Research VR4				FALSE						
VictorMaxx CyberMaxx				FALSE						
eMagin Z800 3DVisor				FALSE						
Sensics piSight				FALSE						
Vuzix iWear VR920				FALSE						
Carl Zeiss Cinemizer OLED			2.5 óra	FALSE						
Oculus Rift DK1				FALSE						
Oculus Rift DK2				FALSE						
HTC Vive				FALSE		HTC Vive controller	Rechargable	6. óra	2	6
Oculus Rift				FALSE		Oculus Touch (first generation)	AA	20. óra	2	6
3Glasses D2				FALSE						
Razer OSVR HDK 1.4				FALSE						
Meta 2										
Razer OSVR HDK 2				FALSE						
3Glasses Blubur S1				FALSE						
Acer AH101				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
HP VR1000				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
Medion Erazer X1000				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
Pimax 4K				FALSE						
ANTVR Cyclop						ANTVR Cyclop Controller			2	6
VRgineers VRHero 5K				FALSE						
Lenovo Explorer				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
Dell Visor				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
Asus HC102				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
Samsung Odyssey				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
Fujitsu FMVHDS1				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
VRgineers VRHero 5K Plus				FALSE						
3Glasses Blubur S2				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
HTC Vive Pro				FALSE		Vive Pro controller	Rechargable	6. óra	2	6
Dream Glass				FALSE						
StarVR One										
Acer OJO 500				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
Pimax 5K Plus				FALSE		Index Controller	Rechargable	8. óra	2	6
Pimax 5K XR				FALSE		Index Controller	Rechargable	8. óra	2	6

VR / MR Eszközök változói 29.-38.

Eszköz neve	29. Battery Capacity	30. Battery Life	31. Charge Time	32. Body Tracking	33. Compliances	34. Controller	35. Controller Battery	36. Controller Battery Life	37. Controller Count	38. Controller DoF
Samsung Odyssey+				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
Pimax Vision 8K+				FALSE		Index Controller	Rechargeable	8. óra	2	6
Pimax Vision 8KX				FALSE		Index Controller	Rechargeable	8. óra	2	6
HTC Vive Cosmos				FALSE		Vive Cosmos controller	2 x AA	8. óra	2	6
HTC Vive Pro Eye				FALSE		Vive Pro controller	Rechargeable	6. óra	2	6
Varjo VR-1				FALSE						
Oculus Rift S				FALSE		Oculus Touch (second generati	AA	20. óra	2	6
HP Reverb				FALSE		WMR controller (first generatio	2 x AA	8.5 óra	2	6
Valve Index				FALSE		Index Controller	Rechargeable	8. óra	2	6
DPVR E3 4K				FALSE						
Tilt Five				FALSE		Tilt Five Wand	2 x AA		1	6
Varjo VR-2				FALSE						
Varjo VR-2 Pro										
Varjo XR-1										
Pimax 5K Super				FALSE		Index Controller	Rechargeable	8. óra	2	6
Pimax Artisan				FALSE						
VRgineers XTAL 8K										
HTC Vive Cosmos Elite				FALSE		HTC Vive Controller	Rechargeable	6. óra	2	6
HP Reverb G2				FALSE		WMR controller (second generat	2 x AA	15. óra	2	6
HP Reverb G2 Omnicept Editi						WMR controller (second generat	2 x AA	15. óra	2	6
Canon MREAL S1										
DecaGear				TRUE		DecaGear Controller	Rechargeable	6.5 óra	2	6
Varjo VR-3				FALSE						
Varjo XR-3				FALSE						
Epson Moverio BT-40				FALSE	2 (excluding USB port) RoHS					
Lenovo ThinkReality A3				FALSE	ANSI Z87.1					
Campfire Headset				FALSE		Campfire Pack			1	6
HTC Vive Pro 2				FALSE		Vive Pro Controller	Rechargeable	6. óra	2	6
Roscosmos XR-2						Roscosmos XR-2 Controller			2	6
Arpara VR				FALSE						
Diver-X HalfDive						Diver-X Hand & Foot Controller			2	6
Varjo Aero				FALSE						
Somnium VR1				FALSE						
VRgineers XTAL 3				FALSE						
Skyworth W1 Pro				FALSE		Skyworth 3 DoF controller			1	3
Shiftall Meganex				FALSE						
VRgineers XTAL 3 Mixed Real				FALSE						
Vuzix M400C	LE			FALSE	IP67					
Canon MREAL X1										
Pimax Crystal QLED	6,000 mAh			FALSE		Pimax Reality Controller	Rechargeable		2	6
Lenovo Glasses T1				FALSE	low light, TUV reduced flicker					
DPVR E4				FALSE		DPVR E4 Controller	1 x AA	6. óra	2	6

VR / MR Eszközök változói 29.-38.

Eszköz neve	29. Battery Capacity	30. Battery Life	31. Charge Time	32. Body Tracking	33. Compliances	34. Controller	35. Controller Battery	36. Controller Battery Life	37. Controller Count	38. Controller DoF
Shiftall MeganeX Business Ed				FALSE						
Bigsreen Beyond				FALSE						
Immersed Visor				FALSE						
DPVR E4C				FALSE						
Varjo XR-4				FALSE		Varjo Controller			2	6
Varjo XR-4 Focal Edition				FALSE		Varjo Controller			2	6
Pimax Crystal Light				FALSE		Pimax Reality Controller	Rechargeable		2	6
Pimax Crystal Super				FALSE		Pimax Reality Controller	Rechargeable		2	6
Shiftall MeganeX Superlight 8				FALSE						
LG 360 VR				FALSE						
Nreal Light				FALSE						
MAD Gaze Glow Plus				FALSE						
Huawei VR Glass				FALSE		Huawei VR Glass Controller	2 x AAA		1	3
Huawei VR Glass 6DoF				FALSE		Huawei VR Glass Controller	AA		2	6
Skyworth W1				FALSE		Skyworth 3 DoF controller			1	3
NuEyes Pro 3e				FALSE						
TCL NXTWEAR G				FALSE						
Rokid Air				FALSE						
MAD Gaze Wave				FALSE						
Nreal Air		5. óra		FALSE						
Iristick G2		5. óra	1.5 óra	FALSE	I-Z87, EN-166S, Class 1 laser					
ThirdEye Razor MR Glasses		8. óra		FALSE						
TCL NXTWEAR S				FALSE	JV Low Blue Light Certified					
Rokid Air Pro				FALSE	IP52					
Viture One					FCC, IC, RCM, CE, RoHS					
TQSKY T1				FALSE	V low blue light certification					
Huawei Vision Glass				FALSE	V low blue light certification					
Nolo VR Glass				FALSE		Nolo VR Glass Controller			1	3
Nubia Neovision Glass				FALSE						
Rokid Max				FALSE	TÜV Low Blue Light					
Rokid Max Pro				FALSE	TÜV Low Blue Light					
Xreal Air 2				FALSE						
Xreal Air 2 Pro				FALSE						
Viture One Lite				FALSE						
Xreal Air 2 Ultra				FALSE	low blue light, eye comfort, color accuracy					
Viture Pro				FALSE						
Sony PUD-J5A				FALSE						
PlayStation VR				FALSE		PlayStation Move Controller	Rechargeable	10. óra	2	6
PlayStation VR2				FALSE		Playstation VR2 Sense Control	Rechargeable		2	6
IIS VFX3D				FALSE		CyberPuck			1	3
VRgineers XTAL										
AjnaLens AjnaX				FALSE						

VR / MR Eszközök változói 39.-49.

Eszköz neve	39. Controller Finger Tracking	40. Controller Haptics	41. Hand Tracking	42. Haptics	43. Controller Input Methods	44. Controller Weight	45. Display	46. Display Brightness	47. Eye Tracking	48. Face Tracking	49. Binocular Overlap
DPVR M2 Pro			FALSE	FALSE			AMOLED		FALSE	FALSE	
Snapdragon 845 VR Developm				FALSE			AMOLED		TRUE		
Google Glass Explorer Edition			FALSE	FALSE			LCoS		FALSE	FALSE	
Microsoft HoloLens			TRUE	FALSE			LCoS		FALSE	FALSE	
EverySight Raptor			FALSE	FALSE	Face buttons		OLED		FALSE	FALSE	
RealWear HMT-1			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Snapdragon 835 VR Developm			FALSE	FALSE			AMOLED		FALSE	FALSE	
ClassVR			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Shadow Creator Halomini		FALSE	FALSE	FALSE	Trackpad, face button, side button		OLED		FALSE	FALSE	
Pico Goblin			FALSE	FALSE	Trackpad, face button		LCD		FALSE	FALSE	
Oculus Go			FALSE	FALSE	Index trigger, trackpad, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	
Xiaomi Mi VR			FALSE	FALSE	Index trigger, trackpad, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	
HTC Vive Focus				FALSE			AMOLED		FALSE	FALSE	
MAD Gaze Vader			TRUE	FALSE					FALSE	FALSE	
Magic Leap 1		TRUE	TRUE	FALSE					TRUE		
Lenovo Mirage Solo			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, side buttons		LCD		FALSE	FALSE	
Snapdragon XR1 HMD Refere				FALSE							
RealWear HMT-1Z1			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Shadow Creator Action One			TRUE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
Pico G2			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Oculus Quest	Partial finger and thumb	TRUE	TRUE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick,	135	OLED		FALSE	FALSE	84.°
ThirdEye X2				FALSE					FALSE	FALSE	
DPVR P1			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, trigger		LCD		FALSE	FALSE	
DPVR P1 Pro			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	
Pico G2 4K			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Vuzix M400			FALSE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
HTC Vive Focus Plus		TRUE	TRUE	FALSE			AMOLED		FALSE	FALSE	
3Glasses X1			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Microsoft HoloLens 2			TRUE	FALSE			LBS		TRUE	FALSE	
Google Glass Enterprise Editi			FALSE	FALSE			LCoS		FALSE	FALSE	
DPVR P1 Pro 4K			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	
Pico Neo 2			FALSE	FALSE	Joystick, face buttons, index trigger, side grip button		LCD		FALSE	FALSE	101.°
Vuzix M4000			FALSE	FALSE			DLP		FALSE	FALSE	
Lynx R1			TRUE	FALSE	Joystick, face button, index trigger, grip button		LCD		FALSE	FALSE	
QWR VRone			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger		LCD		FALSE	FALSE	
QWR VRone 4K				FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger						
Snapdragon XR2 HMD Refere			FALSE	FALSE			LCD		TRUE	TRUE	
XRSpace Manova			TRUE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger				FALSE	FALSE	
Lenovo Mirage VR S3			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, side buttons	63	LCD		FALSE	FALSE	
Dream Glass 4K		FALSE	FALSE	FALSE	Face buttons				FALSE	FALSE	
Dream Glass 4K Plus		FALSE	FALSE	FALSE	Face buttons				FALSE	FALSE	
Pico G2 4K Enterprise			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger		LCD		FALSE	FALSE	

VR / MR Eszközök változói 39.-49.

Eszköz neve	39. Controller Finger Tracking	40. Controller Haptics	41. Hand Tracking	42. Haptics	43. Controller Input Methods	44. Controller Weight	45. Display	46. Display Brightness	47. Eye Tracking	48. Face Tracking	49. Binocular Overlap
Oculus Quest 2	Partial finger and thumb	TRUE	TRUE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick,	126	ast switch LC	100 cd/m²	FALSE	FALSE	90.°
Julbo EVAD-1			FALSE	FALSE			AMOLED		FALSE	FALSE	
Vuzix Blade Upgraded			FALSE	FALSE					FALSE	FALSE	
ClassVR Premium		FALSE	FALSE	FALSE	Index trigger, face buttons, thumbstick		LCD		FALSE	FALSE	
Rokid X-Craft				FALSE					FALSE	FALSE	
Epson Moverio BT-40S			FALSE	FALSE	Touch panel, face buttons	184	Si-OLED		FALSE	FALSE	
iQIYI Qiyu 3		TRUE	FALSE	FALSE	Joystick, face buttons, triggers	100	LCD	95 cd/m²	FALSE	FALSE	
Pico Neo 2 Eye				FALSE	Joystick, face buttons, index trigger, side grip button		LCD		TRUE		101.°
Nolo X1		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger	90			FALSE	FALSE	
Rokid Vision 2				FALSE					FALSE	FALSE	
Magic Leap 2			TRUE	FALSE	Touchpad, index trigger, bumper, face buttons		LCoS	2,000 cd/m²	TRUE	FALSE	
Pico Neo 3		TRUE	FALSE	FALSE	Triggers, thumbstick, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	
Pico Neo 3 Pro		TRUE	FALSE	FALSE	Triggers, thumbstick, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	
Pico Neo 3 Pro Eye		TRUE	FALSE	FALSE	Triggers, thumbstick, face buttons		LCD		TRUE	FALSE	
HTC Vive Focus 3	Partial finger and thumb	TRUE	TRUE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick,	142	LCD		FALSE	FALSE	79.13°
Snap Spectacles (2021)				FALSE					FALSE	FALSE	
Arpara VR All In One				FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Nolo Sonic				FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger				FALSE	FALSE	
Engo Eyewear			FALSE	FALSE			AMOLED		FALSE	FALSE	
INMO Air			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Dream Glass Lead Plus			FALSE	FALSE	Face buttons, index trigger				FALSE	FALSE	
Dream Glass Lead Pro			FALSE	FALSE	Face buttons, index trigger				FALSE	FALSE	
DPVR P1 Pro Light			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, trigger		LCD		FALSE	FALSE	
DPVR P1 Ultra 4K			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Guangli Holoswim			FALSE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
Xiaomi Smart Glasses			FALSE	FALSE			Micro-LED		FALSE	FALSE	
HTC Vive Flow				FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Cosmo Vision			FALSE	FALSE			AMOLED		FALSE	FALSE	
Pimax Reality 12K QLED	Partial finger and thumb	TRUE		FALSE	Face buttons, joysticks, triggers		QLED		TRUE		118.°
Meta Quest Pro	Partial finger and thumb	TRUE	TRUE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick,	164	QLED		TRUE	TRUE	79.72°
XYZ Atom				FALSE							
Vuzix Shield				FALSE			Micro-LED		FALSE	FALSE	
iQIYI Qiyu Dream		TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD	95 cd/m²	FALSE	FALSE	
RealWear Navigator 500			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Oppo Air Glass			FALSE	FALSE			Micro-LED		FALSE	FALSE	
Simula One			TRUE	FALSE			LCD		TRUE	FALSE	
Nimo			FALSE	FALSE					FALSE	FALSE	
Pico Neo 3 Link		TRUE	TRUE	FALSE	Triggers, thumbstick, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	
iQIYI Qiyu Dream Pro		TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD	95 cd/m²	FALSE	FALSE	
YVR 1			FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Brilliant Monocle			FALSE	FALSE			Micro OLED		FALSE	FALSE	
YVR 2			FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD		FALSE	FALSE	

VR / MR Eszközök változói 39.-49.

Eszköz neve	39. Controller Finger Tracking	40. Controller Haptics	41. Hand Tracking	42. Haptics	43. Controller Input Methods	44. Controller Weight	45. Display	46. Display Brightness	47. Eye Tracking	48. Face Tracking	49. Binocular Overlap
Skyworth Pancake 1			FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Skyworth Pancake 1C	Face buttons, joystick, index trigger		FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Skyworth Pancake 1Pro			TRUE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		Mini LED		TRUE	FALSE	
Xiaomi MiJia				FALSE			Micro-OLED	3,000 cd/m²	FALSE	FALSE	
Guangli Holoswim 2			FALSE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
Engo 2			FALSE	FALSE			AMOLED		FALSE	FALSE	
Lenovo Legion VR700			FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD	95 cd/m²	FALSE	FALSE	
Vuzix Blade 2			FALSE	FALSE				2,000 cd/m²	FALSE	FALSE	
Dream Glass Flow			FALSE	FALSE	Face buttons		Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Pico 4		TRUE	TRUE	FALSE	Triggers, thumbstick, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	104.°
Pico 4 Pro		TRUE	TRUE	FALSE	Triggers, thumbstick, face buttons		LCD		TRUE	TRUE	104.°
Lenovo ThinkReality VRX			FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD		FALSE	FALSE	
P&C Solution METALENSE			TRUE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Pico 4 Enterprise		TRUE	TRUE	FALSE	Triggers, thumbstick, face buttons		LCD		TRUE	TRUE	104.°
INMO Air2		FALSE		FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Pimax Portal QLED View		TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, shoulder button, index trigger, middle finger		QLED		FALSE	FALSE	
Pimax Portal View		TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, shoulder button, index trigger, middle finger		LCD		FALSE	FALSE	
TCL NXTWEAR V				FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD	500 cd/m²	FALSE	FALSE	
Ximmerse Rhino X Pro			TRUE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD		FALSE	FALSE	
iQIYI Qiyu MIX		TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD	95 cd/m²	FALSE	FALSE	
DigiLens Argo			FALSE	FALSE			LED-LCoS	2,500 cd/m²	FALSE	FALSE	
RealWear Navigator 520			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
TCL RayNeo X2				FALSE			Micro-LED	1,000 cd/m²	FALSE	FALSE	
AjnaLens AjnaXR			FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD		FALSE	FALSE	
AjnaXR Enterprise Edition			TRUE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD		TRUE	FALSE	
HTC Vive XR Elite	Partial finger and thumb	TRUE	TRUE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick,	142	LCD		FALSE	FALSE	80.93°
Nolo Sonic 2		TRUE	TRUE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Pico G3			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Spacetop		FALSE	TRUE	FALSE			OLED	280 cd/m²	FALSE	FALSE	
Thunderbird Air Plus			FALSE	FALSE	Face buttons		Micro OLED	600 cd/m²	FALSE	FALSE	
Meta Quest 3	Partial finger and thumb	TRUE	TRUE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick, capacitive touch pad,		LCD		FALSE	FALSE	
Apple Vision Pro			TRUE				Micro-OLED		TRUE	TRUE	
RealWear Navigator Z1			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
DPVR P2		FALSE	FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, trigger		LCD		FALSE	FALSE	
TCL RayNeo X2 Lite				FALSE			Micro-LED	1,500 cd/m²	FALSE	FALSE	30.°
Brilliant Labs Frame			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	20.°
Sony SRH-S1	Full index finger tracking		TRUE	FALSE			Micro-OLED		TRUE	FALSE	
Spacetop G1			TRUE	FALSE			Micro OLED	500 cd/m²	FALSE	FALSE	
Pico 4 Ultra		TRUE	TRUE	FALSE	Triggers, thumbstick, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	104.°
Pico 4 Ultra Enterprise		TRUE	TRUE	FALSE	Triggers, thumbstick, face buttons		LCD		FALSE	FALSE	104.°
HTC Vive Focus Vision	Partial finger and thumb	TRUE	TRUE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick,	142	LCD		TRUE	FALSE	79.13°
Meta Quest 3S	Partial finger and thumb	TRUE	TRUE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick, capacitive touch pad, Fast switch LC			100 cd/m²	FALSE	FALSE	90.°

VR / MR Eszközök változói 39.-49.

Eszköz neve	39. Controller Finger Tracking	40. Controller Haptics	41. Hand Tracking	42. Haptics	43. Controller Input Methods	44. Controller Weight	45. Display	46. Display Brightness	47. Eye Tracking	48. Face Tracking	49. Binocular Overlap
DPVR E3B			FALSE	FALSE			AMOLED		FALSE	FALSE	
DPVR E3C			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
NVIS nVisor SX60			FALSE	FALSE			LCoS		FALSE	FALSE	
VPL EyePhone	Full thumb and finger t	FALSE	FALSE	FALSE	Optical fiber bend sensors (1 per finger)		LCD		FALSE	FALSE	79.9°
Virtual Research Flight Helme			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	73.°
Virtuality Visette 1			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Forte VFX1			FALSE	FALSE	Side buttons		LCD		FALSE	FALSE	
Virtuality Visette 2			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	60.°
Virtual Research VR4			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
VictorMaxx CyberMaxx			FALSE	FALSE			TFT-LCD		FALSE	FALSE	
eMagin Z800 3DVisor			FALSE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
Sensics piSight			FALSE	FALSE			Micro-OLED	400 cd/m²	FALSE	FALSE	75.°
Vuzix iWear VR920			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Carl Zeiss Cinemizer OLED			FALSE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
Oculus Rift DK1			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Oculus Rift DK2			FALSE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
HTC Vive	Partial thumb and inde	TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger, grip	203	OLED		FALSE	FALSE	93.45°
Oculus Rift	Partial finger and thumb	TRUE	FALSE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick,	169	AMOLED		FALSE	FALSE	71.15°
3Glasses D2			FALSE	FALSE			TFT-LCD		FALSE	FALSE	
Razer OSVR HDK 1.4			FALSE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
Meta 2			TRUE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Razer OSVR HDK 2			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
3Glasses Blubur S1			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Acer AH101		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	
HP VR1000		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	
Medion Eraser X1000		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	
Pimax 4K			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
ANTVR Cyclop				FALSE	D-Pad, index trigger		OLED				
VRgineers VRHero 5K			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Lenovo Explorer		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	
Dell Visor		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	
Asus HC102		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	
Samsung Odyssey			FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	AMOLED		FALSE	FALSE	
Fujitsu FMVHDS1		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	
VRgineers VRHero 5K Plus			FALSE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
3Glasses Blubur S2		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	
HTC Vive Pro	Partial thumb and inde	TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger, grip	203	AMOLED		FALSE	FALSE	90.46°
Dream Glass			TRUE	FALSE					FALSE	FALSE	
StarVR One				FALSE			AMOLED		TRUE		80.65°
Acer OJO 500		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	
Pimax 5K Plus	Full thumb and finger t	TRUE	FALSE	FALSE	Capacitive thumbstick, trackpad, capacitive	196	CLPL		FALSE	FALSE	86.79°
Pimax 5K XR	Full thumb and finger t	TRUE	FALSE	FALSE	Capacitive thumbstick, trackpad, capacitive	196	OLED		FALSE	FALSE	

VR / MR Eszközök változói 39.-49.

Eszköz neve	39. Controller Finger Tracking	40. Controller Haptics	41. Hand Tracking	42. Haptics	43. Controller Input Methods	44. Controller Weight	45. Display	46. Display Brightness	47. Eye Tracking	48. Face Tracking	49. Binocular Overlap
Samsung Odyssey+			FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	AMOLED		FALSE	FALSE	
Pimax Vision 8K+	Full thumb and finger t	TRUE	FALSE	FALSE	Capacitive thumbstick, trackpad, capacitive	196	CLPL		FALSE	FALSE	86.79°
Pimax Vision 8KX	Full thumb and finger t	TRUE	FALSE	FALSE	Capacitive thumbstick, trackpad, capacitive	196	CLPL		FALSE	FALSE	82.79°
HTC Vive Cosmos		TRUE	FALSE	FALSE	Joystick, face buttons, triggers	211	LCD		FALSE	FALSE	
HTC Vive Pro Eye	Partial thumb and inde	TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger, grip	203	AMOLED		TRUE	FALSE	90.46°
Varjo VR-1			FALSE	FALSE			AMOLED		TRUE	FALSE	
Oculus Rift S	Partial finger and thumb	TRUE	FALSE	FALSE	Capacitive face buttons, capacitive joystick,	135	LCD		FALSE	FALSE	
HP Reverb		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, Joystick, face buttons, triggers	173	LCD		FALSE	FALSE	86.99°
Valve Index	Full thumb and finger t	TRUE	FALSE	FALSE	Capacitive thumbstick, trackpad, capacitive	196	LCD		FALSE	FALSE	85.93°
DPVR E3 4K			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Tilt Five		TRUE	FALSE	FALSE	Index trigger, joystick, face buttons	88	LCoS		FALSE	FALSE	
Varjo VR-2			FALSE	FALSE			AMOLED		TRUE	FALSE	
Varjo VR-2 Pro			TRUE	FALSE			AMOLED		TRUE		
Varjo XR-1			TRUE	FALSE			AMOLED		TRUE		
Pimax 5K Super	Full thumb and finger t	TRUE	FALSE	FALSE	Capacitive thumbstick, trackpad, capacitive	196	CLPL		FALSE	FALSE	
Pimax Artisan			FALSE	FALSE			CLPL		FALSE	FALSE	86.79°
VRgineers XTAL 8K			TRUE	FALSE			Fast switch OLED		TRUE		
HTC Vive Cosmos Elite		TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, index trigger, grip buttons	309	LCD		FALSE	FALSE	79.57°
HP Reverb G2		TRUE	FALSE	FALSE	Joystick, face buttons, triggers	186	LCD		FALSE	FALSE	84.31°
HP Reverb G2 Omnicept Editi		TRUE		FALSE	Joystick, face buttons, triggers	186	LCD		TRUE	FALSE	84.31°
Canon MREAL S1			TRUE	FALSE			Micro LED				
DecaGear	Full finger and thumb t	TRUE	TRUE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger,		LCD		TRUE	TRUE	
Varjo VR-3			TRUE	FALSE			LCD		TRUE	FALSE	
Varjo XR-3			TRUE	FALSE			LCD		TRUE	FALSE	
Epson Moverio BT-40			FALSE	FALSE			Si-OLED		FALSE	FALSE	
Lenovo ThinkReality A3			FALSE	FALSE				200 cd/m²	FALSE	FALSE	
Campfire Headset			FALSE	FALSE					FALSE	FALSE	
HTC Vive Pro 2	Partial thumb and inde	TRUE	FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger, grip	203	LCD		FALSE	FALSE	79.83°
Roscosmos XR-2				FALSE	Face buttons, joystick, triggers, touchpad		LCD		TRUE		
Arpara VR			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Diver-X HalfDive				FALSE					FALSE	FALSE	
Varjo Aero			FALSE	FALSE			Mini LED	150 cd/m²	TRUE	FALSE	70.02°
Somnium VR1			TRUE	FALSE			QLED	210 cd/m²	TRUE	FALSE	
VRgineers XTAL 3			FALSE	FALSE			LCD		TRUE	FALSE	
Skyworth W1 Pro			FALSE	FALSE	Face buttons, trackpad, index trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Shiftall MeganeX			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
VRgineers XTAL 3 Mixed Real			FALSE	FALSE			LCD		TRUE	FALSE	
Vuzix M400C			FALSE	FALSE			OLED	2,000 cd/m²	FALSE	FALSE	
Canon MREAL X1			TRUE	FALSE					FALSE	FALSE	
Pimax Crystal QLED	Partial finger and thumb	TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joysticks, triggers	126	QLED	200 cd/m²	TRUE	FALSE	
Lenovo Glasses T1			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
DPVR E4		TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middl	102	LCD		FALSE	FALSE	96.°

VR / MR Eszközök változói 39.-49.

Eszköz neve	39. Controller Finger Tracking	40. Controller Haptics	41. Hand Tracking	42. Haptics	43. Controller Input Methods	44. Controller Weight	45. Display	46. Display Brightness	47. Eye Tracking	48. Face Tracking	49. Binocular Overlap
Shiftall MeganeX Business Ed			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Bigscreen Beyond			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Immersed Visor			TRUE	FALSE			Micro-OLED		TRUE	FALSE	
DPVR E4C			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	96.°
Varjo XR-4		TRUE	FALSE	FALSE	Joystick, face buttons, index trigger, middle finger trigger		Mini-LED	200 cd/m²	TRUE	FALSE	
Varjo XR-4 Focal Edition		TRUE	FALSE	FALSE	Joystick, face buttons, index trigger, middle finger trigger		Mini-LED	200 cd/m²	TRUE	FALSE	
Pimax Crystal Light	Partial finger and thumb	TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joysticks, triggers	126	QLED		FALSE	FALSE	
Pimax Crystal Super	Partial finger and thumb	TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joysticks, triggers	126	QLED	280 cd/m²	TRUE	FALSE	
Shiftall MeganeX Superlight 8			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
LG 360 VR			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
Nreal Light			TRUE	FALSE			OLED	280 cd/m²	FALSE	FALSE	
MAD Gaze Glow Plus			TRUE	FALSE			OLED		FALSE	FALSE	
Huawei VR Glass			FALSE	FALSE	Trackpad, face buttons, index trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Huawei VR Glass 6DoF		TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, joystick, index trigger, middle finger trigger		LCD		FALSE	FALSE	
Skyworth W1			FALSE	FALSE	Face buttons, trackpad, index trigger		LCD		FALSE	FALSE	
NuEyes Pro 3e			FALSE	FALSE			OLED	2,000 cd/m²	FALSE	FALSE	
TCL NXTWEAR G			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Rokid Air			FALSE	FALSE			Micro OLED		FALSE	FALSE	
MAD Gaze Wave			TRUE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Nreal Air			FALSE	FALSE			Micro OLED	400 cd/m²	FALSE	FALSE	
Iristick G2			FALSE	FALSE					FALSE	FALSE	
ThirdEye Razor MR Glasses			FALSE	FALSE					FALSE	FALSE	
TCL NXTWEAR S			FALSE	FALSE			Micro-OLED		FALSE	FALSE	
Rokid Air Pro			FALSE	FALSE			Micro OLED		FALSE	FALSE	
Viture One				FALSE			Micro-OLED	1,800 cd/m²			38.4°
TQSKY T1			FALSE	FALSE			OLED	1,800 cd/m²	FALSE	FALSE	
Huawei Vision Glass			FALSE	FALSE			Micro OLED	480 cd/m²	FALSE	FALSE	
Nolo VR Glass			FALSE	FALSE					FALSE	FALSE	
Nubia Neovision Glass			FALSE	FALSE			Micro-OLED	1,800 cd/m²	FALSE	FALSE	
Rokid Max			FALSE	FALSE			Micro-OLED	600 cd/m²	FALSE	FALSE	
Rokid Max Pro			TRUE	FALSE			Micro-OLED	600 cd/m²	FALSE	FALSE	
Xreal Air 2			FALSE	FALSE			Micro OLED	500 cd/m²	FALSE	FALSE	
Xreal Air 2 Pro			FALSE	FALSE			Micro-OLED	500 cd/m²	FALSE	FALSE	
Viture One Lite			FALSE	FALSE			Micro-OLED	1,800 cd/m²	FALSE	FALSE	38.4°
Xreal Air 2 Ultra			TRUE	FALSE			Micro OLED	500 cd/m²	FALSE	FALSE	
Viture Pro			FALSE	FALSE			Micro-OLED	4,000 cd/m²	FALSE	FALSE	
Sony PUD-J5A			FALSE	FALSE			LCD		FALSE	FALSE	
PlayStation VR		TRUE	FALSE	FALSE	Face buttons, shoulder button, index trigger	60	OLED		FALSE	FALSE	
PlayStation VR2	Partial finger and thumb	TRUE	FALSE	TRUE	Capacitive face buttons, capacitive joystick,	168	OLED		TRUE	FALSE	
IIS VFX3D			FALSE	FALSE	Side buttons		LCD		FALSE	FALSE	
VRgineers XTAL			TRUE	FALSE			Fast switch OLED		TRUE		
AjnaLens AjnaX			TRUE	FALSE		2	OLED		FALSE	FALSE	

VR / MR Eszközök változói 50.-65.

Eszköz neve	50. DFov	51. DFov Rendered	52. Foveated Rendering	53. H Fov	54. HFov Rendered	55. HRes	56. Ipd Auto Adjust	57. Ipd Hardware Adjustable	58. Min Ipd	59. Max Ipd	60. Memory	61. Memory Type	62. Microphone	63. Misc Connectivity	64. Monocular	65. Operating System
DPVR M2 Pro			FALSE	96.°		1,325 px					3 GB		TRUE			Android
Snapdragon 845 VR Developm				110.°		1,280 px					4 GB		TRUE		FALSE	Android
Google Glass Explorer Edition			FALSE			640 px					2 GB		TRUE		TRUE	Android
Microsoft HoloLens			FALSE	30.°		1,268 px					2 GB		TRUE		FALSE	Windows Holograp
EverySight Raptor			FALSE								2 GB		TRUE			Android 5.1.1
RealWear HMT-1			FALSE	20.°		854 px					3 GB		TRUE		TRUE	Android 10
Snapdragon 835 VR Developm			FALSE	90.°		1,280 px					4 GB		TRUE		FALSE	Android
ClassVR			FALSE			1,280 px					2 GB		TRUE		FALSE	Android
Shadow Creator Halomini	40.°		FALSE												FALSE	
Pico Goblin			FALSE	92.°		1,280 px			54 mm	71 mm	3 GB		TRUE		FALSE	Android
Oculus Go			FALSE	89.°		1,280 px			64 mm	64 mm	3 GB		TRUE		FALSE	Android
Xiaomi Mi VR			FALSE	94.°		1,280 px			64 mm	64 mm	3 GB		TRUE		FALSE	Android
HTC Vive Focus			FALSE			1,440 px	FALSE	TRUE	64 mm	74 mm	4 GB		TRUE		FALSE	Android
MAD Gaze Vader	45.°		FALSE			1,280 px		TRUE	59 mm	71 mm	3 GB		TRUE		FALSE	
Magic Leap 1	50.°			40.°		1,280 px					8 GB		TRUE		FALSE	
Lenovo Mirage Solo	110.°		FALSE			1,280 px					4 GB				FALSE	Android
Snapdragon XR1 HMD Refere													TRUE		FALSE	Android
RealWear HMT-1Z1			FALSE	20.°		854 px					2 GB		TRUE		TRUE	Android 8.1
Shadow Creator Action One	45.°		FALSE			1,280 px							TRUE		FALSE	Android
Pico G2			FALSE	92.°		1,440 px			54 mm	71 mm	4 GB				FALSE	Android
Oculus Quest		115.52°	FALSE	93.°	104	1,440 px	FALSE	TRUE	58 mm	72 mm	4 GB		TRUE		FALSE	Android 10
ThirdEye X2			FALSE			1,280 px					4 GB		FALSE		FALSE	
DPVR P1	100.°		FALSE			1,280 px					2 GB		TRUE		FALSE	Android
DPVR P1 Pro	100.°		FALSE			1,280 px					2 GB		TRUE		FALSE	Android
Pico G2 4K	101.°		FALSE			1,920 px			54 mm	71 mm	4 GB				FALSE	Android
Vuzix M400	16.°		FALSE								6 GB		TRUE		TRUE	Android 9
HTC Vive Focus Plus			FALSE			1,440 px	FALSE	TRUE	61 mm	74 mm	4 GB		TRUE		FALSE	Android
3Glasses X1			FALSE	105.°		1,200 px			59 mm	71 mm	4 GB				FALSE	Android
Microsoft HoloLens 2	52.°			43.°		1,440 px					4 GB		TRUE		FALSE	Windows Holograp
Google Glass Enterprise Editi			FALSE			640 px					3 GB		TRUE		TRUE	Android 8.1
DPVR P1 Pro 4K	100.°		FALSE			1,920 px			54 mm	74 mm	2 GB		TRUE		FALSE	Android
Pico Neo 2		119.52°	FALSE	101.°	101	2,048 px			54 mm	71 mm	6 GB		TRUE		FALSE	Android
Vuzix M4000	28.°		FALSE			854 px					6 GB		TRUE		TRUE	Android 9
Lynx R1				90.°		1,600 px		TRUE	56 mm	72 mm	6 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	Android 10
QWR VRone	90.°		FALSE								2 GB		TRUE		FALSE	Android
QWR VRone 4K											3 GB		TRUE			
Snapdragon XR2 HMD Refere													TRUE	5G	FALSE	Android
XRSpace Manova				100.°		1,440 px					6 GB		TRUE		FALSE	Android
Lenovo Mirage VR S3				101.°		1,920 px							TRUE		FALSE	Android
Dream Glass 4K	90.°		FALSE			1,920 px					2 GB		TRUE		FALSE	Android
Dream Glass 4K Plus	90.°					1,920 px					4 GB		TRUE			
Pico G2 4K Enterprise	101.°		FALSE			1,920 px					6 GB				FALSE	Android

VR / MR Eszközök változói 50.-65.

Eszköz neve	50. DFov	51. DFov Rendered	52. Foveated Rendering	53. H Fov	54. HFov Rendered	55. HRes	56. Ipd Auto Adjust	57. Ipd Hardware Adjustable	58. Min Ipd	59. Max Ipd	60. Memory	61. Memory Type	62. Microphone	63. Misc Connectivity	64. Monocular	65. Operating System
Oculus Quest 2		113.46°	FALSE	97.°	104	1,832 px	FALSE	TRUE	58 mm	68 mm	6 GB		TRUE		FALSE	Android 10
Julbo EVAD-1	10.°		FALSE			304 px							FALSE		TRUE	
Vuzix Blade Upgraded	19.°		FALSE			480 px					1 GB		TRUE		TRUE	Android 5.1.1
ClassVR Premium			FALSE			1,280 px					3 GB		TRUE		FALSE	Android
Rokid X-Craft	40.°		FALSE								4 GB					Android
Epson Moverio BT-40S	34.°		FALSE			1,920 px					4 GB		TRUE		FALSE	Android
iQIYI Qiyu 3			FALSE	115.°		2,160 px	FALSE	TRUE	54 mm	76 mm	8 GB	DDR4	TRUE		FALSE	Android
Pico Neo 2 Eye		119.52°	TRUE	101.°	101	2,048 px			54 mm	71 mm	6 GB		TRUE		FALSE	Android
Nolo X1			FALSE	96.°		1,280 px			54 mm	74 mm	3 GB		TRUE		FALSE	Android
Rokid Vision 2	40.°		FALSE										TRUE			
Magic Leap 2	70.°			44.°		1,440 px									FALSE	
Pico Neo 3			FALSE	98.°		1,832 px	FALSE	TRUE	58 mm	69 mm	6 GB	LPDDR4X	TRUE		FALSE	Android
Pico Neo 3 Pro			FALSE	98.°		1,832 px		TRUE	58 mm	69 mm	6 GB	LPDDR4X	TRUE		FALSE	Android
Pico Neo 3 Pro Eye				98.°		1,832 px		TRUE	58 mm	69 mm	8 GB	LPDDR4X	TRUE		FALSE	Android
HTC Vive Focus 3	113.°		FALSE	116.°	117.22	2,448 px	FALSE	TRUE	57 mm	72 mm	8 GB		TRUE		FALSE	Android
Snap Spectacles (2021)	26.3		FALSE			480 px							TRUE			Android
Arpara VR All In One				95.°		2,560 px	FALSE	TRUE	56 mm	72 mm	8 GB		TRUE		FALSE	Android
Nolo Sonic				101.°		1,920 px					6 GB		TRUE		FALSE	Android
Engo Eyewear	10.°		FALSE			304 px							FALSE		TRUE	
INMO Air	26.°		FALSE			640 px					2 GB		TRUE		TRUE	Android Go 10
Dream Glass Lead Plus	90.°		FALSE			1,920 px					3 GB	LPDDR4	TRUE		FALSE	ream OS (androi
Dream Glass Lead Pro	90.°		FALSE			1,920 px					4 GB	LPDDR4	TRUE			Dream OS (androi
DPVR P1 Pro Light						1,280 px					3 GB		TRUE		FALSE	Android
DPVR P1 Ultra 4K	90.°		FALSE			1,920 px					4 GB		TRUE		FALSE	Android
Guangli Holoswim	25.°		FALSE										FALSE		TRUE	
Xiaomi Smart Glasses	29.°		FALSE			640 px							TRUE		TRUE	Android
HTC Vive Flow	100.°		FALSE			1,600 px					4 GB		TRUE		FALSE	Android
Cosmo Vision	10.°		FALSE			304 px									TRUE	
Pimax Reality 12K QLED	240.°		TRUE	200.°			TRUE	TRUE	57 mm	72 mm			TRUE		FALSE	Android
Meta Quest Pro	95.57	111.24°	TRUE	106.°	108	1,800 px	FALSE	TRUE	55 mm	75 mm	12 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	Android
XYZ Atom											16 GB					
Vuzix Shield			FALSE										TRUE		FALSE	Android 10
iQIYI Qiyu Dream			FALSE	93.°		1,280 px	FALSE	FALSE	57 mm	69 mm	8 GB	R4X @ 213	TRUE		FALSE	Android
RealWear Navigator 500			FALSE	20.°		854 px					4 GB		TRUE		TRUE	Android 11
Oppo Air Glass	28.°		FALSE			640 px						LPDDR3	TRUE		TRUE	
Simula One				100.°		2,448 px	TRUE	TRUE	55 mm	77 mm	16 GB	LPDDR5			FALSE	Linux
Nimo	26.°		FALSE			1,280 px							TRUE		FALSE	Nimo OS
Pico Neo 3 Link			FALSE	98.°		1,832 px	FALSE	TRUE	58 mm	69 mm	6 GB	LPDDR4X	TRUE		FALSE	Android
iQIYI Qiyu Dream Pro			FALSE	93.°		1,832 px	FALSE	FALSE	57 mm	69 mm	8 GB	R4X @ 213	TRUE		FALSE	Android
YVR 1	100.°		FALSE			2,160 px					8 GB		TRUE		FALSE	Android
Brilliant Monocle	20.°		FALSE			640 px							TRUE		TRUE	
YVR 2	95.°		FALSE			1,600 px					8 GB		TRUE		FALSE	Android

VR / MR Eszközök változói 50.-65.

Eszköz neve	50. DFov	51. DFov Rendered	52. Foveated Rendering	53. H Fov	54. HFov Rendered	55. HRes	56. Ipd Auto Adjust	57. Ipd Hardware Adjustable	58. Min Ipd	59. Max Ipd	60. Memory	61. Memory Type	62. Microphone	63. Misc Connectivity	64. Monocular	65. Operating System
Skyworth Pancake 1	95.°		FALSE			2,280 px	FALSE	TRUE	60 mm	68 mm	6 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	SkyOS (Android)
Skyworth Pancake 1C	95.°		FALSE			1,600 px	FALSE	TRUE	60 mm	68 mm	6 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	SkyOS (Android)
Skyworth Pancake 1Pro	95.°					2,280 px	FALSE	TRUE	60 mm	68 mm	6 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	SkyOS (Android)
Xiaomi Mijia			FALSE								3 GB				TRUE	
Guangli Holoswim 2	25.°		FALSE			128 px							FALSE		TRUE	
Engo 2	10.°		FALSE			304 px									TRUE	ActiveLook 2.0
Lenovo Legion VR700			FALSE			1,832 px					8 GB		TRUE		FALSE	Android
Vuzix Blade 2	20.°		FALSE			480 px							TRUE		TRUE	Android 11
Dream Glass Flow	43.°		FALSE			1,920 px					2 GB		FALSE		FALSE	
Pico 4		122.16°	FALSE	104.°	104	2,160 px	FALSE	TRUE	62 mm	72 mm	8 GB	LPDDR4	TRUE		FALSE	o OS 5.0 (Andro
Pico 4 Pro		122.16°	TRUE	104.°	104	2,160 px	TRUE	TRUE	62 mm	72 mm	8 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	o OS 5.0 (Andro
Lenovo ThinkReality VRX	95.°	95.°	FALSE			2,280 px					12 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	Android 12
P&C Solution METALENSE	40.°		FALSE			1,920 px					8 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	Android
Pico 4 Enterprise		122.16°	TRUE	104.°	104	2,160 px	TRUE	TRUE	62 mm	72 mm	8 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	o OS 5.0 (Andro
INMO Air2	26.°		FALSE			640 px					32 GB		TRUE		FALSE	Android
Pimax Portal QLED View	100.°		FALSE			1,920 px	FALSE	TRUE	58 mm	68 mm	8 GB		TRUE		FALSE	Android
Pimax Portal View	100.°		FALSE			1,920 px	FALSE	TRUE	58 mm	68 mm	8 GB		TRUE		FALSE	Android
TCL NXTWEAR V	108.°		FALSE			2,280 px			55 mm	71 mm	8 GB				FALSE	Android 10
Ximmerse Rhino X Pro			FALSE	70.°		2,160 px					8 GB				FALSE	Android 10.1
iQIYI Qiyu MIX			FALSE	93.°		1,832 px	FALSE	TRUE	57 mm	69 mm	8 GB	R4X @ 213	TRUE		FALSE	Android
DigiLens Argo	30.°		FALSE								8 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	
RealWear Navigator 520			FALSE	24.°		1,280 px					4 GB		TRUE		TRUE	Android 11
TCL RayNeo X2	25.°		FALSE								6 GB		TRUE		FALSE	Android
AjnaLens AjnaXR	108.°					1,600 px	FALSE	TRUE	60 mm	68 mm	6 GB				FALSE	Android 10
AjnaXR Enterprise Edition	108.°		TRUE			2,280 px	FALSE	TRUE	60 mm	68 mm	6 GB				FALSE	Android 10
HTC Vive XR Elite	110.°	116.04°	FALSE		102.13	1,920 px	FALSE	TRUE	54 mm	73 mm	12 GB		TRUE		FALSE	Android
Nolo Sonic 2	92.°		FALSE			1,832 px			58 mm	68 mm	8 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	Android
Pico G3	98.°		FALSE			1,832 px	FALSE	TRUE	58 mm	69 mm	6 GB	LPDDR4X	TRUE		FALSE	Android
Spacetop	52.°		FALSE			1,920 px					8 GB		TRUE		FALSE	Spacetop OS
Thunderbird Air Plus	49.°		FALSE			1,920 px					2 GB				FALSE	
Meta Quest 3				110.°		2,064 px	FALSE	TRUE	58 mm	71 mm	8 GB		TRUE		FALSE	Android
Apple Vision Pro			TRUE			3,660 px	TRUE	TRUE	51 mm	75 mm	16 GB		TRUE		FALSE	Vision OS
RealWear Navigator Z1			FALSE	24.°		1,280 px					128 GB		TRUE		TRUE	Android 12
DPVR P2			FALSE			1,832 px	FALSE	TRUE	58 mm	70 mm	6 GB		TRUE		FALSE	Android
TCL RayNeo X2 Lite	30.°	30.°	FALSE										TRUE		FALSE	
Brilliant Labs Frame	20.°	20.°	FALSE			640 px							TRUE		TRUE	
Sony SRH-S1			TRUE			3,552 px	FALSE	TRUE					TRUE		FALSE	Android
Spacetop G1	50.°		FALSE			1,920 px					16 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	SpaceOS
Pico 4 Ultra		122.16°	FALSE	104.°	104	2,160 px	FALSE	TRUE	58 mm	72 mm	12 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	Pico OS (Android
Pico 4 Ultra Enterprise		122.16°	FALSE	104.°	104	2,160 px	FALSE	TRUE	58 mm	72 mm	12 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	Pico OS (Android
HTC Vive Focus Vision	113.°		TRUE	116.°	117.22	2,448 px	TRUE	TRUE	57 mm	72 mm	12 GB	LPDDR5	TRUE		FALSE	Android
Meta Quest 3S		113.46°	FALSE	97.°	104	1,832 px	FALSE	TRUE	58 mm	68 mm	8 GB		TRUE		FALSE	Android

VR / MR Eszközök változói 50.-65.

Eszköz neve	50. DFov	51. DFov Rendered	52. Foveated Rendering	53. H Fov	54. HFov Rendered	55. HRes	56. Ipd Auto Adjust	57. Ipd Hardware Adjustable	58. Min Ipd	59. Max Ipd	60. Memory	61. Memory Type	62. Microphone	63. Misc Connectivity	64. Monocular	65. Operating System
DPVR E3B			FALSE	110.°		1,280 px	FALSE	FALSE	54 mm	74 mm			TRUE		FALSE	
DPVR E3C			FALSE	110.°		1,280 px	FALSE	FALSE	54 mm	74 mm			TRUE		FALSE	
NVIS nVisor SX60	60.°		FALSE	44.°		1,280 px	FALSE	TRUE	53 mm	72 mm					FALSE	
VPL EyePhone			FALSE	108.°		320 px									FALSE	
Virtual Research Flight Helme	100.°	100.°	FALSE	93.°	93	360 px							FALSE		FALSE	
Virtuality Visette 1			FALSE			276 px							TRUE		FALSE	
Forte VFX1			FALSE	35.5		263 px		TRUE	50 mm	80 mm			TRUE		FALSE	
Virtuality Visette 2			FALSE	60.°		378 px	FALSE	TRUE	58 mm	70 mm			TRUE		FALSE	
Virtual Research VR4	60.°		FALSE			742 px	FALSE	TRUE	52 mm	74 mm			FALSE		FALSE	
VictorMaxx CyberMaxx			FALSE			505 px							FALSE		FALSE	
eMagin Z800 3DVisor	40.°		FALSE			800 px							TRUE		FALSE	
Sensics piSight	150.°		FALSE	145.°		3,200 px							FALSE		FALSE	
Vuzix iWear VR920			FALSE	32.°		640 px							FALSE		FALSE	
Carl Zeiss Cinemizer OLED			FALSE	30.°		870 px	FALSE	TRUE	59 mm	69 mm			FALSE		FALSE	
Oculus Rift DK1	110.°		FALSE	90.°		640 px			64 mm	64 mm			FALSE			
Oculus Rift DK2			FALSE	93.°		960 px			64 mm	64 mm					FALSE	
HTC Vive		113.18°	FALSE	108.°	108.77	1,080 px	FALSE	TRUE	61 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Oculus Rift		98.07°	FALSE	87.°	87.95	1,080 px	FALSE	TRUE	58 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
3Glasses D2			FALSE			1,280 px							FALSE		FALSE	
Razer OSVR HDK 1.4			FALSE			960 px			64 mm	64 mm			FALSE		FALSE	
Meta 2	90.°		FALSE			1,280 px							FALSE		FALSE	
Razer OSVR HDK 2	110.°		TRUE			1,080 px			64 mm	64 mm					FALSE	
3Glasses Blubur S1			FALSE	110.°		1,440 px			60 mm	63 mm					FALSE	
Acer AH101			FALSE	97.°		1,440 px	FALSE	FALSE	60 mm	63 mm			TRUE		FALSE	
HP VR1000			FALSE	95.°		1,440 px	FALSE	FALSE	60 mm	63 mm			TRUE		FALSE	
Medion Erazer X1000			FALSE	95.°		1,440 px	FALSE	FALSE	60 mm	63 mm			TRUE		FALSE	
Pimax 4K			FALSE	110.°		1,920 px	FALSE	FALSE	58 mm	71 mm			TRUE		FALSE	
ANTVR Cyclop			FALSE	110.°		1,080 px							TRUE		FALSE	
VRgineers VRHero 5K	170.°		FALSE			2,560 px	FALSE	TRUE					TRUE			
Lenovo Explorer			FALSE	97.°		1,440 px	FALSE	FALSE	60 mm	63 mm			FALSE		FALSE	
Dell Visor			FALSE	97.°		1,440 px	FALSE	FALSE	60 mm	63 mm			TRUE		FALSE	
Asus HC102			FALSE	96.°		1,440 px	FALSE		60 mm	63 mm			TRUE		FALSE	
Samsung Odyssey			FALSE	101.°		1,440 px	FALSE	TRUE	60 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Fujitsu FMVHDS1	100.°		FALSE			1,440 px	FALSE	FALSE	60 mm	63 mm			TRUE		FALSE	
VRgineers VRHero 5K Plus	170.°		FALSE			2,560 px	FALSE	TRUE					TRUE		FALSE	
3Glasses Blubur S2			FALSE	90.°		1,440 px	FALSE		60 mm	63 mm			TRUE		FALSE	
HTC Vive Pro		110.48°	FALSE	98.°	107.06	1,440 px	FALSE	TRUE	61 mm	72 mm			TRUE			
Dream Glass	90.°		FALSE			1,280 px							TRUE		FALSE	
StarVR One		176.48°		174.°	177.55	1,830 px		TRUE	53 mm	77 mm					FALSE	
Acer OJO 500			FALSE	95.°		1,440 px		TRUE	60 mm	69 mm			TRUE		FALSE	
Pimax 5K Plus		158.04°	FALSE	150.°	160.29	2,560 px		TRUE	60 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Pimax 5K XR			FALSE	150.°		2,560 px	FALSE	TRUE	60 mm	72 mm			TRUE		FALSE	

VR / MR Eszközök változói 50.-65.

Eszköz neve	50. DFov	51. DFov Rendered	52. Foveated Rendering	53. H Fov	54. HFov Rendered	55. HRes	56. Ipd Auto Adjust	57. Ipd Hardware Adjustable	58. Min Ipd	59. Max Ipd	60. Memory	61. Memory Type	62. Microphone	63. Misc Connectivity	64. Monocular	65. Operating System
Samsung Odyssey+			FALSE	101.°		1,440 px		TRUE	60 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Pimax Vision 8K+		152.17°	FALSE	154.°	159.21	3,840 px	FALSE	TRUE	60 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Pimax Vision 8KX		153.42°	FALSE	159.°	160.29	3,840 px	FALSE	TRUE	60 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
HTC Vive Cosmos			FALSE	97.°		1,440 px	FALSE	TRUE	61 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
HTC Vive Pro Eye		110.48°		98.°	107.06	1,440 px	FALSE	TRUE	61 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Varjo VR-1			TRUE	87.°		1,440 px			61 mm	73 mm					FALSE	
Oculus Rift S		101.95°	FALSE	88.°	88	1,280 px			58 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
HP Reverb	111.°	111.78°	FALSE	95.°	95.76	2,160 px			60 mm	63 mm			TRUE		FALSE	
Valve Index		114.43°	FALSE	108.°	108.06	1,440 px		TRUE	58 mm	70 mm			TRUE		FALSE	
DPVR E3 4K			FALSE			1,920 px			54 mm	74 mm			TRUE		FALSE	
Tilt Five	110.°		FALSE			1,280 px							TRUE		FALSE	
Varjo VR-2			TRUE	87.°		1,440 px			61 mm	73 mm						
Varjo VR-2 Pro			TRUE	87.°		1,440 px			61 mm	73 mm					FALSE	
Varjo XR-1			TRUE	87.°		1,440 px	FALSE	TRUE	61 mm	73 mm					FALSE	
Pimax 5K Super			FALSE	150.°		2,560 px	FALSE	TRUE	60 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Pimax Artisan		127.67°	FALSE	130.°	131.56	1,700 px	FALSE	TRUE	60 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
VRgineers XTAL 8K				150.°		3,840 px		TRUE	56 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
HTC Vive Cosmos Elite		109.31°	FALSE	97.°	97.62	1,440 px	FALSE	TRUE	61 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
HP Reverb G2	107.°	107.52°	FALSE	98.°	98.85	2,160 px	FALSE	TRUE	60 mm	68 mm			TRUE		FALSE	
HP Reverb G2 Omnicept Editi	107.°	107.52°		98.°	98.85	2,160 px		TRUE	60 mm	68 mm			TRUE			
Canon MREAL S1				45.°		1,600 px		TRUE	57 mm	76 mm					FALSE	
DecaGear				114.°		2,160 px		TRUE	60 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Varjo VR-3			TRUE	115.°		2,880 px	TRUE	TRUE	59 mm	71 mm			FALSE		FALSE	
Varjo XR-3			TRUE	115.°		2,880 px	TRUE	TRUE	59 mm	71 mm			FALSE		FALSE	
Epson Moverio BT-40	34.°		FALSE			1,920 px							FALSE		FALSE	
Lenovo ThinkReality A3			FALSE			1,920 px							TRUE		FALSE	
Campfire Headset	92.°		FALSE												FALSE	
HTC Vive Pro 2	113.°	113.3°	FALSE	116.°	116.52	2,448 px	FALSE	TRUE	57 mm	70 mm			TRUE		FALSE	
Roscosmos XR-2	157.°					2,880 px									FALSE	
Arpara VR				95.°		2,560 px		TRUE	56 mm	72 mm			TRUE			
Diver-X HalfDive	134.°					1,600 px		TRUE	58 mm	82 mm					FALSE	
Varjo Aero		121.17°	TRUE	102.°	110.76	2,880 px	TRUE	TRUE	57 mm	73 mm					FALSE	
Somnium VR1			TRUE	125.°		2,880 px	FALSE	TRUE	60 mm	76 mm			TRUE		FALSE	
VRgineers XTAL 3			TRUE	180.°		3,840 px	TRUE	TRUE	60 mm	76 mm			FALSE		FALSE	
Skyworth W1 Pro	94.°		FALSE			1,600 px	FALSE	TRUE	56 mm	70 mm			TRUE		FALSE	
Shiftall MeganeX			FALSE			2,560 px	FALSE	TRUE	56 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
VRgineers XTAL 3 Mixed Real				180.°		3,840 px	TRUE	TRUE	60 mm	76 mm					FALSE	
Vuzix M400C	16.8		FALSE										TRUE		TRUE	
Canon MREAL X1			FALSE	58.°		1,920 px			57 mm	76 mm			FALSE			
Pimax Crystal QLED	120.°		TRUE	110.°		2,880 px	TRUE	TRUE	58 mm	72 mm	8 GB		TRUE		FALSE	Android
Lenovo Glasses T1			FALSE			1,920 px							FALSE		FALSE	
DPVR E4	115.°	115.03°	FALSE	95.°	96	1,832 px		FALSE	54 mm	74 mm			TRUE		FALSE	

VR / MR Eszközök változói 50.-65.

Eszköz neve	50. DFov	51. DFov Rendered	52. Foveated Rendering	53. H Fov	54. HFov Rendered	55. HRes	56. Ipd Auto Adjust	57. Ipd Hardware Adjustable	58. Min Ipd	59. Max Ipd	60. Memory	61. Memory Type	62. Microphone	63. Misc Connectivity	64. Monocular	65. Operating System
Shiftall MeganeX Business Ed			FALSE			2,560 px	FALSE	TRUE	62 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Bigsreen Beyond			FALSE	102.°		2,560 px			55 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Immersed Visor				102.°									FALSE		FALSE	
DPVR E4C	115.°	115.03°	FALSE	95.°	96	1,832 px							TRUE		FALSE	
Varjo XR-4			TRUE	120.°		3,840 px	TRUE	TRUE					TRUE		FALSE	
Varjo XR-4 Focal Edition			TRUE	120.°		3,840 px	TRUE	TRUE					TRUE		FALSE	
Pimax Crystal Light	130.°		FALSE	115.°		2,880 px	FALSE	TRUE	58 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Pimax Crystal Super			TRUE	120.°		3,840 px	TRUE	TRUE	58 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
Shiftall MeganeX Superlight 8			FALSE			3,552 px	FALSE	TRUE	58 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
LG 360 VR			FALSE	80.°		920 px							FALSE		FALSE	
Nreal Light	52.°		FALSE			1,920 px							TRUE		FALSE	
MAD Gaze Glow Plus	53.°		FALSE			1,920 px							TRUE		FALSE	
Huawei VR Glass	90.°		FALSE			1,600 px			55 mm	71 mm			TRUE		FALSE	
Huawei VR Glass 6DoF	90.°		FALSE			1,600 px		FALSE	55 mm	71 mm			TRUE			
Skyworth W1	94.°		FALSE			1,600 px	FALSE	TRUE	56 mm	70 mm			TRUE		FALSE	
NuEyes Pro 3e	52.°		FALSE			1,920 px							FALSE		FALSE	
TCL NXTWEAR G	47.°		FALSE			1,920 px							FALSE		FALSE	
Rokid Air	43.°		FALSE			1,920 px							TRUE		FALSE	
MAD Gaze Wave	40.°		FALSE										TRUE		FALSE	
Nreal Air	46.°		FALSE			1,920 px									FALSE	
Iristick G2			FALSE			426 px							TRUE		TRUE	
ThirdEye Razor MR Glasses	43.°		FALSE			1,920 px							TRUE			
TCL NXTWEAR S	47.°		FALSE			1,920 px							FALSE		FALSE	
Rokid Air Pro	43.°		FALSE			1,920 px							TRUE		FALSE	
Viture One	43.°		FALSE	38.4		1,920 px	FALSE	FALSE	57 mm	69 mm			FALSE		FALSE	
TQSKY T1	43.°		FALSE			1,920 px							FALSE		FALSE	
Huawei Vision Glass	41.°		FALSE			1,920 px	FALSE	FALSE	59 mm	67 mm			FALSE		FALSE	
Nolo VR Glass	92.°		FALSE			2,280 px			58 mm	72 mm						
Nubia Neovision Glass			FALSE			1,920 px							FALSE		FALSE	
Rokid Max	50.°		FALSE			1,920 px							TRUE		FALSE	
Rokid Max Pro	50.°		FALSE			1,920 px							TRUE		FALSE	
Xreal Air 2	52.°		FALSE			1,920 px									FALSE	
Xreal Air 2 Pro			FALSE			1,920 px									FALSE	
Viture One Lite	43.°	43.°	FALSE	38.4	38.4	1,920 px							FALSE		FALSE	
Xreal Air 2 Ultra	52.°		FALSE			1,920 px							TRUE		FALSE	
Viture Pro	46.°		FALSE			1,920 px	FALSE	FALSE	57 mm	69 mm			FALSE		FALSE	
Sony PUD-J5A			FALSE	25.°		827 px							FALSE		FALSE	
PlayStation VR			FALSE	96.°		960 px	FALSE	FALSE	58 mm	70 mm			TRUE		FALSE	
PlayStation VR2	110.°		TRUE			2,000 px	FALSE	TRUE	58 mm	73 mm			TRUE		FALSE	
IIS VFX3D			FALSE			380 px									FALSE	
VRgineers XTAL				150.°		2,560 px		TRUE	56 mm	72 mm			TRUE		FALSE	
AjnaLens AjnaX	50.°		FALSE												FALSE	

VR / MR Eszközök változói 66.-74.

Eszköz neve	66. Optics	67. Passthrough	68. Peak Ppd	69. Ports	70. Ppd	71. Refresh Rate	72. Screens	73. SD Card Slot	74. Show Controller Images
DPVR M2 Pro				Micro USB		72 Hz	1		FALSE
Snapdragon 845 VR Developm				USB 3.1 Type-C		60 Hz	1	TRUE	FALSE
Google Glass Explorer Edition	Prism	Native passthrough, 5MP 720p video camera		Micro USB			1	FALSE	FALSE
Microsoft HoloLens	Waveguides	Native passthrough, 2MP camera		Micro USB 2.0		60 Hz	2	FALSE	FALSE
EverySight Raptor		Native passthrough, 13.2 MP camera		Micro USB 2.0				FALSE	TRUE
RealWear HMT-1		16MP 1080p camera		USB Type-C			1	TRUE	FALSE
Snapdragon 835 VR Developm				USB 3.1 Type-C		60 Hz	1	TRUE	FALSE
ClassVR		8MP front-facing camera		USB Type-A, Micro USB		70 Hz	1	TRUE	FALSE
Shadow Creator Halomini	Waveguides	Native passthrough, 13MP camera		Micro USB 2.0			2		TRUE
Pico Goblin				Micro-USB		70 Hz	1	TRUE	TRUE
Oculus Go				Micro-USB		60 Hz	1	FALSE	TRUE
Xiaomi Mi VR				Micro-USB		60 Hz	1	FALSE	TRUE
HTC Vive Focus		Passthrough via tracking cameras		USB-C 3.1 Type-C		75 Hz	2		TRUE
MAD Gaze Vader		Native passthrough, 8MP camera		Micro USB 2.0 OTG				FALSE	FALSE
Magic Leap 1	Waveguides	Native passthrough, 1080p camera @ 30fps		USB Type-C		122 Hz		FALSE	TRUE
Lenovo Mirage Solo		Passthrough via tracking cameras		USB-C		75 Hz	1	TRUE	TRUE
Snapdragon XR1 HMD Refere							1	TRUE	FALSE
RealWear HMT-1Z1		16MP 1080p 30fps camera		Micro USB			1	TRUE	FALSE
Shadow Creator Action One		Native passthrough, 13MP camera		USB Type-C			2		FALSE
Pico G2				USB-C		90 Hz	1		TRUE
Oculus Quest	Fresnel lenses	Grayscale via tracking cameras		USB-C		72 Hz	2	FALSE	TRUE
ThirdEye X2	Waveguides	Native passthrough, 13MP camera		USB Type-C				FALSE	FALSE
DPVR P1				Micro USB		72 Hz	1	TRUE	TRUE
DPVR P1 Pro				Micro USB		72 Hz	1	TRUE	TRUE
Pico G2 4K				USB Type-C		75 Hz	1		TRUE
Vuzix M400		12.8 MP 4K 30fps camera		USB 3.1 Gen 2 Type-C			1	FALSE	FALSE
HTC Vive Focus Plus		Passthrough via tracking cameras		USB-C 3.1 Type-C		75 Hz	2		TRUE
3Glasses X1				USB-C		90 Hz	2	TRUE	TRUE
Microsoft HoloLens 2	Waveguides	Native passthrough, 8MP camera @ 30fps		USB Type-C		60 Hz	2	FALSE	FALSE
Google Glass Enterprise Editi	Prism	Native passthrough, 8MP 1080p 30fps camera		USB Type-C			1	FALSE	FALSE
DPVR P1 Pro 4K				Micro USB		72 Hz	1	TRUE	TRUE
Pico Neo 2		Passthrough via tracking cameras		USB-C		75 Hz	1		TRUE
Vuzix M4000	Waveguide	Native passthrough, 12.8 MP 4K 30 fps camera		USB 3.1 Gen 2 Type-C			1	FALSE	FALSE
Lynx R1	Freeform prism	Dual passthrough cameras		USB-C		90 Hz	2	TRUE	TRUE
QWR VRone	Fresnel lenses			Micro USB		70 Hz	1	TRUE	FALSE
QWR VRone 4K				Micro USB		72 Hz	1	TRUE	FALSE
Snapdragon XR2 HMD Refere		Full color passthrough		USB Type-C 3.1 Gen 2			2	TRUE	FALSE
XRSpace Manova				USB-C		90 Hz	1		TRUE
Lenovo Mirage VR S3				USB-C		75 Hz	1	TRUE	TRUE
Dream Glass 4K		Native passthrough		USB 3.0				FALSE	TRUE
Dream Glass 4K Plus		Native passthrough		USB 3.0				FALSE	TRUE
Pico G2 4K Enterprise	Fresnel lenses	RGB camera		USB Type-C		75 Hz	1		TRUE

VR / MR Eszközök változói 66.-74.

Eszköz neve	66. Optics	67. Passthrough	68. Peak Ppd	69. Ports	70. Ppd	71. Refresh Rate	72. Screens	73. SD Card Slot	74. Show Controller Images
Oculus Quest 2	Fresnel lenses	Grayscale via tracking cameras	20. PPD	USB-C		120 Hz	1	FALSE	TRUE
Julbo EVAD-1		Native passthrough		Micro USB			1	FALSE	FALSE
Vuzix Blade Upgraded	Waveguides, UV	Native passthrough, 8MP 1080p autofocus camera		USB 2.0 Micro-B			1	TRUE	FALSE
ClassVR Premium		13MP front-facing camera		USB-C			1	TRUE	TRUE
Rokid X-Craft	Waveguides	Native passthrough, 8MP 1080p camera		USB Type-C				FALSE	FALSE
Epson Moverio BT-40S	Waveguides	Native passthrough		USB 3.0 Type C with DisplayPort, U		60 Hz	2	TRUE	TRUE
iQIYI Qiyu 3	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras		USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
Pico Neo 2 Eye				USB-C		75 Hz	1		TRUE
Nolo X1				USB-C			1	TRUE	TRUE
Rokid Vision 2		Native passthrough, camera							FALSE
Magic Leap 2	Waveguides	Native passthrough, 12.6MP 60fps RGB camera		USB Type-C			2		TRUE
Pico Neo 3	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras		USB 3.0 Type-C		90 Hz	1	FALSE	TRUE
Pico Neo 3 Pro	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras		USB-C 3.0		90 Hz	1	FALSE	TRUE
Pico Neo 3 Pro Eye	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras		USB-C 3.0		90 Hz	1	FALSE	TRUE
HTC Vive Focus 3	Dual-element Fr	Grayscale via tracking cameras		2x USB 3.2 Gen 1 Type-C		90 Hz	2	TRUE	TRUE
Snap Spectacles (2021)	Waveguides	Native passthrough, dual RGB cameras		USB Type-C		120 Hz		FALSE	FALSE
Arpara VR All In One		Passthrough via tracking cameras		USB 3.2 Type-C		90 Hz	2		TRUE
Nolo Sonic		Passthrough via tracking cameras		USB 3.1 Type-C		72 Hz	1	TRUE	TRUE
Engo Eyewear		Native passthrough		Micro USB			1	FALSE	FALSE
INMO Air	Waveguide	Native passthrough, 5MP 720p 30fps camera		USB 2.0 Type-C			1	FALSE	TRUE
Dream Glass Lead Plus	d)	Native passthrough						FALSE	TRUE
Dream Glass Lead Pro	d)	Native passthrough, 13MP RGB camera						FALSE	TRUE
DPVR P1 Pro Light	Fresnel lenses			Micro USB		90 Hz	1	TRUE	TRUE
DPVR P1 Ultra 4K	Fresnel lenses			Micro USB		90 Hz	1	TRUE	TRUE
Guangli Holoswim		Native passthrough		Magnetic charging connector			1	FALSE	FALSE
Xiaomi Smart Glasses	Waveguide	Native passthrough, 5MP camera				50 Hz	1		FALSE
HTC Vive Flow	Pancake lenses	Passthrough via tracking cameras		USB Type-C		75 Hz	2	FALSE	FALSE
Cosmo Vision		Native passthrough		Micro USB			1	FALSE	FALSE
Pimax Reality 12K QLED	Compound Fre	Passthrough via tracking cameras		3 x USB-C		200 Hz	2		TRUE
Meta Quest Pro	Pancake lenses	Color passthrough	22. PPD	USB Type-C, charging contacts		90 Hz	2	FALSE	TRUE
XYZ Atom		Native passthrough							FALSE
Vuzix Shield	Waveguides	Native passthrough, dual 13MP 4K 30fps cameras		USB 3.1 Gen 2 Type-C			2		FALSE
iQIYI Qiyu Dream	Aspherical lense	Passthrough via tracking cameras		USB Type-C		72 Hz	1	FALSE	TRUE
RealWear Navigator 500		48 MP 1080p 60fps camera		USB Type-C			1	TRUE	FALSE
Oppo Air Glass	Waveguide	Native passthrough		Magnetic charging contacts			1	FALSE	FALSE
Simula One	Three-element	Dual RGB passthrough cameras	35.5 PPD	USB 4, 3 x USB 3.2 Gen 2 Type-C		90 Hz	2		FALSE
Nimo	Waveguides	Native passthrough		USB Type-C			2	FALSE	FALSE
Pico Neo 3 Link	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras		USB-C 3.0		90 Hz	1	FALSE	TRUE
iQIYI Qiyu Dream Pro	Aspherical lense	Passthrough via tracking cameras		USB Type-C		90 Hz		FALSE	TRUE
YVR 1	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras	22.5 PPD	USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
Brilliant Monocle		Native passthrough, 720p camear		Charging contact			1	FALSE	FALSE
YVR 2	Pancake lenses	Passthrough via tracking cameras		USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE

VR / MR Eszközök változói 66.-74.

Eszköz neve	66. Optics	67. Passthrough	68. Peak Ppd	69. Ports	70. Ppd	71. Refresh Rate	72. Screens	73. SD Card Slot	74. Show Controller Images
Skyworth Pancake 1	Pancake lenses	Passthrough via greyscale tracking cameras		USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
Skyworth Pancake 1C	Pancake lenses	Passthrough via greyscale tracking cameras		USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
Skyworth Pancake 1Pro	Pancake lenses	Passthrough via greyscale tracking cameras		USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
Xiaomi Mijia	Freeform prism	Native passthrough, 50MP wide angle camera, 8MP periscope camera					1	FALSE	FALSE
Guangli Holoswim 2	Waveguide	Native passthrough		Magnetic charging connector			1	FALSE	FALSE
Engo 2		Native passthrough		Magnetic charging port			1	FALSE	FALSE
Lenovo Legion VR700		Passthrough via tracking cameras		USB Type-C		90 Hz		TRUE	TRUE
Vuzix Blade 2	Waveguide	Native passthrough, 8MP 1080p 60fps autofocus camera		USB 2.0 Micro-B			1	FALSE	FALSE
Dream Glass Flow		Native passthrough	52. PPD	USB Type-C			2	FALSE	FALSE
Pico 4	Pancake lenses	16MP RGB camera	20.76 PPD	USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
Pico 4 Pro	Pancake lenses	16MP RGB camera	20.76 PPD	USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
Lenovo ThinkReality VRX	Pancake lenses	Dual color passthrough cameras		USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	FALSE
P&C Solution METAENSE	Prism optics	Native passthrough		USB 3.2 Gen 2 Type-C		60 Hz	2	FALSE	FALSE
Pico 4 Enterprise	Pancake lenses	16MP RGB camera	20.76 PPD	USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
INMO Air2	Waveguides	Native passthrough, dual cameras		USB Type-C		60 Hz	2	FALSE	TRUE
Pimax Portal QLED View	Aspheric lenses	Passthrough via tracking cameras	27. PPD	USB Type-C		144 Hz	1	TRUE	TRUE
Pimax Portal View	Aspheric lenses	Passthrough via tracking cameras	27. PPD	USB Type-C		144 Hz	1	TRUE	TRUE
TCL NXTWEAR V	Pancake lenses	Dual RGB passthrough cameras		USB Type-C		90 Hz	2		TRUE
Ximmerse Rhino X Pro	Curved mirrors	Native passthrough		USB Type-C			2		TRUE
iQIYI Qiyu MIX	Aspherical lense	Dual 4MP RGB cameras		USB Type-C		88 Hz	1	FALSE	TRUE
DigiLens Argo	Waveguides	Native passthrough, 48MP RGB camera		USB 3.1 Type-C			2	FALSE	FALSE
RealWear Navigator 520		48MP 1080p 60fps camera		USB Type-C			1	TRUE	FALSE
TCL RayNeo X2	Waveguides	Native passthrough, 16MP RGB camera		USB Type-C			2	FALSE	FALSE
AjnaLens AjnaXR	Pancake lenses	Dual RGB passthrough cameras		USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
AjnaXR Enterprise Edition	Pancake lenses	Dual RGB passthrough cameras	24. PPD	USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
HTC Vive XR Elite	Pancake lenses	16MP RGB camera		2 x USB 3.2 Gen 1 Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
Nolo Sonic 2	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras		USB Type-C		120 Hz	1	FALSE	TRUE
Pico G3	Fresnel lenses			USB Type-C		90 Hz	1	FALSE	TRUE
Spacetop	Birdbath optics	Native passthrough, HD video camera	42. PPD	USB Type-C		60 Hz	2		FALSE
Thunderbird Air Plus	Birdbath optics	Native passthrough		USB Type-C		120 Hz	2	TRUE	TRUE
Meta Quest 3	Pancake lenses	Dual 18 PPD color passthrough cameras	25. PPD	USB Type-C, charging contacts		120 Hz	2	FALSE	TRUE
Apple Vision Pro	Pancake lenses	Dual 6.5MP passthrough cameras		USB Type-C		100 Hz	2	FALSE	FALSE
RealWear Navigator Z1		48MP 1080p 60fps camera		USB Type-C			1		FALSE
DPVR P2				USB Type-C		90 Hz	1	TRUE	TRUE
TCL RayNeo X2 Lite	Waveguides	Native passthrough, 12MP camera		USB Type-C			2		FALSE
Brilliant Labs Frame	Prism optics	Native passthrough, 1280x720 camera		Magnetic charging contact			1	FALSE	FALSE
Sony SRH-S1	Pancake lenses	Dual passthrough cameras	55. PPD	USB Type-C		90 Hz	2		TRUE
Spacetop G1	Birdbath optics	Native passthrough	44. PPD	USB Type-C		90 Hz	2		FALSE
Pico 4 Ultra	Pancake lenses	Dual 32MP color cameras	20.76 PPD	USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
Pico 4 Ultra Enterprise	Pancake lenses	Dual 32MP color cameras	20.76 PPD	USB Type-C		90 Hz	2	FALSE	TRUE
HTC Vive Focus Vision	Dual-element Fr	Dual 16MP color passthrough cameras		2 x USB 3.2 Gen 1 Type-C		90 Hz	2	TRUE	TRUE
Meta Quest 3S	Fresnel lenses	Dual RGB passthrough cameras	20. PPD	USB Type-C		120 Hz	1	FALSE	TRUE

VR / MR Eszközök változói 66.-74.

Eszköz neve	66. Optics	67. Passthrough	68. Peak Ppd	69. Ports	70. Ppd	71. Refresh Rate	72. Screens	73. SD Card Slot	74. Show Controller Images
DPVR E3B	Fresnel lenses					72 Hz	1		FALSE
DPVR E3C						72 Hz	1		FALSE
NVIS nVisor SX60	Aspherical lenses						2		FALSE
VPL EyePhone						30 Hz	2		TRUE
Virtual Research Flight Helme	Aspheric lenses						2		FALSE
Virtuality Visette 1	Aspherical lenses					20 Hz	2		FALSE
Forte VFX1						60 Hz	2		TRUE
Virtuality Visette 2	Aspherical Lenses						2		FALSE
Virtual Research VR4	Aspheric lenses						2		FALSE
VictorMaxx CyberMaxx				RCA jacks			2		FALSE
eMagin Z800 3DVisor						85 Hz	2		FALSE
Sensics piSight	Aspheric 4x3 lens arrays					60 Hz	2		FALSE
Vuzix iWear VR920						40 Hz	2		FALSE
Carl Zeiss Cinemizer OLED				USB		60 Hz	2		FALSE
Oculus Rift DK1	Aspherical lenses					60 Hz	1		FALSE
Oculus Rift DK2	Aspherical lenses					75 Hz	1		FALSE
HTC Vive		RGB camera		USB Type-A		90 Hz	2		TRUE
Oculus Rift						90 Hz	2		TRUE
3Glasses D2						60 Hz	1		FALSE
Razer OSVR HDK 1.4						90 Hz	1		FALSE
Meta 2	Curved mirrors	Native passthrough, 720p camera				60 Hz	1		FALSE
Razer OSVR HDK 2						90 Hz	1		FALSE
3Glasses Blubur S1						120 Hz	1		FALSE
Acer AH101		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	1		TRUE
HP VR1000		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
Medion Eraser X1000		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	1		TRUE
Pimax 4K						60 Hz	1		FALSE
ANTVR Cyclop						90 Hz	2		TRUE
VRgineers VRHero 5K	Aspheric lenses					90 Hz	2		FALSE
Lenovo Explorer		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	1		TRUE
Dell Visor		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
Asus HC102		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	1		TRUE
Samsung Odyssey		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
Fujitsu FMVHDS1		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
VRgineers VRHero 5K Plus	Aspheric lenses					90 Hz	2		FALSE
3Glasses Blubur S2		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	1		TRUE
HTC Vive Pro		Dual passthrough cameras				90 Hz	2		TRUE
Dream Glass		Native passthrough, 1080p camera				60 Hz			FALSE
StarVR One						90 Hz	2		FALSE
Acer OJO 500		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
Pimax 5K Plus	Fresnel lenses					144 Hz	2		TRUE
Pimax 5K XR	Fresnel lenses					82 Hz	2		TRUE

VR / MR Eszközök változói 66.-74.

Eszköz neve	66. Optics	67. Passthrough	68. Peak Ppd	69. Ports	70. Ppd	71. Refresh Rate	72. Screens	73. SD Card Slot	74. Show Controller Images
Samsung Odyssey+		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
Pimax Vision 8K+	Fresnel lenses					110 Hz	2		TRUE
Pimax Vision 8KX	Fresnel lenses					90 Hz	2		TRUE
HTC Vive Cosmos		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
HTC Vive Pro Eye		Dual passthrough cameras				90 Hz	2		TRUE
Varjo VR-1						90 Hz	2		FALSE
Oculus Rift S	Fresnel lenses	Grayscale via tracking cameras	14. PPD			80 Hz	1		TRUE
HP Reverb		Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
Valve Index	Dual-element ca	Dual 960x960 passthrough cameras		Front USB port		144 Hz	2		TRUE
DPVR E3 4K						72 Hz	1		FALSE
Tilt Five	Projector & retro	Native passthrough, 8MP infrared camera		USB 3.0 Type-C			2		TRUE
Varjo VR-2						90 Hz	2		FALSE
Varjo VR-2 Pro						90 Hz	2		FALSE
Varjo XR-1		Dual passthrough cameras				90 Hz	2		FALSE
Pimax 5K Super	Fresnel lenses					180 Hz	2		TRUE
Pimax Artisan	Fresnel lenses			2 x USB Type-C		120 Hz	2		FALSE
VRgineers XTAL 8K						75 Hz	2		FALSE
HTC Vive Cosmos Elite						90 Hz	2		TRUE
HP Reverb G2	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
HP Reverb G2 Omnicept Editi	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
Canon MREAL S1		Dual passthrough cameras				120 Hz	1		FALSE
DecaGear	Fresnel lenses	Passthrough via tracking cameras				90 Hz	2		TRUE
Varjo VR-3	Aspherical lense	Passthrough via tracking cameras	70. PPD			90 Hz	2		FALSE
Varjo XR-3	Aspherical lense	Dual 12MP 90 Hz cameras	70. PPD			90 Hz	2		FALSE
Epson Moverio BT-40	Waveguides	Native passthrough		USB 2.0 Type-C		60 Hz	2		FALSE
Lenovo ThinkReality A3	Birdbath optics	Native passthrough, 8MP 1080p camera		USB Type-C 3.2 Gen 1					FALSE
Campfire Headset		Native passthrough							TRUE
HTC Vive Pro 2	Dual-element Fr	Dual passthrough cameras		USB-C		120 Hz	2		TRUE
Roscosmos XR-2	Hybrid Fresnel lenses					120 Hz	2		TRUE
Arpara VR						120 Hz	2		FALSE
Diver-X HalfDive	Aspherical lenses			3.5mm audio jack (male), 12V powe		90 Hz			FALSE
Varjo Aero	Aspherical lenses		35. PPD			90 Hz	2		FALSE
Somnium VR1	Dual element as	Dual 12MP 4056x3040 RGB passthrough cam	35. PPD	3 x USB 3.2 Gen 2 Type-C		120 Hz	2		FALSE
VRgineers XTAL 3		Dual passthrough cameras				120 Hz	2		FALSE
Skyworth W1 Pro	Pancake lenses					72 Hz	2		TRUE
Shiftall Meganex	Pancake lenses			USB Type-C		120 Hz	2		FALSE
VRgineers XTAL 3 Mixed Real		Dual high-fidelity mixed reality cameras				120 Hz	2		FALSE
Vuzix M400C		13 MP 1080p 60 fps / 4K 30 fps auto-focus camera		USB 3.2 Gen 2 Type-C			1		FALSE
Canon MREAL X1		Dual passthrough cameras				120 Hz			FALSE
Pimax Crystal QLED	Aspheric lenses	Passthrough via tracking cameras	42. PPD	USB Type-C		120 Hz			TRUE
Lenovo Glasses T1		Native passthrough		USB Type-C		60 Hz	2		FALSE
DPVR E4	Fresnel lenses	Grayscale via tracking cameras				120 Hz	1		TRUE

VR / MR Eszközök változói 66.-74.

Eszköz neve	66. Optics	67. Passthrough	68. Peak Ppd	69. Ports	70. Ppd	71. Refresh Rate	72. Screens	73. SD Card Slot	74. Show Controller Images
Shiftall MeganeX Business Ed	Pancake lenses			USB Type-C		120 Hz	2		FALSE
Bigscreen Beyond	Pancake lenses		32. PPD	USB Type-C		90 Hz	2		FALSE
Immersed Visor	Pancake lenses	Color passthrough					2		FALSE
DPVR E4C	Fresnel lenses					120 Hz	1		FALSE
Varjo XR-4	Aspheric lenses	33 PPD via dual 20MP cameras	51. PPD			90 Hz	2		TRUE
Varjo XR-4 Focal Edition	Aspheric lenses	51 PPD via dual 20MP autofocus cameras	51. PPD			90 Hz	2		TRUE
Pimax Crystal Light	Aspheric lenses	Passthrough via tracking cameras	35. PPD			120 Hz	2		TRUE
Pimax Crystal Super	Aspheric lenses	Passthrough via tracking cameras	57. PPD	USB Type-C		100 Hz	2		TRUE
Shiftall MeganeX Superlight 8	Pancake lenses			USB Type-C		90 Hz	2		FALSE
LG 360 VR						60 Hz	2		FALSE
Nreal Light	Birdbath optics	Native passthrough, HD video camera	42. PPD	USB Type-C (male)		60 Hz	2		FALSE
MAD Gaze Glow Plus	Birdbath optics	Native passthrough, 5MP RGB camera		USB Type-C			2		FALSE
Huawei VR Glass						90 Hz	2		FALSE
Huawei VR Glass 6DoF						90 Hz	2		TRUE
Skyworth W1	Pancake lenses			USB Type-C		72 Hz	2		TRUE
NuEyes Pro 3e	Birdbath optics	Native passthrough		USB Type-C		75 Hz	2		FALSE
TCL NXTWEAR G	Birdbath optics	Native passthrough		USB Type-C		60 Hz	2		FALSE
Rokid Air	Birdbath optics	Native passthrough		USB Type-C		75 Hz	2		FALSE
MAD Gaze Wave	Waveguides	Native passthrough, 8MP camera		USB Type-C			2		FALSE
Nreal Air	Birdbath optics	Native passthrough	49. PPD			60 Hz	2		FALSE
Iristick G2		16MP 30 fps camera		USB Type-C		60 Hz	1		FALSE
ThirdEye Razor MR Glasses	Birdbath optics	Native passthrough		USB Type-C		70 Hz			FALSE
TCL NXTWEAR S	Birdbath optics	Native passthrough		USB Type-C		60 Hz	2		FALSE
Rokid Air Pro	Birdbath optics	Native passthrough, 8MP 1080p camera		USB Type-C		75 Hz	2		FALSE
Viture One	Birdbath optics	Native passthrough	55. PPD	USB Type-C		60 Hz	2		FALSE
TQSKY T1	Birdbath optics	Native passthrough		USB Type-C		60 Hz	2		FALSE
Huawei Vision Glass	Birdbath optics	Native passthrough	53. PPD			60 Hz	2		FALSE
Nolo VR Glass	Pancake lenses		35. PPD			90 Hz			TRUE
Nubia Neovision Glass	Birdbath optics	native passthrough		USB Type-C			2	FALSE	FALSE
Rokid Max	Birdbath optics	Native passthrough		USB Type-C		120 Hz	2		FALSE
Rokid Max Pro	Birdbath optics	Native passthrough, greyscale camera		USB Type-C		120 Hz	2		FALSE
Xreal Air 2	Birdbath optics	Native passthrough				120 Hz	2		FALSE
Xreal Air 2 Pro	Birdbath optics	Native passthrough				120 Hz	2		FALSE
Viture One Lite	Birdbath optics	Native passthrough	55. PPD	USB Type-C		60 Hz	2		FALSE
Xreal Air 2 Ultra	Birdbath optics	Native passthrough				120 Hz	2		FALSE
Viture Pro	Birdbath optics	native passthrough	49. PPD	USB Type-C		120 Hz	2		FALSE
Sony PUD-J5A							2		FALSE
PlayStation VR	Aspherical lenses					120 Hz	1		TRUE
PlayStation VR2	Fresnel lenses	Grayscale passthrough via tracking cameras				120 Hz	2		TRUE
IIS VFX3D						75 Hz	2		FALSE
VRgineers XTAL						70 Hz	2		FALSE
AjnaLens AjnaX	Birdbath optics	Native passthrough		USB Type-C			2		FALSE

VR / MR Eszközök változói 75.-84.

Eszköz neve	75. Speakers	76. Subpixel Count	77. Subpixel Layout	78. Tracking	79. Tracking Camera Count	80. Tracking Frequency	81. VFov	82. VFov Rendered	83. vRes	84. Video Connection
DPVR M2 Pro	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Non-positional			60.°		1,440 px	
Snapdragon 845 VR Developm	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Inside-out	2		90.°		1,440 px	
Google Glass Explorer Edition	Integrated bone conduction speaker			Non-positional					360 px	
Microsoft HoloLens	Integrated stereo speakers			Inside-out	4		17.°		720 px	
EverySight Raptor	Integrated speaker			Non-positional						
RealWear HMT-1	Integrated mono speaker	3	RGB stripe	Non-positional					480 px	
Snapdragon 835 VR Developm	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Inside-out	2		90.°		1,440 px	
ClassVR	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,440 px	
Shadow Creator Halomini	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Inside-out						
Pico Goblin	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional			92.°		1,440 px	
Oculus Go	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional			90.°		1,440 px	
Xiaomi Mi VR	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional			57.°		1,440 px	
HTC Vive Focus	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Inside-out	2				1,600 px	
MAD Gaze Vader	Integrated stereo speakers			Non-positional					720 px	
Magic Leap 1	Integrated stereo speakers			Inside-out			30.°		960 px	
Lenovo Mirage Solo		3	RGB stripe	Inside-out	2				1,440 px	
Snapdragon XR1 HMD Refere	Integrated stereo speakers			Inside-out						
RealWear HMT-1Z1	Integrated mono speaker	3	RGB stripe	Non-positional					480 px	
Shadow Creator Action One	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Inside-out	2				720 px	
Pico G2		3	RGB stripe	Non-positional			92.°		1,600 px	
Oculus Quest	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Inside-out	4	60	93.°	100.°	1,600 px	USB-C
ThirdEye X2	Integrated stereo speakers			Inside-out					720 px	
DPVR P1	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,440 px	
DPVR P1 Pro	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,440 px	
Pico G2 4K		2	RGB stripe	Non-positional					2,160 px	
Vuzix M400	Integrated mono speaker			Non-positional						
HTC Vive Focus Plus	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Inside-out					1,600 px	
3Glasses X1		3	RGB stripe	Non-positional			88.6°		1,200 px	USB-C
Microsoft HoloLens 2	Integrated stereo speakers			Inside-out	4		29.°		936 px	
Google Glass Enterprise Editi	Integrated mono speaker			Non-positional					360 px	
DPVR P1 Pro 4K	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					2,160 px	
Pico Neo 2	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		101.°	101.°	2,160 px	
Vuzix M4000	Integrated mono speaker			Non-positional					480 px	
Lynx R1	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		90.°		1,600 px	
QWR VRone	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional						
QWR VRone 4K	Integrated stereo speakers			Non-positional						
Snapdragon XR2 HMD Refere	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2					
XRSpace Manova	Integrated stereo speakers			Inside-out	2		90.°		1,440 px	
Lenovo Mirage VR S3	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional			101.°		2,160 px	
Dream Glass 4K	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	HDMI
Dream Glass 4K Plus	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	HDMI
Pico G2 4K Enterprise		3	RGB stripe	Non-positional					2,160 px	

VR / MR Eszközök változói 75.-84.

Eszköz neve	75. Speakers	76. Subpixel Count	77. Subpixel Layout	78. Tracking	79. Tracking Camera Count	80. Tracking Frequency	81. VFov	82. VFov Rendered	83. vRes	84. Video Connection
Oculus Quest 2	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4	1000	93.°	98.°	1,920 px	USB-C
Julbo EVAD-1		2	PenTile Diamond						256 px	
Vuzix Blade Upgraded	Integrated stereo speakers			Non-positional					853 px	
ClassVR Premium	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,440 px	
Rokid X-Craft				Non-positional						
Epson Moverio BT-40S	Integrated speaker			Non-positional					1,080 px	DisplayPort via USB-C
iQIYI Qiyu 3	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4				2,160 px	
Pico Neo 2 Eye	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		101.°	101.°	2,160 px	
Nolo X1	Integrated stereo speakers			Outside-in			90.°		1,440 px	
Rokid Vision 2	Integrated stereo speakers			Inside-out						
Magic Leap 2	Integrated stereo speakers			Inside-out			53.°		1,760 px	
Pico Neo 3	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		90.°		1,920 px	USB-C streaming
Pico Neo 3 Pro	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		90.°		1,920 px	DisplayPort via USB-C
Pico Neo 3 Pro Eye	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		90.°		1,920 px	DisplayPort via USB-C
HTC Vive Focus 3	Integrated stereo speakers		RGB stripe	Inside-out	4		96.°	96.46°	2,448 px	USB-C
Snap Spectacles (2021)	Integrated stereo speakers			Inside-out	2				564 px	
Arpara VR All In One	Integrated stereo speakers	3	RGB π type	Inside-out	4		90.°		2,560 px	USB-C
Nolo Sonic	Integrated stereo speakers			Inside-out	2		90.°		2,160 px	
Engo Eyewear		2	PenTile Diamond						256 px	
INMO Air	Integrated stereo speakers			Non-positional					400 px	
Dream Glass Lead Plus	Integrated stereo speakers								1,080 px	
Dream Glass Lead Pro	Integrated stereo speakers								1,080 px	
DPVR P1 Pro Light	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,440 px	
DPVR P1 Ultra 4K	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					2,160 px	
Guangli Holoswim				Non-positional						
Xiaomi Smart Glasses	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					480 px	
HTC Vive Flow	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2				1,600 px	
Cosmo Vision		2	PenTile Diamond						256 px	
Pimax Reality 12K QLED	Integrated stereo speakers			Inside-out	4		135.°			DisplayPort
Meta Quest Pro	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	5			95.57°	1,920 px	USB Type-C
XYZ Atom				Inside-out						
Vuzix Shield	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe							
iQIYI Qiyu Dream	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4	500			1,440 px	
RealWear Navigator 500	Integrated mono loudspeaker	3	RGB stripe	Non-positional					480 px	
Oppo Air Glass	Integrated speaker	3	RGB stripe	Non-positional					480 px	
Simula One		3	RGB stripe	Inside-out			100.°		2,448 px	DisplayPort 1.4a, USB 3
Nimo				Non-positional					720 px	
Pico Neo 3 Link	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		90.°		1,920 px	DisplayPort via USB-C
iQIYI Qiyu Dream Pro	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4	500			1,920 px	
YVR 1	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4				2,160 px	
Brilliant Monocle		3	RGB delta						400 px	
YVR 2	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4				1,600 px	

VR / MR Eszközök változói 75.-84.

Eszköz neve	75. Speakers	76. Subpixel Count	77. Subpixel Layout	78. Tracking	79. Tracking Camera Count	80. Tracking Frequency	81. VFov	82. VFov Rendered	83. vRes	84. Video Connection
Skyworth Pancake 1	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4	1000			2,280 px	
Skyworth Pancake 1C	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4	1000			1,600 px	
Skyworth Pancake 1Pro	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4	1000			2,280 px	
Xiaomi Mijia										
Guangli Holoswim 2				Non-positional					64 px	
Engo 2		2	PenTile Diamond						256 px	
Lenovo Legion VR700	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4	500			1,920 px	
Vuzix Blade 2	Integrated stereo speakers			Non-positional					480 px	
Dream Glass Flow	Integrated stereo speakers								1,080 px	HDMI, DisplayPort via USB-C
Pico 4	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out			103.°	104.°	2,160 px	USB Type-C
Pico 4 Pro	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		103.°	104.°	2,160 px	USB Type-C
Lenovo ThinkReality VRX	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4				2,280 px	Via USB cable
P&C Solution METALENSE	Integrated stereo speakers			Inside-out					1,080 px	
Pico 4 Enterprise	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		103.°	104.°	2,160 px	USB Type-C
INMO Air2	Integrated stereo speakers			Inside-out					400 px	
Pimax Portal QLED View	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4				2,160 px	Mini-HDMI
Pimax Portal View	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4				2,160 px	Mini-HDMI
TCL NXTWEAR V		3	RGB stripe	Inside-out	4				2,280 px	USB 3.0 Type-C streaming
Ximmerse Rhino X Pro		3	RGB stripe	Inside-out			57.°		2,160 px	
iQIYI Qiyu MIX	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4	500			1,920 px	
DigiLens Argo	Integrated stereo speakers			Inside-out	2					
RealWear Navigator 520	Integrated speaker	3	RGB stripe						720 px	
TCL RayNeo X2	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out						
AjnaLens AjnaXR	Integrated stereo speakers		RGB stripe	Inside-out	4	60			1,600 px	USB-C
AjnaXR Enterprise Edition	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4	60			2,280 px	USB-C
HTC Vive XR Elite	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4			91.27°	1,920 px	USB-C
Nolo Sonic 2	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4				1,920 px	
Pico G3	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,920 px	
Spacetop	Integrated stereo speakers			Inside-out	2				1,080 px	
Thunderbird Air Plus	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	USB Type-C
Meta Quest 3	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		96.°		2,208 px	USB Type-C
Apple Vision Pro	Integrated stereo speakers	3	RGB π type	Inside-out	12				3,200 px	
RealWear Navigator Z1	Integrated speaker	3	RGB stripe	Non-positional					720 px	
DPVR P2	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,920 px	
TCL RayNeo X2 Lite	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out						
Brilliant Labs Frame	Integrated								400 px	
Sony SRH-S1	Integrated stereo speakers			Inside-out	4				2,840 px	
Spacetop G1	Integrated stereo speakers			Inside-out	2				1,080 px	
Pico 4 Ultra	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		103.°	104.°	2,160 px	USB Type-C
Pico 4 Ultra Enterprise	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		103.°	104.°	2,160 px	USB Type-C
HTC Vive Focus Vision	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		96.°	96.46°	2,448 px	DisplayPort via USB-C
Meta Quest 3S	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		93.°	98.°	1,920 px	USB Type-C

VR / MR Eszközök változói 75.-84.

Eszköz neve	75. Speakers	76. Subpixel Count	77. Subpixel Layout	78. Tracking	79. Tracking Camera Count	80. Tracking Frequency	81. VFov	82. VFov Rendered	83. vRes	84. Video Connection
DPVR E3B		2	PenTile Diamond	Non-positional			60.°		1,440 px	HDMI, USB
DPVR E3C		3	RGB stripe	Non-positional			60.°		1,440 px	HDMI, USB
NVIS nVisor SX60	Integrated stereo headphones			Non-positional			35.°		1,024 px	DVI
VPL EyePhone				Non-positional		60	75.°		240 px	
Virtual Research Flight Helme	Integrated stereo headphones			Non-positional			61.°	61.°	240 px	
Virtuality Visette 1	Integrated four-speaker array	3	RGB stripe	Inside-out					372 px	
Forte VFX1	Integrated stereo headphones	3	RGB stripe	Non-positional			26.4		230 px	VGA, ISA
Virtuality Visette 2	Integrated stereo headphones	3	RGB stripe	Inside-out			46.87		244 px	
Virtual Research VR4	Integrated stereo headphones	3	RGB stripe	Non-positional					230 px	
VictorMaxx CyberMaxx	Integrated stereo headphones			Non-positional					230 px	VGA
eMagin Z800 3DVisor	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					600 px	2 x VGA, USB
Sensics piSight				Non-positional			60.°		1,800 px	2 x DVI-I
Vuzix iWear VR920	Integrated stereo earphones	3	RGB stripe	Non-positional					480 px	USB, VGA
Carl Zeiss Cinemizer OLED	Integrated stereo earbuds			Non-positional					500 px	HDMI
Oculus Rift DK1			RGB stripe	Non-positional			90.°		800 px	D (single link) HDMI, USB M
Oculus Rift DK2		2	PenTile Diamond	Outside-in			99.°		1,080 px	HDMI, USB
HTC Vive		2	PenTile Diamond	Marker-based		1000	97.°	111.53°	1,200 px	HDMI, USB 2.0
Oculus Rift	Integrated stereo headphones	2	PenTile Diamond	Outside-in			88.°	89.66°	1,200 px	HDMI 1.3, USB 3.0
3Glasses D2		3	RGB stripe	Non-positional					1,440 px	HDMI, USB 2.0
Razer OSVR HDK 1.4		2	PenTile Diamond	Outside-in					1,080 px	HDMI 1.3, USB 3.0
Meta 2	Integrated quad speakers	3	RGB stripe	Inside-out					1,440 px	HDMI 1.4
Razer OSVR HDK 2		3	RGB stripe	Outside-in					1,200 px	HDMI, USB 3.0
3Glasses Blubur S1	Integrated stereo headphones	3	RGB stripe	Outside-in			110.°		1,440 px	DisplayPort, USB 3.0
Acer AH101	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		96.°		1,440 px	HDMI 2.0, USB 3.0
HP VR1000	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		91.°		1,440 px	HDMI 2.0, USB 3.0
Medion Eraser X1000	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		96.°		1,440 px	HDMI 2.0, USB 3.0
Pimax 4K	Integrated stereo headphones	3	RGB stripe	Non-positional			90.°		2,160 px	HDMI 1.4, USB 3.0
ANTVR Cyclop	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Marker-based			110.°		1,200 px	HDMI, USB 3.0
VRgineers VRHero 5K		3	RGB stripe	Marker-based		1000			1,440 px	DisplayPort 1.2
Lenovo Explorer		3	RGB stripe	Inside-out	2		94.°		1,440 px	HDMI 2.0, USB 3.0
Dell Visor	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		95.°		1,440 px	HDMI 2.0, USB 3.0
Asus HC102	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		96.°		1,440 px	HDMI 2.0, USB 3.0
Samsung Odyssey	Integrated stereo headphones	2	PenTile Diamond	Inside-out	2		105.°		1,600 px	HDMI 2.0, USB 3.0
Fujitsu FMVHDS1	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2				1,440 px	HDMI 2.0, USB 3.0
VRgineers VRHero 5K Plus				Marker-based		1000			1,440 px	SiaDisplayPort 1.2
3Glasses Blubur S2	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		90.°		1,440 px	HDMI 2.0, USB 3.0
HTC Vive Pro	Integrated stereo headphones	2	PenTile Diamond	Marker-based		1000	98.°	107.71°	1,600 px	HDMI, USB-C 3.0
Dream Glass				Non-positional					880 px	2 x USB 3.0 + 1 x HDMI 1.4
StarVR One				Marker-based		1000	114.°	117.45°	1,464 px	2 X DisplayPort, 2 x USB 2.0
Acer OJO 500	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		93.°		1,440 px	HDMI 2.0, USB-C (USB 2.0)
Pimax 5K Plus		3	RGB stripe	Marker-based		1000	103.°	102.7°	1,440 px	DisplayPort 1.4, USB 3.0
Pimax 5K XR		2	PenTile Diamond	Marker-based		1000	103.°		1,440 px	DisplayPort, USB 3.0

VR / MR Eszközök változói 75.-84.

Eszköz neve	75. Speakers	76. Subpixel Count	77. Subpixel Layout	78. Tracking	79. Tracking Camera Count	80. Tracking Frequency	81. VFov	82. VFov Rendered	83. vRes	84. Video Connection
Samsung Odyssey+	Integrated stereo headphones	2	PenTile Diamond	Inside-out	2		105.°		1,600 px	HDMI 2.0, USB 3.0
Pimax Vision 8K+	Integrated in-strap stereo speakers	3	RGB stripe	Marker-based		1000	105.°	102.7°	2,160 px	DisplayPort 1.4, USB 3.0
Pimax Vision 8KX	Off-ear stereo speakers	3	RGB stripe	Marker-based		1000	103.°	102.7°	2,160 px	DisplayPort 1.4, USB 3.0
HTC Vive Cosmos	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	6		94.°		1,700 px	HDMI, USB-C 3.0
HTC Vive Pro Eye	Integrated stereo headphones	2	PenTile Diamond	Marker-based			98.°	107.71°	1,600 px	DisplayPort 1.2, USB 3.0
Varjo VR-1		2	PenTile Diamond	Marker-based		1000	87.°		1,600 px	DisplayPort, USB-C
Oculus Rift S	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	5	1000	88.°	94.°	1,440 px	DisplayPort 1.2, USB 3.0
HP Reverb	Off-ear stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2		90.°	90.43°	2,160 px	HDMI 2.0, USB 3.0
Valve Index	Off ear stereo speakers	3	RGB stripe	Marker-based		1000	104.°	109.61°	1,600 px	DisplayPort 1.2, USB 3.0
DPVR E3 4K		3	RGB stripe	Non-positional					2,160 px	HDMI, USB
Tilt Five	Integrated stereo speakers			Marker-based					720 px	USB-C
Varjo VR-2			Pentile	Inside-out			87.°		1,600 px	DisplayPort, USB-C
Varjo VR-2 Pro		2	PenTile Diamond	Marker-based		1000	87.°		1,600 px	DisplayPort, USB-C
Varjo XR-1		2	PenTile Diamond	Marker-based		1000	87.°		1,600 px	DisplayPort, USB-C
Pimax 5K Super	Integrated in-strap stereo speakers	3	RGB stripe	Marker-based		1000	103.°		1,440 px	DisplayPort 1.4, USB 3.0
Pimax Artisan		3	RGB stripe	Marker-based		1000	95.°	102.7°	1,440 px	DisplayPort 1.4, USB 3.0
VRgineers XTAL 8K		2	PenTile Diamond	Marker-based		1000	100.°		2,160 px	DisplayPort, USB 3.0
HTC Vive Cosmos Elite	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Marker-based		1000	94.°	103.03°	1,700 px	HDMI, USB-C 3.0
HP Reverb G2	Off ear stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		90.°	90.85°	2,160 px	DisplayPort 1.3, USB 3.0
HP Reverb G2 Omnicept Editi	Off ear stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		90.°	90.85°	2,160 px	DisplayPort 1.3, USB 3.0
Canon MREAL S1		3	RGB stripe	Inside-out			34.°		1,200 px	DisplayPort, PCIe 2.0 (Gen
DecaGear	dstrap-integrated 8Ω stereo micro-spea	3	RGB stripe	Inside-out	4		109.°		2,160 px	DisplayPort, USB 3.1
Varjo VR-3		3	RGB stripe	Marker-based		1000	90.°		2,720 px	DisplayPort, USB-C
Varjo XR-3		3	RGB stripe	Marker-based		1000	90.°		2,720 px	DisplayPort, USB-C
Epson Moverio BT-40				Non-positional					1,080 px	isplayPort 1.2 via USB Type-
Lenovo ThinkReality A3	Integrated stereo speakers			Inside-out	2				1,080 px	DisplayPort 1.4
Campfire Headset				Marker-based						
HTC Vive Pro 2	Removable stereo headphones	3	RGB stripe	Marker-based		1000	96.°	96.49°	2,448 px	DisplayPort 1.2, USB 3.0
Roscosmos XR-2		3	RGB stripe	Outside-in					2,880 px	Mini DisplayPort, USB
Arpara VR			RGB π type	Non-positional			90.°		2,560 px	USB 3.2 Type-C
Diver-X HalfDive	Quad speaker surround sound system								1,440 px	DisplayPort 1.2, USB 3.0
Varjo Aero		3	RGB stripe	Marker-based		1000	73.°	85.61°	2,720 px	DisplayPort, USB 3.0
Somnium VR1		3	RGB stripe	Marker-based			100.°		2,880 px	Yes
VRgineers XTAL 3		3	RGB stripe	Inside-out			90.°		2,160 px	isplayPort 1.4, USB 3.2 Gen
Skyworth W1 Pro	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,600 px	HDMI 2.0, 2 x USB 2.0
Shiftall MeganeX	Integrated stereo speakers			Inside-out					2,560 px	DisplayPort, USB 2.0
VRgineers XTAL 3 Mixed Real		3	RGB stripe	Inside-out			90.°		2,160 px	isplayPort 1.4, USB 3.2 Gen
Vuzix M400C	Integrated speaker			Non-positional						DisplayPort via USB-C
Canon MREAL X1				Inside-out			60.°		2,160 px	ini DisplayPort, Thunderbolt
Pimax Crystal QLED	Integrated stereo speakers			Inside-out	4				2,880 px	DisplayPort
Lenovo Glasses T1	Integrated stereo speakers								1,080 px	DisplayPort via USB-C
DPVR E4	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		95.°	96.°	1,920 px	DisplayPort 1.4, USB 3.2

VR / MR Eszközök változói 75.-84.

Eszköz neve	75. Speakers	76. Subpixel Count	77. Subpixel Layout	78. Tracking	79. Tracking Camera Count	80. Tracking Frequency	81. VFov	82. VFov Rendered	83. vRes	84. Video Connection
Shiftall MeganeX Business Ed	Integrated stereo speakers			Inside-out					2,560 px	DisplayPort, USB 2.0
Bigsreen Beyond		3	RGB stripe	Marker-based			90.°		2,560 px	DisplayPort 1.4, 2 x USB 3.0
Immersed Visor				Inside-out			92.°			DisplayPort via USB-C
DPVR E4C	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional			95.°	96.°	1,920 px	DisplayPort 1.4, USB 3.2
Varjo XR-4	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out			105.°		3,744 px	yPort 1.4, USB Type-C 3.1
Varjo XR-4 Focal Edition	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out			105.°		3,744 px	yPort 1.4, USB Type-C 3.1
Pimax Crystal Light	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4		105.°		2,880 px	DisplayPort
Pimax Crystal Super	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Inside-out	4				3,840 px	DisplayPort
Shiftall MeganeX Superlight 8				Marker-based					3,840 px	DisplayPort 1.4, USB 2.0
LG 360 VR		3	RGB stripe	Non-positional			80.°		720 px	USB-C
Nreal Light	Integrated stereo speakers	2	PenTile Diamond	Inside-out	2				1,080 px	USB Type-C
MAD Gaze Glow Plus	Integrated stereo speakers			Inside-out	1				1,080 px	DisplayPort over USB Type-C
Huawei VR Glass	Integrated in-strap speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,600 px	DisplayPort 1.2, 2 x USB 3.0
Huawei VR Glass 6DoF	Integrated in-strap speakers	3	RGB stripe	Inside-out	2				1,600 px	USB Type-C
Skyworth W1	Integrated stereo speakers	3	RGB stripe	Non-positional					1,600 px	DisplayPort 1.4 via USB-C
NuEyes Pro 3e	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	DisplayPort 1.4 via USB-C
TCL NXTWEAR G	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	DisplayPort via USB-C
Rokid Air	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	USB Type-C
MAD Gaze Wave	Integrated stereo speakers			Inside-out						USB Type-C
Nreal Air	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	USB Type-C / Lightning
Iristick G2	Integrated mono speaker								240 px	USB Type-C
ThirdEye Razor MR Glasses	Integrated stereo speakers								1,080 px	USB Type-C
TCL NXTWEAR S	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	DisplayPort via USB-C
Rokid Air Pro	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	USB Type-C
Viture One	Integrated stereo speakers			Non-positional			23.4		1,080 px	USB Type-C
TQSKY T1	Integrated stereo speakers								1,080 px	HDMI via USB-C
Huawei Vision Glass	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	USB Type-C
Nolo VR Glass	Integrated stereo speakers			Non-positional					2,280 px	USB Type-C
Nubia Neovision Glass	Integrated stereo speakers			None					1,080 px	DisplayPort via USB-C
Rokid Max	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	DisplayPort via USB-C
Rokid Max Pro	Integrated stereo speakers			Inside-out					1,080 px	DisplayPort via USB-C
Xreal Air 2	Integrated stereo speakers								1,080 px	USB Type-C / Lightning
Xreal Air 2 Pro	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	USB Type-C / Lightning
Viture One Lite	Integrated stereo speakers						23.4	23.4°	1,080 px	USB Type-C
Xreal Air 2 Ultra	Integrated stereo speakers			Inside-out	2				1,080 px	USB Type-C
Viture Pro	Integrated stereo speakers			Non-positional					1,080 px	USB Type-C
Sony PUD-J5A	Integrated stereo headphones	3	RGB stripe	Non-positional					228 px	
PlayStation VR	Integrated stereo earphones	3	RGB stripe	Outside-in			111.°		1,080 px	HDMI, USB 3.0
PlayStation VR2		2	PenTile Diamond	Inside-out	4				2,040 px	USB Type-C
IIS VFX3D	Integrated stereo headphones	3	RGB stripe	Non-positional					337 px	VGA
VRgineers XTAL		2	PenTile Diamond	Marker-based		1000	100.°		1,440 px	DisplayPort, USB 3.0
AjnaLens AjnaX	Integrated stereo speakers			Non-positional						