

## **A kiterjesztett valóság alapú szemüveg alkalmazásának kihívásai a védelmi szférában a műszaki szakfeladatok ellátása során**

A védelmi szakterület egyre nagyobb kihívások elé néz az elkövetkező időszakban, hiszen nemcsak a sajnálatos események száma változott meg, hanem a hatásuk jellege is, így az általuk okozott károk kiterjedtebbé, a kárterületük összetettebbé vált. A káros következmények megelőzése, felszámolása, hatásuk csökkentése és a helyreállítás is szemléletváltást igényel a feladatok meghatározásában és prioritizálásában, illetve az eszközök kiválasztásában és alkalmazásában. Kiemelt szereppel bírnak a jövőben a műszaki szakfeladatok és azok hatékony végrehajtása, amelynek feltétele a megfelelő eszközök alkalmazása. Az elmúlt időszakban a hagyományos eszközök mellett a védelmi, azon belül a műszaki, szakfeladatokban megjelentek a korszerű, informatikai technológiára épülő eszközök, és ezen belül a VR- (*Virtual Reality* – virtuális valóság; a továbbiakban: VR) és az AR- (*Augmented Reality* – kiterjesztett valóság; a továbbiakban: AR) technológia elterjedése is mértékadó. Ezek forradalmasíthatják a védelmi tevékenységet, ugyanakkor nem hanyagolhatók el a használatukból eredő egészségügyi és ergonómiai veszélyek sem. Felmerül, hogy hogyan épül fel a védelmi rendszerünk, és ebben mi a szerepük, és hol helyezkednek el a műszaki szakfeladatok. További kérdés, hogy milyen példák vannak a VR- és az AR-technológiák alkalmazására, és ezek mennyiben alkalmazhatók a műszaki szakterületen a védelmi munkában. Az is kutatóandó, hogy ezeknek az eszközöknek az alkalmazásához hogyan lehet segítséget nyújtani, mik azok a változók, amelyeket a biztonságos alkalmazás és az egészség megőrzése érdekében figyelembe kell venni mind a beszerzés, mind az alkalmazás során. Az alábbiakban a fenti kérdésekre keressük a választ, és elemizzük a VR- és AR-technológiák alkalmazási lehetőségeit. Konkrét eszközök, a Microsoft HoloLens 1 és a Microsoft HoloLens 2 szemüveg, összehasonlító elemzésével javaslatot teszünk az alkalmazás során a fontosabb paraméterekre, amelyekre épülve használati útmutató készíthető.

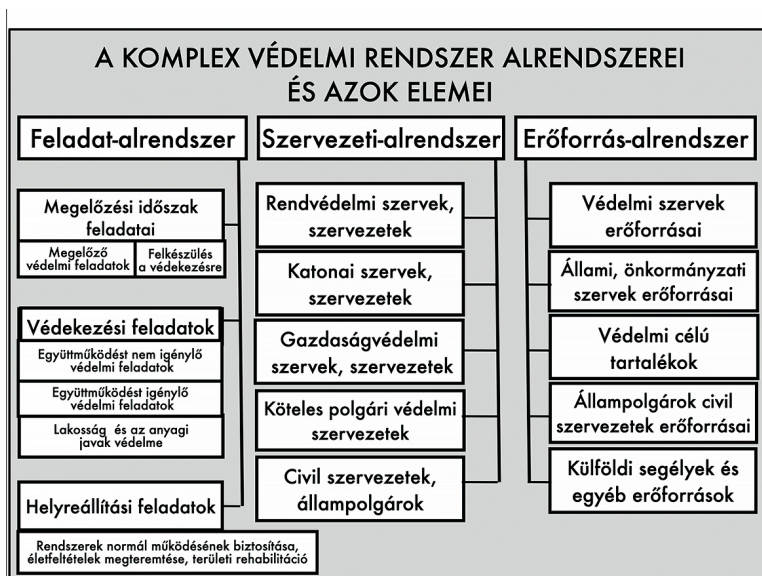
### **A műszaki szakfeladatok helye a védelmi rendszerben, a végrehajtásuk időszakai és célja**

#### *A műszaki szakfeladatok helye a védelmi rendszerben*

Az elmúlt időszakban jelentősen megváltozott a biztonsági környezetünk. Megnövekedett azoknak a sajnálatos eseményeknek a száma, amelyekben a veszélyeztető tényezők

következményei rendkívül súlyosak, és a lakosság és az anyagi javak védelme érdekében állami szintű beavatkozásra van szükség. Hazánk lépéseket tesz, hogy a veszélyeztetettségnek megfelelő válaszokat adja. Ennek érdekében kialakították a védelem komplex rendszerét. (Lásd 1. sz. ábra.) A folyamatban elsőként feltérképezték a veszélyeztető tényezőket, azonosították az alapvető értékeinket, védelmi céljainkat, majd meghatározták a szükséges védelmi szintet, annak összetevőit. Ezt követően kialakították a feladat-, a szervezeti és az erőforrás-alrendszert, amelyek további alrendszerekre tagolhatók. A feladatok alrendszer például megelőzési/felkészülési, védekezési és helyreállítási feladatcsoportokból tevődik össze.

A védelemben jelentkező feladatokat nemcsak a hivatásos mentőerők hajtják végre, hanem a civil és humanitárius szervezetek és az állampolgárok közreműködésére is szükség van. Ennek a jogszabályi keretét az adja, hogy hazánkban minden magyar állampolgárt polgári védelmi kötelezettség terhel, amelynek lényege, hogy hozzájáruljon a védelmi feladatok végrehajtásához. A feladat végrehajtáshoz szükséges erőforrások is rendszert alkotnak. A rendszer minden eleme összefügg egymással, így a működése jelentős koordinációt feltételez.



1. ábra: A komplex védelmi rendszer alrendszerei

Forrás: a szerző szerkesztése<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hornyacsek Júlia: The Relationship Between the Tasks Aimed at the Prevention of Extraordinary Incidents, the Preparation for the Mitigation of their Consequences and the System of Protection. *AARMS*, 16. (2017b), 1. 41–65. 47.3. ábra.

A szervezeti alrendszer minden ágában nemcsak arra kell figyelni, hogy a humán erőforrás megfelelő létszámban és felkészültséggel álljon rendelkezésre, de biztosítani kell, hogy a szükséges feladatokat jól határozzák meg, és a szakfeladatok ellátásához megfelelő képességek legyenek.

A védelmi szervezetek, szakemberek és a kutatók az évek folyamán azonosították a katasztrófák és más veszélyeztető tényezők következtében kialakult kárterületek jellemzőit, és meghatározták az ott végzendő szakfeladatokat. Egyre nagyobbá vált az igény arra is, hogy a feladatok rendszertani besorolása is megtörténjen, hogy ennek alapján a végrehajtási protokollokat is meg lehessen határozni, és a felkészülés időszakában azokat készség szintűvé fejleszteni. Ebből adódóan a téma a K+F kutatásokban is fókuszba került.<sup>2</sup> A vizsgálatok igazolták, hogy a katasztrófák számában növekedés, az általuk okozott károk jellemzőiben változások érzékelhetők, és a felszámolásukban, de a megelőzésükben is jelentős szerepe van a műszaki szakfeladatok ellátásának.<sup>3</sup> Az elemzések másik nagy területét az tette ki, hogy a védelem komplex rendszerének erőforrás-alrendszere milyen, honnan származik, hogyan tevődik össze, és mennyire optimalizálható.<sup>4</sup>

### *A műszaki szakfeladatok végrehajtásának időszakai és célja*

A katasztrófa kárterületen végzendő feladatokat szakfeladatok formájában hajtják végre, így a műszaki jellegű munkálatokat is. Ezeket is alapvetően 3 időszakban és céllal végzik, és a végrehajtás módja attól függ, kik, milyen státuszban végzik a tevékenységet. (Lásd 2. sz. ábra.)

<sup>2</sup> Ezek bemutatását számos szerző elvégezte, így nem térünk ki rá részletesen. Tóth András – Siposné dr. Kecskeméthy Klára: Az elmúlt évek legsúlyosabb természeti katasztrófái. *Műszaki Katonai Közlöny*, 27. (2017), 1. 148–169.; Döbrentei Balázs: A vasúti tömegszerencsétlenségek műszaki mentésének sajátosságai és gazdasági következményei. *Védelemtudomány*, 1. (2017), 2. 26–42.; Hornyacsek Júlia: A katasztrófák elleni védekezés műszaki szakfeladatainak rendszere, a végrehajtás követelményei, módszerei és eszközei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 23. (2018), 1. 103–139.

<sup>3</sup> Ezek bemutatását számos szerző elvégezte, így nem térünk ki rá részletesen. Hornyacsek Júlia: A biztonságunkat veszélyeztető tényezők és a katasztrófák elleni védekezés átfogó megközelítése. *Hadmérnök*, 12. (2017a), 1. 84–114.; Nikodém Edit: *A lakosság és az anyagi javak hazai védelmének újszerű értelmezése, megvalósításának követelményei, lehetséges módszerei*. Phd-értekezés. Budapest, NKE, 2013.

<sup>4</sup> Ezek bemutatását számos szerző elvégezte, így nem térünk ki rá részletesen. Padányi József – Kállai Ernő: A vízellátás új technikai berendezése. *Katonai Logisztika*, 13. (2005), 2. 190–201.; Laczik Balázs: Speciális műszaki technikai eszközök alkalmazási lehetőségei kárelhárítási és kárfelszámolási feladatok végrehajtása során, a katasztrófák sújtotta kárterületen. *Műszaki Katonai Közlöny*, 21. (2011), 1–4. 213–228.



2. ábra: A katasztrófavédelmi feladatok csoportja, megvalósítása

*Forrás:* a szerző szerkesztése<sup>5</sup>

Az ellátásuk korszerű eszközeinek meghatározásához tisztáznunk kell, hogy mit értünk *műszaki szakfeladaton*, mert ez a szakemberek körében is eltérő. Itt nem azokról a szakfeladatokról van szó, amelyek ellátásához műszaki eszközökre van szükség, hanem olyan feladatcsoportról, amely egy adott kárterületen átfogja a kárfelderítést, a kárelhárítást és a kárfelszámolást, valamint a halaszthatatlan műszaki helyreállító munkákat, és műszaki-technikai eszközök alkalmazásával biztosítja a más jellegű feladatok (például kitelepítés, befogadás, vegyi védelem stb.) ellátásához szükséges feltételek megteremtését is.

A komplex műszaki szakfeladatoknak 4 nagy területe van:

- megelőző műszaki-technikai védelem;
- a műszaki felderítés;
- a műszaki mentőmunkák és az ahhoz szükséges feltételek megteremtése;
- a más védelmi szakfeladatok ellátását támogató műszaki feladatok.

### *A műszaki szakfeladatok végrehajtásának eszközei*

A műszaki szakfeladatok végrehajtása során alkalmazott eszközöket 3 katasztrófatípus és esemény vizsgálatával térképeztük fel: a csernobili atomerőműben bekövetkezett baleset következtében kialakult katasztrófa, a 2010. évi borsodi árvíz és a 2010. évi vörösiszap katasztrófa (MAL Zrt.).

<sup>5</sup> Hornyacsek (2017b) i. m.

Megállapítható, hogy mindegyik esetben mind a hagyományos, mind a korszerű és a digitális technológiára épülő eszközök alkalmazására is sor került, jellemzően a hagyományos eszközök túlsúlyával.<sup>6</sup> A felderítés, a mentés, az ellátás és a kárelhárítás-kárfelszámolást teljes folyamatára elmondható, hogy az alábbi hagyományos eszköz-csoportokkal kellett számolni:

- adatgyűjtést és adatfeldolgozást, az adatértékelést, valamint a továbbítást szolgáló eszközök;
- műszaki szakfelderítést szolgáló eszközök, ezen belül a megközelítést, feltárást, helyszínre jutást segítő eszközök;
- a felderítéssel összefüggő területek, objektumok, épületek stb. megjelölésére szolgáló eszközök;
- okmányok, leírások, adatbázisok;
- információgyűjtést szolgáló eszközök;
- a lakosság védelmét, ellátását segítő eszközök, okmányok;
- a kárfelszámoláshoz alkalmazott eszközök.

Napjainkban már a hagyományos eszközöket<sup>7</sup> egyre inkább ötvözni kell az informatika adta korszerű lehetőségekkel. Nézzünk konkrét példákat erre!

1. táblázat: A műszaki szakfeladatokhoz alkalmazott hagyományos és az informatikára épülő kiegészítő eszköz

| Cél                        | Hagyományos eszköz                                                     | A korszerű informatikai technológiára épülő kiegészítő eszköz                                                             |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| adatgyűjtés                | fényképezőgép                                                          | 3D térszkenner, hőkamera                                                                                                  |
| adatrögzítés               | térkép, notesz, adatlap                                                | IMASS biológia detektor, PF-12Plus típusjelzésű fotométer, tablet                                                         |
| adatértékelés, továbbítás  | telefon, fax                                                           | 5G technológia, Cloud rendszer, Ai/Bi adatelemzés                                                                         |
| személykutatás             | repülőgép, távcső                                                      | SCOT Sight vagy Dräger UCF 6000 hőkamerarendszer, okos hőkamera, DJI Phantom 2 Vision plus és DJI Phantom 3 Advanced drón |
| kárelhárítás               | kézi eszközök, munkagépek, személyi eszközök                           | okos tűzoltó sisak                                                                                                        |
| romeltakarítás             | munkagépek                                                             | távvezérelt munkagépek                                                                                                    |
| ellátás: lakosság ellátása | fektető eszközök, szállító eszköz, ételek készítését szolgáló eszközök | Hololens AR szemüveg                                                                                                      |
| felkészítés, gyakorlás     | oktatóanyagok, vetítők, szerszámok                                     | Oculus VR szemüveg                                                                                                        |

*Forrás:* a szerzők szerkesztése

<sup>6</sup> Padányi József – Földi László: Military Technical Developments in Hungary in the Frame of ZRINYI 2026 Program. In Křivánek Václav (szerk.): *2019 International Conference on Military Technologies (ICMT)*. Brno, IEEE, 2019. 1–7.

<sup>7</sup> Ezek bemutatását számos szerző elvégezte, így nem térünk ki rá részletesen. Hornyacsek Júlia – Keszely László: A katonai erők, képességek alkalmazása katasztrófák esetén. *Hadmérnök*, 8. (2013), 2. 191–209.; Antal Örs – Muhoray Árpád: A földrengés-katasztrófák által okozott szerkezeti omlásokkal kapcsolatos kutatás-mentési feladatok alkalmazott módszerei. *Műszaki Katonai Közöny*, 24. (2014), 1. 44–59.

A korszerű informatikai eszközök egy sajátos csoportját képezik a kiterjesztett valóság és a virtuális valóság technológiákra épülő eszközök. Ezek elterjedése csak idő kérdése, használatukat a védelmi állománynak el kell sajátítania. Különösen jól alkalmazhatók a felkészítésben, a kiképzésben és a gyakorlások során. Tekintsük át a lényegét ezek alkalmazásának, és azokat a példákat is, amelyek adaptálhatók lehetnek nálunk is.

### **A kiterjesztett valóság és a virtuális valóság technológiára épülő eszközök a műszaki támogatás területén**

Az elmúlt években óriási figyelmet kapott – mind a nagyvállalatok, mind a tudományos világ részéről – a VR- és AR-technológia. A VR-technológia legnagyobb előnye az, hogy segítségével bármilyen helyzetet tudunk szimulálni, így a résztvevők úgy érzik, hogy a helyszínen tapasztalják meg az adott helyzetet, és lehetőségük nyílik megélni az adott feladatot ahelyett, hogy kizárólag a képzelőerejükre hagyatkoznának. Az ausztriai katasztrófavédelem a hagyományos oktatási tematikát kiegészítve VR-szimulátoron is képzzi a tűzoltókat, a UPS sofőrjei számára pedig olyan képzést indított el, amely a VR-technológia segítségével valósághűen szimulálja a közutakon előforduló vészhelyzeteket, így azok észlelésére és azonosítására tanítja a képzésben részt vevőket. Az előbb említett VR tűzoltó képzésen kívül számos ország hadserege, védelmi szférája használ különböző VR-technológiákat a kiképzés elősegítésére és a környezetterhelés csökkentésére. Jelen pillanatban az USA hadereje áll az élen a VR-kiképzések terén, hiszen ott már 2016-óta alkalmazott módszer a VR-szemüveg és a hozzá kapcsolódó szimulációs kiképzés (3. ábra).



3. ábra: VR-szimulátor gyakorlat közben az USA kiképző központjában

Forrás: <https://haptic.al/leveraging-live-virtual-and-constructive-technologies-at-military-virtual-training-and-simulation-35d475a8497d>



Itt a katonák egy virtuális térben hajtják végre a teljesen valósnak tűnő kiképzést. A virtuális tér objektumai és jelenségei minden szempontból valósághűek, beleértve az emberi viselkedést és reakciókat is. Az elmúlt évek egyik nagy újdonsága a Qwake Tech futurisztikus, AR-tartalommal ellátott sisakja, amely katasztrófahelyzetben számos fontos információval látja el a sisakot viselőt, megkönnyítve ezzel a menekítést<sup>8</sup> (4. ábra).



4. ábra: A Qwake Tech futurisztikus, AR-tartalommal ellátott sisakja és a tűzoltó által látott kép füstben, rossz látási viszonyok között

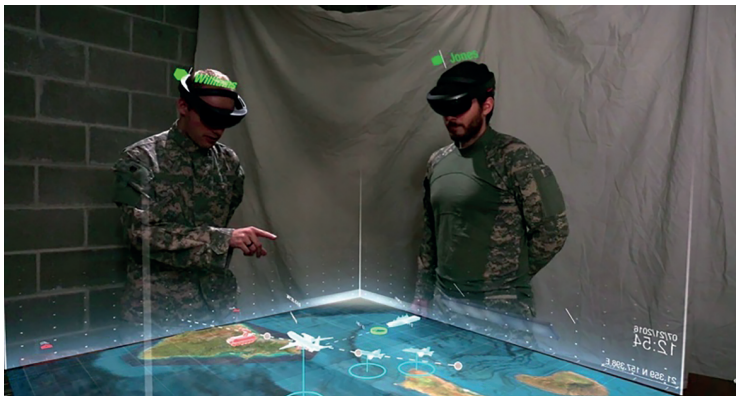
Forrás: <https://singularityhub.com/2017/06/28/this-augmented-reality-helmet-helps-firefighters-see-through-smoke-to-save-lives/#sm.0001h9awwy1puf1hu4n1hhrwcjpd>

A védelmi szférában rendszeresíthető védősisak nemcsak azért különleges, mert rendkívül sok hasznos információval látja el a sisak viselőjét, hanem azért is, mert a beépített hőkamera továbbított képével a bevetési irányítóközpontban is olyan aktuális többletinformációk érhetők el, amelyek segíti a valós idejű döntéstámogatást. A sisak felszereltsége lehetővé teszi, hogy ebben az esetben ne csak egy rendszeresített védőfelszerelésről beszéljünk, hanem a felszerelés egy döntéstámogató személyi felderítőeszköz is legyen. Háborús stratégiai szimulációra jó példa az Airbus Defense and Space által kifejlesztett AR Sandbox holografikus AR taktikai homokozó,<sup>9</sup> amely a döntéshozatali folyamat időbeni csökkentését tűzte ki célul (5. ábra). Ez a megoldás egy 3D-s holografikus térképen alapul, és a Microsoft HoloLens 1-es szemüvegen a kiterjesztett valóságot használja a küldetések előkészítésében. A Sandbox, a parancsnoki láncba integrálva, pontos 3D-s ábrázolást biztosít a felhasználóknak. Az operátorok egy virtuális terepasztal előtt élőben látják az aktuális információkat, és különböző scenáriókat hoznak létre, amelyeket ezután magasabb döntéshozatali szintekkel osztanak meg. A működési

<sup>8</sup> Bobby Carlton: *This AR Firefighter Helmet Will Save Lives*. Online: <https://vrscout.com/news/firefighter-helmet-save-lives-ar/>

<sup>9</sup> Lásd: <https://vrscout.com/news/the-australian-air-force-is-now-testing-the-microsoft-hololens/>

tervezés és a döntéshozatal megkönnyítésével ez az innováció lerövidíti a megfigyelési és döntéshozatali folyamatokat. A számukra legfontosabb információk ismeretével biztosítja a rendkívül gyors döntést.



5. ábra: Airbus Defense and Space által kifejlesztett Sandbox – holografikus taktikai homokozó

Forrás: <https://vrscout.com/news/the-australian-air-force-is-now-testing-the-microsoft-hololens/>

Az AR-megoldások az orvosok és szanitécek munkáját is nagyban megkönnyítik olyan esetekben, amikor végzettséggel nem rendelkező katonák hajtanak végre távoli támogatással és vizuális utasításokkal elsősegélynyújtást harctéri sebesülten (6. ábra).



6. ábra: Az amerikai hadsereg különleges műveleti parancsnokságán egy diák orvosi feladatot lát el AR-támogatással a Fort Bragg, NC, 2019. képzés keretében

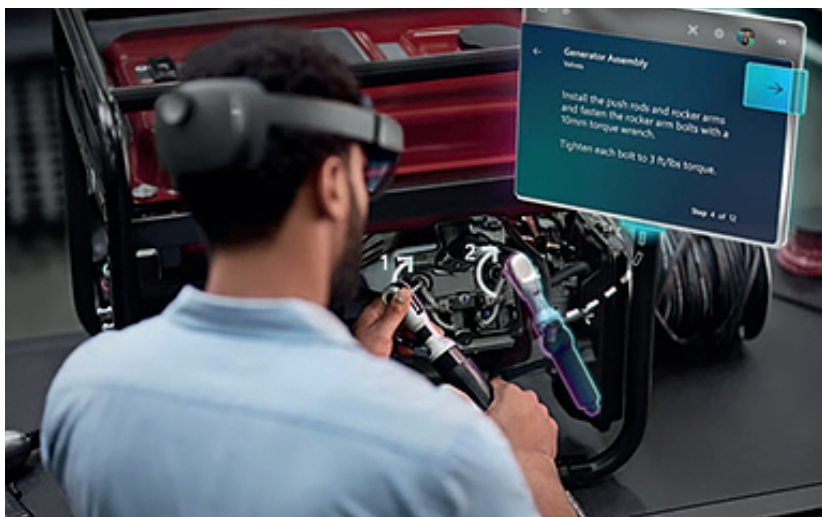
Forrás: [www.army.mil/article/218583/army\\_developing\\_training\\_to\\_expand\\_medical\\_capabilities](http://www.army.mil/article/218583/army_developing_training_to_expand_medical_capabilities)



Az ilyen távoli vizuális támogatás a katona AR-szemüvegén előben jelzi és mutatja az utasításokat, amit egy távoli orvoscsapat közvetít. Így alapvető előképzettséggel, de orvosok nélkül lehet egy sebesült állapotát stabilizálni.<sup>10</sup>

A védelmi szférán kívül az autóiparban is egyre több vállalat alkalmazza a kiterjesztett és virtuális valóság technológiát olyan feladatokra, mint készletgazdálkodás, raktározás és karbantartás. Az AR logisztikai alkalmazások felhasználásának egyik vezetője a BMW, amely jelenleg okosszemüveget használ a müncheni üzemének kísérleti projektjében (7. ábra).

Az alkalmazás másik nagy területe a raktározás és az áruszállítás. A DHL például globális szinten bővíti az AR Vision Picking programját a különböző ipari ágazatokban. A DHL szkennereket és 3D mélységérzékelőket kombináló AR-rendszere segítségével a dolgozók, ha ránéznek egy teherautó rakományára, gyorsan meg tudják határozni a raklapok, a csomagok vagy akár a teljes térfogat számát és típusát. A rendszer előnye az úgynevezett „utolsó kilométeres szállítás”, amely az ellátási lánc végső fázisa. Az AR használatával minden járművezető releváns információkat kaphat egy adott csomagról, ha egy AR-szemüveggel nézi azt, így ez az alkalmazás a vezetésbiztonságot is segíti. Az információ magában foglalhatja az áruk típusát, súlyát, szállítási címét, kezelési utasításokat, és akár valós időben is kiszámíthatja a helyigényeket, valamint mutathatja a teherautóban lévő lehetséges üres helyeket is.



7. ábra: A felhasználó AR-szemüvegben és az általa látott virtuális kijelző munka közben

Forrás: <https://iiot-world.com/augmented-reality/>

[augmented-reality-in-the-transportation-and-logistics-sector-part-5/](https://iiot-world.com/augmented-reality/)

<sup>10</sup> Eve Meinhardt: *Army developing training to expand medical capabilities*. Online: [www.army.mil/article/218583/army\\_developing\\_training\\_to\\_expand\\_medical\\_capabilities](http://www.army.mil/article/218583/army_developing_training_to_expand_medical_capabilities)

Az Atheer nemzetközi vállalat létrehozott egy olyan AR-alkalmazást, amely távoli dokumentációkhoz és erőforrásokhoz való hozzáférést, részletes feladatútmutatást és vonalkód-leolvasást biztosít, amelyek mindegyike közvetlenül megjelenik az alkalmazott intelligens szemüvegén.

A példákból látható, hogy ezen a területen elért eredmények nagy lehetőségeket rejtnek magukban. A védelmi munkában is egyre inkább terjednek az AR eszközök. A felhasznált digitális eszközök gyors cserélődése, változása felveti azonban azok ergonómiai és használati kérdéseit. A használatból eredő egészségkárosodás megelőzését minden gyártó szem előtt tartja, de a használat mikéntje is sokat számít, ezért egy alkalmazási és rendszerbeállítási útmutató standard elengedhetetlen, ami alapján az alkalmazó egymáshoz viszonyítva vizsgálhatja az eszközök hatékonyságát, alkalmazásának előnyeit és veszélyeit. A következőkben két ilyen eszköz, a Microsoft HoloLens 1 és a Microsoft HoloLens 2 bemutatása alapján teszünk javaslatot egy rendszerbeállítási-használati útmutatóra.

## **Az AR-szemüveg alkalmazásának kihívásai a műszaki támogatás területén**

*Második generációs kiterjesztett valóság alapú szemüvegek.*

*A Microsoft HoloLens 1 és HoloLens 2 szemüveg technikai összehasonlítása*

2016 elején jelent meg a világ egyik legnagyobb szoftervállalata, a Microsoft Corporation által fejlesztett HoloLens 1 (8. ábra) okoszemüveg, amely kombinálta a virtuális valóságot a való világban láthatóval. Ezt a technológiát hívják szaknyelven kiterjesztett valóságnak. Ennek legnagyobb haszna az, hogy a valós és a virtuális világgal egyszerre, egy időben tudunk kapcsolatba lépni, magyarul dolgozni, tervezni, tanítani és egyéb feladatokat elvégezni.

Ez az első generációs okoszemüveg nagy szenzációnak számított a megjelenése idején, mert a virtuális valóságot (*Virtual Reality*, VR) használó, az ember látására és hallására koncentráló addigi eszközöknek szükségük volt egy további asztali számítógépre vagy laptopra, hogy működhessenek. A Microsoft ezt a korlátot győzte le okoszemüvegével, amely 2016-ban kellően futurisztikus megoldásnak számított. Ezt a megállapítást erősíti a felhasználási területek szórakoztató iparon (például a VR-játékokon) való túllépése is, mert itt már elsősorban az ipari, a tudományos vagy a termékfejlesztő szereplőket szólították meg. Például a Case Western Reserve Egyetem és a Cleveland Klinika közös projektben hozott létre egy interaktív, egyben digitális tananyagot az emberi anatómiával kapcsolatban. A NASA sugárhajtással foglalkozó laboratóriuma űrhajótervezéshez használta fel a HoloLenst. A védelmi feladatok ellátásában, főként a felkészülési időszakban és a kiképzésben, is nagy távlatokat nyitott. Eme lehetőségek ellenére az eszköz technikai forradalmat akkoriban mégsem tudott elindítani. Nem volt kérdés tehát, hogy a fejlesztések nem állhatnak meg, így készült el 2019-ben az okoszemüveg következő generációja, a HoloLens 2 (9. ábra), amellyel szemben hatalmasak voltak az elvárások.



8. ábra: Microsoft HoloLens 1 kiterjesztett valóság alapú szemüveg

Forrás: <https://foresttech.events/>

trimble-unveils-next-gen-mixed-reality-device-with-microsoft-hololens-2/



9. ábra: Microsoft HoloLens 2 kiterjesztett valóság alapú szemüveg

Forrás: <https://xrgo.io/en/microsoft-hololens-2/>

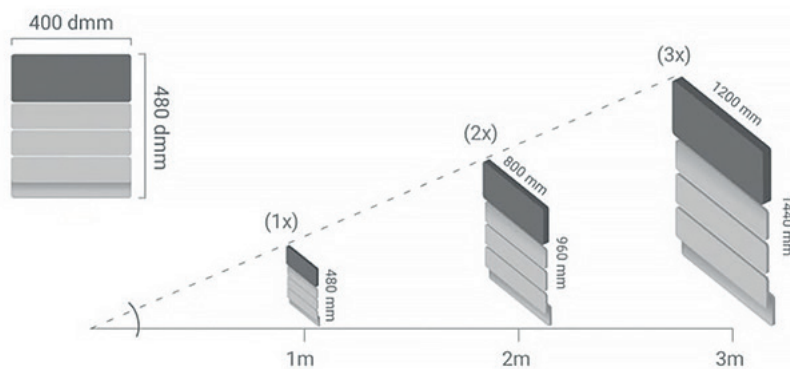
A fejlesztők alapvetően látványosan koncentráltak a kényelmi funkciók megnövelésére (a felhasználó teljesítményének fokozása céljából).



110. ábra: A virtuális térben látott kép nagyságának aránya a HoloLens 1 és a HoloLens 2 szemüveg esetén

Forrás: [www.microsoft.com/en-us/p/hololens-2/91pnzzznzwcw](http://www.microsoft.com/en-us/p/hololens-2/91pnzzznzwcw)

A második generáció így könnyebben viselhető és kényelmesebb, amit elsősorban a szén-szálas technológiával érték el a tervezők a szemüveg elülső részének megformálásakor (közben pedig az akkumulátort a fej hátsó részéhez helyezték). Az sem elhanyagolható, hogy az eszköz tömege így 579 grammról 566 grammra csökkent, valamint kiegészítőként – egy hátsó gomb segítségével – állíthatóvá vált a szemüveg feszessége a fejen. A képsűrűség paraméterei nem változtak, viszont a rendelkezésre álló látószög 34 fokról 52-re (10. ábra), míg a kijelző felbontása 1280x720 per szemről 2048x1080 per szemre nőtt (11. ábra).



11. ábra: A virtuális térben alkalmazott szöveg olvashatósága a távolság függvényében pixel felbontás alapján

Forrás: <https://uxplanet.org/designing-user-experience-for-virtual-reality-vr-applications-fc8e4faadd96>

A szemüveg központi vezérlőrendszere is jelentős változáson esett át. Míg az első generáció egy 1 GHz-es Intel 32-bit vezérléssel működött, addig a fejlesztett változatban már egy erősebb, Qualcomm Snapdragon 850 chip dolgozik. Nem elhanyagolható fejlesztés, hogy már könnyen készíthetők, telepíthetők és futtathatók alkalmazások a HoloLens 2 szemüvegen.

Ez jó alapot képezett ahhoz, hogy a felhasználók interakciós lehetőségei is gyarapodjanak. A Microsoft tervezői érintéssel és szemkövetéssel biztosították a szemüveg használói számára az interakciót. (Az első generációban is elérhető volt már a hanggal való irányítás, ezt a funkciót ezúttal csak aktualizálták a Universal Windows Platform applikáció alapján.) Mindez a gyakorlatban azt jelenti, hogy elég csak magunk elé nyúlni és megérinteni azt a specifikus pontot, ahol a hologramot szeretnénk elhelyezni és már dolgozhatunk is vele. A könnyítés ilyen szempontból jelentős. Ez a módszer számos funkcióval működőképes például a virtuális gombokkal, 10 ujjas virtuális eszközökkel, csúszkákkal és akár még virtuális zongorákkal is. A szemkövetés a felhasználó privát szférájának védelmét is erősíti. Például a szemkövető szenzorok azon túl, hogy természetesebbé és gyorsabbá teszik az interakciókat, az íriszfelismeréssel kiegészítve lehetővé teszik a HoloLens 2 szemüveget használók számára, hogy a jelszavak vagy a biztonsági ellenőrzés egyéb formái helyett egy pillanat alatt bejelentkezzenek az adott eszközön.

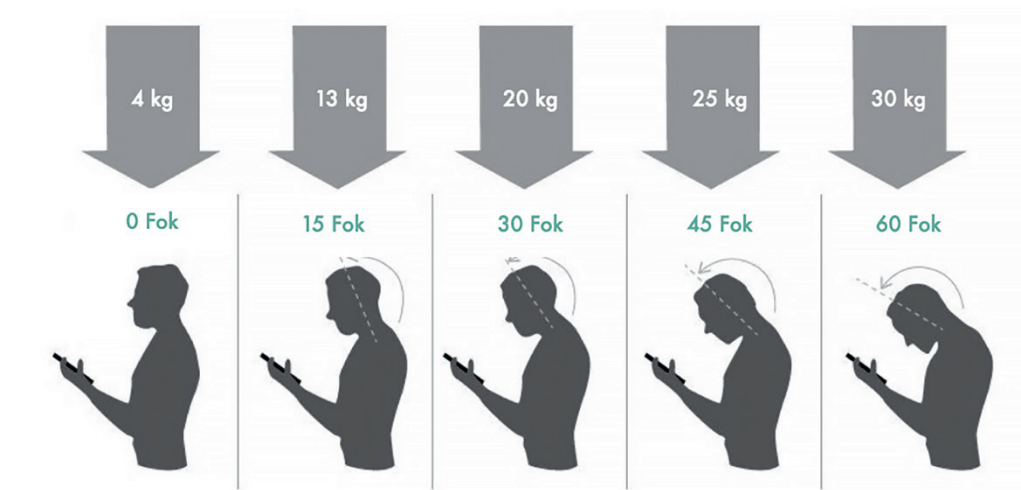
### *Az AR-szemüveg alkalmazásának kihívásai*

A HoloLens-széria tehát több szegmensben jelentősen megváltozott, de alapvető céljában nem, mert ezeket az eszközöket elsősorban még mindig vállalkozások számára tervezték. Céljuk, hogy javítsák a napi hatékonyságot és az eredményességet. A gyártó számos iparágnak viszonylag elérhető (3500 dollár) szegmensben pozicionálta az új terméket. Segítségével a felhasználó egy távoli helyről vagy az adott programtól érkező információk alapján is végrehajthat bizonyos műveleteket. Megállapítható tehát, hogy a HoloLens 2 egy jövőbe mutató, sok iparág számára hasznosnak bizonyuló megoldási lehetőséget kínál, és használata forradalmasíthatja a védelmi területet és a műszaki szakfeladatok ellátását is. Nem szabad elfelejteni azonban azt, hogy a virtuális térben a felhasználóra számos új típusú és még kellően nem kutatott, nem vizsgált terhelés nehezedik.

Az egyik ilyen terület maga az *eszköz viselése* és a virtuális térben való munka. Hiszen az eszköz tömege erőhatást gyakorol a felhasználóra. A HoloLens esetében ezért volt fontos a már említett tömegcsökkentés, valamint az eszköz alkatrészeinek elhelyezésén való optimalizálás (az akkumulátor hátulra került), mert az emberi nyakat minden természetellenes pozíció terheli. Gondoljunk bele például egy igen hétköznapi szituációba, a mobiltelefonozási szokásokba, amelyek esetén ráadásul nincs is szó fejen hordott eszközről. Ha az ember 0 fokban hajlítja a nyakát a telefonja képernyője irányába, az akkor is körülbelül 5 kilogrammnyi plusz terhet jelent számára, ha pedig ez a fiatalokra olyannyira jellemző, extrémnek mondható 60 fokra nő, az nagyjából 27 kilónyi (!) terhelést



jelent (12. ábra). Ennek az erőhatásnak számos élettani hatása lehet, kezdve a felhasználó fáradékonyságától a testtartászavarig.



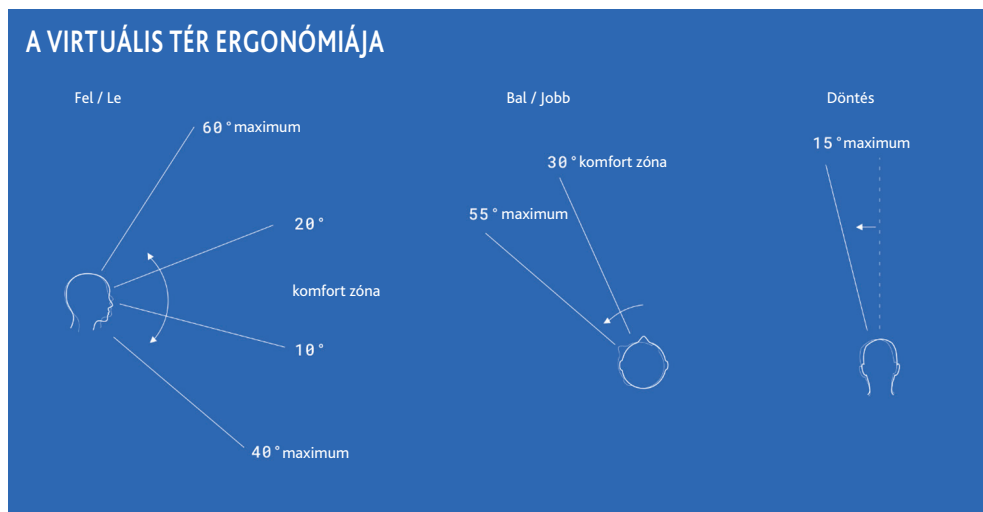
112. ábra: A virtuális térben elhelyezkedő kezelőfelület, „virtuális” monitor vagy billentyűzet terhelése az emberi fej különböző szögben tartása esetén

Forrás: <https://uxplanet.org/designing-user-experience-for-virtual-reality-vr-applications-fc8e4faadd96>

E problémák fennállása megnövekedik, ha a használt digitális eszközt – mint például a HoloLens 1 vagy a HoloLens 2 – még viselni is kell, amelynek önmagában több mint fél kilogrammos tömege van. A felhasználónak a virtuális térben számos módon van lehetősége dolgozni, de ahogy a telefonok esetében, itt is a nyak döntési fokával nő a terhelés, ezzel pedig rövidül a munkavégzés és a koncentrációképesség ideje. Ebből következik, hogy az alapvető felhasználói prioritások kialakításánál is oda kell figyelni arra, ki, miként használja az okosműveget, hol helyezkednek el a virtuális gombok a térben vagy a virtuális valóságot vezérlő eszközök.

Említést érdemel egy napjainkban elvégzett amerikai kutatás, amelyben a Northern Illinois University és az Oregon State University tudományos munkatársai működtek közre. A Sai Akhil Penumudi, Veera Aneesh Kuppam, Jeong Ho Kim és Jaejin Hwang nevével fémjelzett szakmai munka a mozgásszervi terhelést, a feladat teljesítésének fokát és a virtuális valósággal való (VR-szemüveg) interakciók során keletkező kényelmetlenségeket vizsgálta.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Lásd: Sai Akhil Penumudi – Veera Aneesh Kuppam – Jeong Ho Kim – Jaejin Hwang: The effects of target location on musculoskeletal load, task performance, and subjective discomfort during virtual reality interactions. *Applied Ergonomics*, 84. (2020).



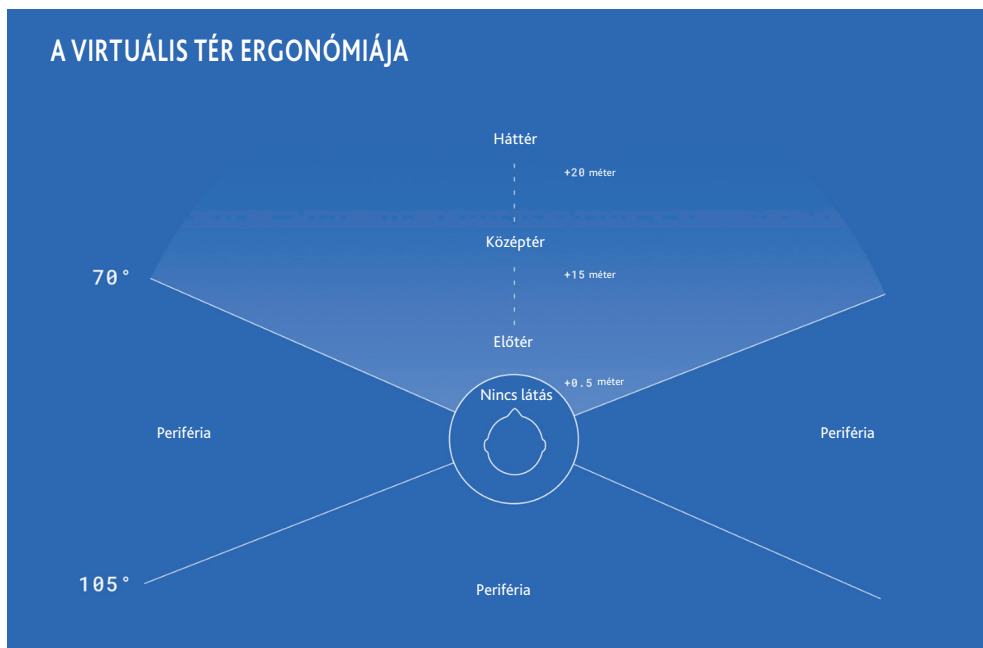
113. ábra: A virtuális térben való látás ergonomiailag hasznos területe

Forrás: <https://uxplanet.org/designing-user-experience-for-virtual-reality-vr-applications-fc8e4faadd96>

A tudományos értekezés konklúziója, hogy a fej 15, valamint 30 fok feletti tartását a nyak és a váll izomtevékenységével kapcsolatban kerülni kell, a mozgásszervi terhelés csökkentése és a testi kényelmetlenség elkerülése érdekében. A VR-szemüveg ebből a szempontból nagyon hasonló a HoloLens 2-höz, tehát a megállapítás ez esetben is érvényes (13. és 14. ábrák).

Az emberre nehezedő további terhelések közül kiemelkedik az úgynevezett *simulator sickness*, amely lényegében egyfajta – eddig elsősorban a szimulációk során a pilóták esetében fellépő – mozgásbetegségként volt ismert, azonban a virtuális valóságot használók esetében is tetten érhető. Tünetei a kényelmetlenség, apátia, álmoság, dezorientáció, fáradtság vagy hányinger. Ezek a tünetek ugyanúgy csökkentik az adott eszközt használó ember munkájának hatékonyságát, koncentrációképességét, mint korábban a helytelen testtartás. A virtuális térben való munkánál megfigyelték,<sup>12</sup> hogy a szemüvegen közel lévő képernyő kapcsán kardinális faktor a fényerő, elsősorban is annak hirtelen változása. A felhasználót az ilyen közeli képernyőn történő fényerőváltozással olyan hatás éri, mint amikor a sötét szobából az ember kilép a fényre. Ezen hirtelen változások egymásutánja kiválthatja a kiberbetegséget. Ugyancsak veszélyes lehet a virtuális térben elhelyezett különféle gombok közeli elhelyezkedése, amelyek szintén hasonló tüneteket okozhatnak a felhasználónál. Ezért kifejezetten kerülni kell az ilyen megoldásokat, mert csökkenthetik a felhasználó teljesítményét.

<sup>12</sup> Mark Roman Miller et alii: *How augmented reality affects people's behavior*. Stanford University, 2019. Online: [www.sciencedaily.com/releases/2019/05/190522101944.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2019/05/190522101944.htm)



14. ábra: A virtuális térben való látás hasznos területe

Forrás: <https://uxplanet.org/designing-user-experience-for-virtual-reality-vr-applications-fc8e4faadd96>

Általánosságban megállapítható tehát, hogy az ilyen eszközök kapcsán ahelyett, hogy megpróbálnánk alkalmazkodni a meglévő technológiáink által támogatott vagy korlátozott interakciókhoz, a különféle platformokkal való kapcsolatba lépésnek (VR és AR esetében egyaránt) a lehető legtermészetesebbnek és intuitívabbnak kell lenniük.

Erre törekedtek a HoloLens 2 tervezésekor is, amelyet jól mutat a látómező 34 fokról 52-re való megnövekedése, illetőleg a szemenkénti kijelzőfelbontás fejlesztése is. Ez azért fontos, mert az AR- és VR-szemüvegek két LCD-kijelzőt használnak, mindegyik szemhez egyet. A kijelzők előtt lencsék helyezkednek el, ami segít a fókuszálásban, így hozva létre egy sztereoszkópikus 3D-s képet. Emellett a szemüvegek alkalmasak egy beépített giroszkóp segítségével a fej mozgásának követésére, a modernebb eszközök, mint például a HoloLens 2, pedig a szem mozgásának követésre is. A mozgítás alapján a szemüveg a vetített képet felfelé, lefelé és oldalra mozgatva változtatja, elősegítve a térérzetet. Bár a technológia nem régóta alkalmazott, ezért nincsenek még hosszú távú vizsgálatok, a szemészek egyetértenek abban, hogy a VR/AR headsetek nem károsítják a szem fejlődését, egészségét.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Sunwook Kim – Maury A. Nussbaum – Joseph L. Gabbard: Augmented Reality “Smart Glasses” in the Workplace: Industry Perspectives and Challenges for Worker Safety and Health. *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 4. (2016), 4. 253–258.

Így a nagyobb felbontású kijelzővel rendelkező készülékek, alkalmazásuk esetén, kevésbé fárasztják a szemet, mint az alacsonyabb felbontású társaik. Azon személyek azonban, akik bármilyen látási rendellenességgel rendelkeznek, amelyek gátolják őket a mélységérzékelés és a normál 3D látásban, nagyobb valószínűséggel tapasztalnak fejfájást és/vagy szemfáradtságot VR/AR-szemüveg használata esetén.

2. táblázat: Alkalmazási és rendszerbeállítási sztenderd

| Kategória/változók                                                               | HoloLens 1                                  | HoloLens 2                              |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kiadás éve                                                                       | 2016                                        | 2019                                    |
| Súly (akkumulátorral)                                                            | 579 gramm                                   | 566 gramm                               |
| Terhelés eloszlása                                                               | elől                                        | fejközépen                              |
| Önálló autonóm műszaki berendezés<br>(nem igényel semmilyen támogató perifériát) | igen                                        | igen                                    |
| Vezérlés                                                                         | kontroller, kéz, hang                       | kéz, hang, szem                         |
| Vezérlés érzékenysége                                                            | közepes                                     | magas                                   |
| Processzor                                                                       | Intel 32 bit                                | Qualcomm Snapdragon 850                 |
| Memória                                                                          | 2 GB                                        | 4 GB                                    |
| Tárolás                                                                          | 64 GB                                       | 64 GB                                   |
| Alkalmazás közbeni melegedés                                                     | közepes                                     | alacsony                                |
| Vizuális adatbevitel                                                             | 120x120 fokos<br>4 szenzoros kamera         | 120x120 fokos<br>4 szenzoros kamera     |
| Kijelző felbontása (szemeként)                                                   | 1280 x 720 pixel                            | 2048 x 1080 pixel                       |
| Látómező                                                                         | 34 fok                                      | 52 fok                                  |
| Szemüveg viselete                                                                | nem kényelmes                               | kényelmes                               |
| Operációs rendszer                                                               | Windows MR                                  | Windows HR                              |
| Szoftver                                                                         | Windows 10                                  | Windows 365 rmt                         |
| Akkumulátor használati idő                                                       | 1 óra                                       | 2–3 óra                                 |
| Érzékelők reakcióideje                                                           | közepes                                     | magas                                   |
| Viselési komfort                                                                 | alacsony                                    | magas                                   |
| Kijelző fényerő (nappali fényben)                                                | közepes                                     | közepes                                 |
| Rendszertámogatás                                                                | közepes                                     | magas                                   |
| Váz alapanyag                                                                    | műanyag                                     | karbon                                  |
| Kapcsolat                                                                        | Micro USB, Bluetooth 4.0,<br>WLAN 802.11 ac | USB-C, Bluetooth 5.0, WLAN<br>802.11 ac |

Forrás: a szerzők szerkesztése

A kijelző minél nagyobb kontrasztaránya pedig előnyt jelenthet, mivel a 3D dizájnerek nagyobb mozgásteret adtak a terek tervezéséhez. Ahogy a fizikai világban is, az emberek kényelmetlenül érzik magukat kicsi,<sup>14</sup> nagy vagy például magas terekben (klausztrofóbia, agorafóbia, vertigo). Ezért nem mindegy, hogy a virtuális térben a tervező milyen eszközökkel rendelkezik a térérzet csökkentésére vagy növelésére.

A Microsoftnál tehát nemcsak az eszköz fizikai ergonómiájára figyeltek oda, hanem a digitális térben való munka megkönnyítésére is. Véleményünk szerint, bár csökkentették az említett mozgásbetegség fellépésének lehetőségét, a végső megoldást majd

<sup>14</sup> Carole Cometti et alii: Effects of mixed reality head-mounted glasses during 90 minutes of mental and manual tasks on cognitive and physiological functions. *PeerJ*, 2018.

csak akkor érjük el, ha eme eszközök segítségével a teljes látómezőben képesek leszünk dolgozni, ez azonban már egy következő fejlesztés eredménye lehet, és egyben a jövő kihívása. Tegyük egy összehasonlítást!

Összegzőként az eddig bemutatott összehasonlítás, valamint a felhasználási rizikó-faktorok megvizsgálása után világosan látszik, hogy a Microsoft HoloLens 2 napjaink virtuális technológiát használó eszközei közül még a felmerülő kihívások tükrében is kiemelkedő lehetőségeket biztosít a korábban már említett felhasználási területeken, és jó alapot szolgálhat egy alkalmazási és rendszerbeállítási útmutató szttenderd elkészítéséhez (2. táblázat).

A kutatási eredmények és az erre válaszként adott technológiai megoldások pedig akaratlanul is a VR/AR-eszközök alkalmazásának fent említett veszélyeire adnak választ, illetve javítanak az eszközök alkalmazásának hatékonyságán. Így, ha ezeket a technológiai újításokat vesszük alapul és parametizáljuk, akkor egy általános, AR/VR-szemüvegekre használható alkalmazási és rendszerbeállítási szttenderdet kaphatunk. A védelmi szférában az ilyen típusú eszközök használatához javasolt a fenti összehasonlítás paramétereit, változóit figyelembe venni.

## Összegzés

Az elmúlt időszak sajnálatos eseményei és a biztonsági környezet változásai magukkal hozták annak igényét, hogy a védelmi rendszer minden kihívásra választ tudjon hozni. Hazánkban ezért kialakították a védelem komplex rendszerét, benne a feladat-az intézmény- és erőforrás-alrendszerekkel. A feladatok alapvető célja, hogy Magyarország területi integritását megőrizték, és a lakosságot, valamint az alapvető javakat védjék a különböző veszélyeztető tényezők ellen. A védelmi rendszer feladatait a megelőzési, a védekezés és a helyreállítási időszakban hajtják végre, szakfeladatok formájában. A feladatok között kiemelt szereppel bírnak a műszaki szakfeladatok, amelyek olyan feladatcsoportok, amelyek egy adott kárterületen átfogják a kárfelderítés, a kár-elhárítás és a kárfelszámolás, valamint a halaszthatatlan műszaki helyreállító munkákat, és műszaki-technikai eszközök alkalmazásával biztosítják a más jellegű feladatok (például kitelepítés, befogadás, vegyi védelem stb.) ellátásához szükséges feltételek megteremtését is. Ezek ellátása során a hagyományos eszközök mellett egyre inkább megjelentek a korszerű, informatikai technológiára épülő eszközök is. Kiemelt szerepük lesz a jövőben a VR- és az AR-technológiáknak. Ezek alkalmazása azonban ergonómiai, munkaegészségügyi kihívásokat is rejt magában. A tanulmányban a HoloLens-széria két darabjának vizsgálatával azonosítottuk az eszköz változóit, amelyet a jövőbeni beszerzéseknél és a rendszerbe állításnál célszerű lesz figyelembe venni. Az alkalmazásra való felkészítések során pedig a mutatókból fontos lenne – egy további kutatás alapján – olyan kategóriákat felállítani, amelyek támogatást nyújtanak az eszközök viselésében, eredményes használatában.



## Felhasznált irodalom

- Antal Örs – Muhoray Árpád: A földrengés-katasztrófák által okozott szerkezeti omlásokkal kapcsolatos kutatás-mentési feladatok alkalmazott módszerei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24. (2014), 1. 44–59.
- Carlton, Bobby: *This AR Firefighter Helmet Will Save Lives*. Online: <https://vrscout.com/news/firefighter-helmet-save-lives-ar/>
- Cometti, Carole et alii: Effects of mixed reality head-mounted glasses during 90 minutes of mental and manual tasks on cognitive and physiological functions. *PeerJ*, 2018. Online: [10.7717/peerj.5847](https://doi.org/10.7717/peerj.5847)
- Döbrentei Balázs: A vasúti tömegszerencsétlenségek műszaki mentésének sajátosságai és gazdasági következményei. *Védelemtudomány*, 1. (2017), 2. 26–42.
- Hornyacsek Júlia – Keszely László: A katonai erők, képességek alkalmazása katasztrófák esetén. *Hadmérnök*, 8. (2013), 2. 191–209.
- Hornyacsek Júlia: A biztonságunkat veszélyeztető tényezők és a katasztrófák elleni védekezés átfogó megközelítése. *Hadmérnök*, 12. (2017a), 1. 84–114.
- Hornyacsek Júlia: A katasztrófák elleni védekezés műszaki szakfeladatainak rendszere, a végrehajtás követelményei, módszerei és eszközei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 23. (2018), 1. 103–139.
- Hornyacsek Júlia: The Relationship Between the Tasks Aimed at the Prevention of Extraordinary Incidents, the Preparation for the Mitigation of their Consequences and the System of Protection. *AARMS*, 16. (2017b), 1. 41–65.
- <https://foresttech.events/trimble-unveils-next-gen-mixed-reality-device-with-microsoft-hololens-2/>
- <https://haptic.al/leveraging-live-virtual-and-constructive-technologies-at-military-virtual-training-and-simulation-35d475a8497d>
- <https://iiot-world.com/augmented-reality/augmented-reality-in-the-transportation-and-logistics-sector-part-5/>
- <https://singularityhub.com/2017/06/28/this-augmented-reality-helmet-helps-firefighters-see-through-smoke-to-save-lives/#sm.0001h9awwy1puf1hu4n1hhrwcjppd>
- <https://uxplanet.org/designing-user-experience-for-virtual-reality-vr-applications-fc8e4faadd96>
- <https://uxplanet.org/designing-user-experience-for-virtual-reality-vr-applications-fc8e4faadd96>
- <https://uxplanet.org/designing-user-experience-for-virtual-reality-vr-applications-fc8e4faadd96>
- <https://vrscout.com/news/the-australian-air-force-is-now-testing-the-microsoft-hololens/>
- [www.army.mil/article/218583/army\\_developing\\_training\\_to\\_expand\\_medical\\_capabilities](http://www.army.mil/article/218583/army_developing_training_to_expand_medical_capabilities)
- [www.microsoft.com/en-us/p/hololens-2/91pnzzznzwcw](http://www.microsoft.com/en-us/p/hololens-2/91pnzzznzwcw)
- <https://xrgo.io/en/microsoft-hololens-2/>
- Kim, Sunwook – Nussbaum, Maury A. – Gabbard, Joseph L.: Augmented Reality “Smart Glasses” in the Workplace: Industry Perspectives and Challenges for Worker Safety and Health. *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 4. (2016), 4. 253–258. Online: <https://doi.org/10.1080/001577323.2016.1214635>
- Laczik Balázs: Speciális műszaki technikai eszközök alkalmazási lehetőségei kárelhárítási és kárfelszámolási feladatok végrehajtása során, a katasztrófák sújtotta kárterületen. *Műszaki Katonai Közlöny*, 21. (2011), 1–4. 213–228.
- Meinhardt, Eve: *Army developing training to expand medical capabilities*. Online: [www.army.mil/article/218583/army\\_developing\\_training\\_to\\_expand\\_medical\\_capabilities](http://www.army.mil/article/218583/army_developing_training_to_expand_medical_capabilities)
- Miller, Mark Roman et alii: *How augmented reality affects people’s behavior*. Stanford University, 2019. Online: [www.sciencedaily.com/releases/2019/05/190522101944.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2019/05/190522101944.htm)

- Nikodém Edit: *A lakosság és az anyagi javak hazai védelmének újszerű értelmezése, megvalósításának követelményei, lehetséges módszerei*. Phd-értekezés. Budapest, NKE, 2013.
- Padányi József – Földi László: Military Technical Developments in Hungary in the Frame of ZRINYI 2026 Program. In Václav, Křivánek (szerk.): *2019 International Conference on Military Technologies (ICMT)*. Brno, IEEE, 2019. Online: [10.1109/MILTECHS.2019.8870061](https://doi.org/10.1109/MILTECHS.2019.8870061).
- Padányi József – Kállai Ernő: A vízellátás új technikai berendezése. *Katonai Logisztika*, 13. (2005), 2. 190–201.
- Tóth András – Siposné dr. Kecskeméthy Klára: Az elmúlt évek legsúlyosabb természeti katasztrófái. *Műszaki Katonai Közlöny*, 27. (2017), 1. 148–169