

## **A szimulációs rendszereken alapuló képzés, kiképzés lehetőségei, valamint hatékonyságának vizsgálata a Magyar Honvédség légierő haderőnem fegyvernemeinél és szakcsapatainál**

*Napjainkban egyre inkább teret nyernek a különböző digitális platformok bevonásai bizonyos kompetenciák fejlesztése és fenntartása céljából. A mai rohanó világban elengedhetetlen, hogy lépést tartsunk olyan korszerű technikákkal és kiképzési formákkal, amelyek segíthetik az adott fegyvernemet, hogy modernebb, költséghatékonyabb és biztonságosabb módon támogassák a képzést. A különböző szimulációs rendszereken alapuló technológiák a 21. században egyre inkább utat törnek maguknak, ami számos tudományterület ugrásszerű fejlődését tette lehetővé. Az ezen tudományterületekben rejlő potenciálok kiaknázása nélkül napjainkban már nem lehet lépést tartani a modern társadalommal és ezzel párhuzamosan a modern haderővel. Megvizsgálva a jelenlegi fejlődési ütemet mind hardveres, mind szoftveres viszonylatban azt találjuk, hogy alig 1-2 évente megkétszereződhet az aktuális fejlettségi szint, emiatt a téma folyamatos és alapos követése elengedhetetlen.*

*Kulcsszavak: 360°-os kamera, hatékonyság, AS-350B, helikopter, 3D modell*

### **A tudományos probléma megfogalmazása**

A repülési szegmens olyan, szoros biztonsági hálóban működő speciális terület, amelynek működését úgy a földön, mint a levegőben hatóságok felügyelik és irányítják. A hagyományos légi közlekedés rendszerének napjainkig ugyan voltak már bevált és jól működő szimulátoros rendszerei, de ezek gyors léptékű fejlődése, valamint e fejlődés nyomon követése újabb és újabb kihívás elé állíthatja az adott kiképző, üzemeltető szervezetet.

Elmondható, hogy a polgári légi közlekedés szakszemélyzetének képzésében a szimulátorhasználat már hosszú évek óta hatóság által akkreditált feltételrendszer mellett működik, ami a napi több millió utas biztonsága miatt elengedhetetlen. Az állami célú légi közlekedésben a szimulátorhasználat a tervezhető és garantált teljes kiképzettségi szint elérését teszi lehetővé, gyakran kevesebb repülési idő mellett.

Az állami és polgári repülésben egyaránt óriási problémát jelent a folyamatos pilótahiány. Az állami szférában az új típusok beszerzése és a hajózók előregedése miatt az elkövetkezendő években közel 200 pilótára lenne szükség, így a Magyar Honvédségben biztosnak kell lenni abban, hogy a teljes mértékben államilag finanszírozott képzési rendszerbe csakis olyan növendékek kerülnek be, akik minden szempontból alkalmasak, és képesek a teljes, akár négy fázisból álló többéves kiképzést elvégezni. A jelenlegi struktúra miatt gyorsan volna szükség nagy létszámú teljesen kiképzett hajózárra, azonban az elmúlt 50–60 évhez képest jelentősen kevesebb oktató és repülőeszköz áll rendelkezésre, így felértékelődnek az olyan alternatív rendszerek alkalmazásának lehetőségei, amelyek kompenzálni tudják ezen akadályokat.

Ilyen nehezítő körülmény lehet továbbá, hogy a jelenlegi fiatal nemzedék már nem tekinti élethivatásának a pilótapályát, így jelentősen megnőtt a fluktuáció. Ennek elkerülése érdekében pedagógiai értelemben véve is a rendelkezésre álló lehetőségek legszélesebb palettájából kell meríteni, így a szimulátorok fontossága is hatványozódik.

Számos kérdés merül fel e témakör körül, többek között a rendszerszintű kialakítás eljárásai és a hatékonysági fok mérése. Miként lehetne az újonnan beszerzett és már rendszerben lévő szimulátorokat a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen nemrégiben újraindult állami légijármű-vezetői szakos hallgatók számára a képzésben hasznosítani. Javítható-e a beiskolázott pilótajelöltek beválása és rendszerben tartása. Integrálásukkal elősegíthető-e a kiválasztás optimalizálása és a repülő-kiképzésben dolgozó oktatók munkaterhelésének ideális mértékre csökkentése, valamint milyen mértékben szolgálhatja a Magyar Honvédségben (MH) szolgáló légijármű-vezetők jártasságfenntartását a hajózó növendékek kiképzése mellett.

### **Kutatási célkitűzések**

A különböző szimulátorok és alternatív valóságok alkalmazásának elképzelése a hajózók kiképzésében viszonylag újszerű gondolat, hazai gyakorlati megvalósításra jelenleg még nincs példa. Első lépcsőfokként azonban a cél a megfelelő szimulátorok és szimulációs módszerek felkutatása, integrálhatóságuk metodikájának kidolgozása, majd azok kiterjesztése, legvégül a javaslattétel a végrehajtásba történő áttételre. Emiatt az egyéb iparágakban összegyűjtött katonai és polgári tapasztalatok összegzése, az ott szerzett eredmények feldolgozása és elemzése, valamint ezek témába vágó áttételése szolgálhat a kutatómunka alapjául. Az alapozó időszak további tervei között szerepel az egységes szakterminológia kidolgozása is.

Kiemelt célkitűzés az olyan szimulációs technológiákon alapuló kiképzési tematika kidolgozása, amely optimalizálja a jelenlegi állami légijármű-vezetői szakképzés struktúráját, valamint ezzel egy időben csökkenti a repülésbiztonsági kockázatokat, az emberi tényező kitéttését a repülésben, illetve költség- és energiamegtakarítást tesz lehetővé. Kiemelt jelentőségű terület a katonai hajózók kiképzése, utánpótlása és jártasságfenntartása egymásra gyakorolt hatásainak vizsgálata, és olyan ajánlások megfogalmazása, amelyekkel a Magyar Honvédség szakmai, szakdiplomáciai törekvései támogathatók. Mindezekben túl fel kell tárnunk, ki kell mutatni azokat a területeket, amelyek nemzetközi és hazai szinten további, részletesebb kidolgozást igényelnek.

### **Kutatási eredmények**

A Katonai Műszaki Doktori Iskolában eltöltött első két évben számos eredményt sikerült elérni. A kutatásban kiemelt szerep jut az időmenedzsmentnek, ugyanis a legtöbb kísérletet és megfigyelést több éven át kell végezni, újabb és újabb légijármű-vezető szakos hallgatói tancsoportok bevonásával. Az elvégzendő kísérletek végcéljaikban megegyeznek, de felépítésükben és részleteikben több ponton is eltérnek.

#### *Kutatási hipotézisek*

Ezen vizsgálatok célja igazolni a kutatás első szakaszára vonatkozó hipotéziseket, amelyek a következők:

A kutatás első szakaszára vonatkozó hipotézisek:

1. A szimulációs rendszereken alapuló technológiák integrálása optimalizálja a forgószárnyas kiképzést.
2. A Digital Combat Simulator (DCS), valamint a Microsoft Flight Simulator (MFS) mint szórakozást célzó szimulátor alkalmazható a légijármű-vezető kiképzésének kezdeti fázisában.
3. Az MI-17 FTD mint eltérő típusú akkreditált szimulátor is effektíven felhasználható a légijármű-vezetők kiképzésében AS-350B könnyű kiképző-helikopteren.
4. A virtuális tér használata nagyban segíti a kiképzendő légijármű-vezetők elméleti felkészítését.

A kutatás második szakaszára vonatkozó hipotézisek:

1. A gyakorlati repülőgépvezető-kiképzés egymásra épülő moduljainak időtartama szimulátorok alkalmazásával egységesíthető.
2. Definiálhatók és fejleszthetők azok az alapvető repülőgép-vezetéshez szükséges részképességek, amelyek civil felhasználású játékszoftverek segítségével önképzés keretein belül használhatók.
3. A virtuális valóság alkalmazásával elérhető élményszerű tanulási folyamat a kiképzés előrehaladásának hatékonyságát javítja.
4. Az alapvető repülési képességek megértéséhez és elsajátításához nem szükséges típusazonos szimulátort alkalmazni.

### *Szakirodalmi áttekintés és kutatási előzmények*

Számos szakirodalmat feldolgozva elmondható, hogy több kutató foglalkozik ezzel a témával hazánkban is, de érdemi előrelépés eddig nem történt. Sokatmondó kutatási eredmények és publikációk születtek, amelyek irányt mutattak a jövőbeli optimalizált kiképzés elősegítéséhez, azonban valami mégis gátat szabott a kialakításának. A kutatások során törekedni kellett ezen akadályok felderítésére és leküzdésére. A problémakört alapvetően gondosan feltérképezték, és szakszerű kísérletekkel igazolták is a kutatók, ám sok esetben hiányzott a különböző tudományterületek összehangolása, így az összegzett kép felmutatása is. Megfigyelve az elmúlt két év saját kísérleteinek eltérő mivoltát azokat ugyanazon kísérleti csoportokon végezték el, ezáltal megfigyelve, hogy tényleg az összehangoltság hiánya okozhatta-e a problémát.

### *Elvégzett kísérletek*

Az elvégzett kísérletek a következők voltak:

- A Nemzeti Közszerződési Egyetemen tanuló légijármű-vezető szakos hallgatók (azon belül is a helikopteres szakirány) otthoni felhasználású szimulátorokkal (Digital Combat Simulator és Microsoft Flight Simulator) történő felkészítése az akkreditált MI-17 FTD használata előtt.
- Gyakorlati kísérletek MI-17 FTD akkreditált szimulátorral az optimális szimulátorhasználati időtartam meghatározásához a földi felkészítés alatt.

- Insta360-kamerafelvételek készítése és a felvételek VR-szemüveggel való összehangolása az elméleti oktatás hatékonyságának növelése érdekében.
- 3D modell elkészítése az AS-350B könnyű kiképzőhelikopterről, amelyet a tanulási nehézségek megkönnyítése érdekében készítettek.

Az első részeredményeket egy korábbi publikációban már ismertettük, így azokra részletesebben most nem térünk ki, továbbá jelen írásban mindössze az első két vázlatpontot mutatjuk be. Azóta a kísérlet természetesen tovább folytatódott, és egyre inkább beigazolandni látszik, hogy azon diákok, akik saját szabadidejüket rááldozzák a szoftverek használatára (megfelelő licenzek hiányában csak az önképzés keretein belül történő felhasználás engedélyezett), jelentős készségbeli fejlődést mutattak nagyon rövid időn belül. A növendékek megszerezték azokat az alapvető izommemória-beidegződéseket, amelyek a helikopteres repülés alapjaihoz szükségesek. Ez jelentős gyakorlati eredménynek mondható, hiszen igazolható, hogy gamifikáció által lehetőség van nehezen megszerezhető kompetenciák (például a helikoptervezetés) elsajátítására.

### *A szimulátorhasználati időtartam optimalizálása*

A második kísérletet már az elmúlt két évet megelőzően is elkezdtek vizsgálni, igaz, akkor még konkrét vizsgálati cél nem volt, de az ott szerzett tapasztalatok nagymértékben segítik a mostani kutatás eredményességét. A jelenlegi cél azon időintervallum meghatározása mint standard szimulátoridő, amely megmutatja, mennyi repült órára van szüksége egy hallgatónak a szimulátorban ahhoz, hogy a valós repülés megkezdésekor stabil alapokkal rendelkezzen, és képes legyen abszolválni a képzést. Ez a valóságban annyit jelent, hogy a növendék az első pillanattól kezdve otthonosan mozog a fülkében, mentálisan felkészült és nyugodt, ismeri a helikopteres repüléshez szükséges kormány szervkezelést, az előírt feladatokat sikeresen teljesíti, de legfőképpen nem kérdőjelezhető meg az alkalmassága mint gépparancsnok.

Természetesen a valós típuson történő repüléseket rengeteg olyan tényező befolyásolja, amely a szimulátorban nem hozható létre, ennek ellenére kijelenthető, hogy van összefüggés a szimulátorban eltöltött idő és a valós repülés eredményessége között. Az ehhez köthető időtartam meghatározása ezáltal a kutatás egyik célja. A folyamatosság elvét követve és felhasználva a kezdeti tapasztalatokat az alábbi eredmények születtek a cikk megírásának pillanatáig.

### Az első tancsoport eredményei

Az első tancsoport vizsgált tagjai (akik korábban használtak otthoni szimulátort is) megközelítőleg 25–30 órát töltöttek a szimulátorban, amely során már nemcsak alapvető finommotorikus készségeket sajátítottak el, amelyek minimálisan szükségesek a biztonságos repüléshez, hanem előrehaladó és műrepülő elemeket is végre tudtak hajtani. Azon hallgatók ellenben, akik nem játszottak otthon, kevésbé voltak motiváltak az MI-17 FTD-ben, így kevesebb órát is (körülbelül 10–15 órát) töltöttek ott. Ez annak tudható be, hogy az akkreditált szimulátorban az ott töltött idejük nagy részét főleg az alapok elsajátítása tette ki, és ez – látva a velük egy időben már jóval előrébb járó társaikat – kihatással volt rájuk.

A valós repülés során a 25–30 órával rendelkező hallgatók az első órában biztonságosan és önállóan kezelték a kormánysszerveket, képesek voltak fel- és leszállni, illetve különböző függési gyakorlatokat végrehajtani, ami a megelőző évek tapasztalatai alapján csak 5–10 óra után volt elmondható. Összegezve ennél a tancsoportnál a 25–30 óra csak az önszorgalom miatt kiemelendő, azonban ekkora mennyiségű repült óra egyrészt nagy létszámú csoportnál rengeteg időt venne igénybe (ami reálisan nem kivitelezhető), másrészt a valós repülés megkezdésekor nem elvárható az előrehaladó feladatok és végképp a műrepülés végrehajtása.

### A második tancsoport eredményei

A második tancsoport diákjai esetében szintén elkülönítve vizsgáltuk a hallgatókat aszerint, kik használtak, és kik nem otthoni szimulátort. A kísérletben csupán az tért el, hogy itt mindössze már csak 5 órát tudtak a szimulátorban tölteni (az egyre nagyobb szimulátorleterheltség miatt). Itt már szignifikánsan megmutatkozott, hogy az otthoni fejlesztés markáns segítség az egyén számára. A lecsökkentett óraszám miatt azok, akik kezdettől fogva otthonosan mozogtak a fülkében, sokkal gyorsabban felvették a fonalat, és 1-2 óra után már alapvető összetett feladatokat (iskolakör, légtérfeladatok) is el lehetett kezdeni velük. A fel- és leszállás stabil volt, valamint képesek voltak precíz függést végrehajtani. A csoport többi tagja az öt óra alatt a fel- és leszállás fázisáig jutott, illetve a függés feladatához köthető alapmozdulatok végrehajtására volt képes.

Összegezve itt elmondható, hogy az ötórás időtartam már a nagyobb létszámú (ebben az évben 9 fő) csoportok esetében, ha szűkösen is, de elegendő. Ehhez azonban számos olyan feltételnek kell teljesülnie, amely sok esetben nem áll

rendelkezésre (mint például megfelelő számú oktató vagy a szimulátor elérhetősége). Ezenfelül ez az időintervallum már realisabb számot takar, ugyanis a valós repülés megkezdésekor az első 1-2 órában már biztonságos végrehajtás volt tapasztalható, néhány apróbb bizonytalansággal azoknál a hallgatónál, akik rendelkeztek otthoni idővel. A többiek esetében elmondható volt, hogy 3–5 óra alatt jutottak el ezen szint közelébe, viszont a szimulátorozás előtti időkből tapasztaltakhoz képest ez is jelentős eltérés. Azonban a pontos cél meghatározása érdekében a következő tancsoportnál ennél is kisebb óraszám alkalmazása volt indokolt.

### A harmadik tancsoport eredményei

A harmadik tancsoport esetében a kísérlet alapjai megegyeztek a korábbiakkal, azonban ahogy a kutatás haladt előre, néhány kísérőelemet is bevezettünk. Ez azt jelenti, hogy az otthon szimulátort használó hallgatók már oktatói iránymutatást kaptak, virtuális tanpályát hoztunk létre nekik a szoftverben, és célirányos feladatokat hajtottak végre. Ennek célja az volt, hogy megvizsgáljuk, miként csökkenthető tovább az FTD-szimulátoridő úgy, hogy az ne menjen az eredményesség rovására egyetlen hallgató esetében sem.

Az akkreditált szimulátorban mindössze három órát töltöttek, ám ez is elegendőnek bizonyult, hogy szembetűnő eredmények szülessenek. Azok a növendékek, akik végigcsinálták az otthoni modult, három óra alatt is produkálták az elvárható szintet az MI-17 FTD-ben. A többiek azonban nem voltak képesek ugyanezen szint megközelítésére sem. Bár robotpilóta segítségével többé-kevésbé tudták kezelni a szimulátort, annak kikapcsolására teljes káosz alakult ki. A valós AS-350B repülés során az otthoni modult is végrehajtók körében szintén megfigyelhető volt a stabilitás az első perctől kezdve, így esetükben a fentebb említett időintervallum elegendőnek mondható, ellenben a többi növendék csupán 4-5 óra után kezdett el felzárkózni. Elmondható, hogy a háromórás időtartam csakis olyanok esetében alkalmazható eredményesen, akik rendelkeznek előzetes ismeretekkel, ellenkező esetben minimum 5 óra szükséges a stabil alapok elsajátításához.

### *Konklúziók a kísérletek alapján*

Konklúzió ennél a kísérletnél több részben is levonható. Egyrészt igazolást nyert, hogy az otthoni használatra készült játékszoftverek jelentősen befolyásolhatják

az egyén valós képességeit még az olyan komplikált közegekben is, mint a repülés. Ezen szimulátorok használata felgyorsíthatja a kiképzés menetét a repülésbiztonsági kockázatok növelése nélkül. Korábbi idők tapasztalataiból kiindulva már néhány óra szimulátorban töltött idő is jelentős előrelépés bizonyos képességek kialakulásának tekintetében, azonban a célirányosan felépített, modulokra épülő és virtuális rendszereken alapuló technológiákkal kiegészített kiképzés olyan optimalizált rendszert vetíthet előre, amely költség- és időhatékony, figyelembe veszi a humánerőforrás-menedzsment szempontjait, valamint előtérbe helyezi a repülésbiztonságot.

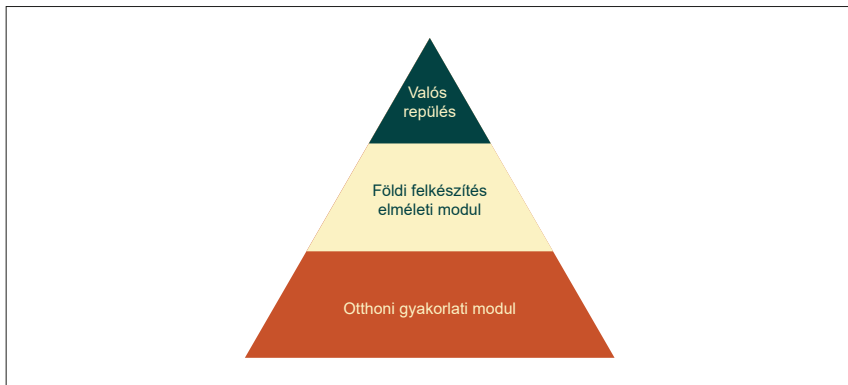
Bár a civil szférában a szimulátorok használata mindennapos, az ilyesfajta megközelítés még viszonylag új keletűnek mondható. Levonható következtetés továbbá, hogy bár az MI-17 FTD akkreditált szimulátor eltér a valós repült típustól, mégis magas hatásfokkal alkalmazható a kiképzés során. Ezáltal kijelenthető, hogy a típusazonosság nem feltétel egy hatékony kiképzés bevezetésénél és fenntartásánál, annak kezdeti fázisában. Végző soron eredményként felmutatható, hogy a 3–5 órás akkreditált szimulátoridő tekinthető annak az optimális tartománynak, amely alatt egy hallgató képes olyan szintre eljutni, hogy garantálható legyen a képzés sikeres elvégzése.

### **A moduláris kiképzési rendszer fejlesztése**

Bár a kísérlet során meghatározó eredmények születtek, felettébb szükséges további vizsgálatok elvégzése is. Egy moduláris képzés kialakításához szükséges maguknak a moduloknak a meghatározása is, valamint azon elemek definiálása, amelyek felépítik azokat. A moduláris rendszer tervezett fázisait a 9.1. ábra szemlélteti.

#### *Otthoni modul*

A felvázolt piramis legalsó és legnagyobb részét tölti ki ez a modul, ugyanis rendkívül lényeges, hogy kedvet kapjon a növendék a forgószárnys repüléshez, ami után eltökéltséggel és motiváltan fog viszonyulni a további képzésekhez. Az otthoni modul megnevezés nem feltétlenül a saját lakóhelyre értendő, hanem bármely olyan helyre, ahol a hallgató megfelelő munkaállomást alakít ki magának. Fontos szempont, hogy nyugodt környezetben tudja használni a szoftvert, és



9.1. ábra. A forgószárnyas kiképzés  
moduláris felépítésének tervezete  
Forrás: a szerzők szerkesztése

lényeges, hogy ezt ne kötelező feladatként vagy elvárásként értelmezze, hanem öncélú szórakozásként. Ez a gamifikációs tanulási folyamat egyik lépcsőfoka és építőeleme. A növendék egyre nehezedő feladatokat teljesít, amelyek során sikerélményben van része (lásd 9.2. ábra).

Lehetőség van kooperatív módon összekötni a játékosokat, ezáltal közösség-építő jelleg is megfigyelhető, valamint a felhasználók közösen tudnak problémákat megoldani. Amikor a növendék nehézségbe ütközik, oktatói segítséget kap, de nem közvetlenül a megoldást, hanem az ahhoz vezető oktatóvideót vagy illusztrációt. Ennek célja, hogy ezáltal a hallgató önmaga próbáljon rátalálni a hiba forrására, így a problémamegoldó képességei is fejlődnek, a megszerzett tudás pedig jobban elmélyülhet. Ha teljesítik a megadott szinteket és feladatokat, azt képernyővideóval kell hogy igazolják az oktatók számára.

A szoftver rögzíti a szimulátorban eltöltött repülési időt és a repülési paramétereket. Elemezhető a repülési folyamat, az ott elkövetett hibák és pozitívumok egyaránt. Ennél a modulnál fontos, hogy első körben a pozitívumokra koncentráljanak a kiértékelés során, hogy ezzel is további motivációt szerezzen a hallgatónak. Az eddigi tapasztalatok alapján a játék hatására olyan mélyen ásták bele magukat a hallgatók a helikopteres repülés részleteibe (köszönhetően a helikopteres repülés nehézségeinek), hogy a földi felkészítés megkezdésekor már rendelkeztek aerodinamikai és repüléstechnikai alapokkal, ami jelentősen segítette és felgyorsította a földi felkészítést.



9.2. ábra. Leszállási feladat mozgó rombolóra

Forrás: Screenshots [é. n.]

### *Földi felkészítés – elméleti modul*

A helikopteres alapkiképzés második állomása a földi felkészítés. Ebben a fázisban kezdődik meg a hallgatók típusspecifikus felkészítése a kiképzőhelikopterre és a valós repülésre. Az elméleti fázis tartalmazza azokat az ismereteket, amelyek nélkülözhetetlenek a biztonságos repülés megkezdéséhez (meteorológia, különleges esetek, rádiólevezetés stb.). Azonban csupán néhány éve (az MI-17 FTD beszerzése óta) tartalmaz ez a fázis szimulátorhasználatot is. Kiemelendő ellenben, hogy konkrét levezetési terv magára a szimulátorban eltöltött időre és feladatokra nem áll rendelkezésre. Ennek oka többértű:

- Viszonylag újnak mondható a szimulátor.
- Nem típusazonos a valós típussal, ezáltal kételyeket vetett fel a hasznossága az alapkiképzésben (árt vagy használ?).
- Az eddig hivatalosan elfogadott és aláírt levezetési terv nem tartalmazta.
- Oktatóhiány: humán szempontból amíg a hallgatók körülbelül 30 percenként váltják egymást, és pihennek, addig az oktatóknak több órát is bent kell tölteniük, ami egy idő után rosszullétet okozhat.
- Szimulátorleterheltség: egyre több külföldi hajózáscsoport továbbképzése zajlik a szimulátorban, illetve a hazai pilóták jártasságfenntartás céljából itt hosszabbítják meg lejáró feladataikat.

Az elmúlt három év kísérleteinek és tapasztalatainak hatására azonban sikerült elérni, hogy a hivatalos levezetési terv immár tartalmazza a szimulátorhasználatot, továbbá a valós repülés során kiderült, hogy szignifikánsan befolyásolja a hallgatók motorikus képességeit, így a típusazonosságból fakadó kételyek is eloszlanak látszanak. Ebben a modulban tehát az elméleti ismeretek elsajátítása és az otthoni modulban szerzett tapasztalatok szimulátorban történő továbbfejlesztése valósul meg.

### *Valós repülés*

Utolsó lépcsőfokként azok a hajózójelöltek, akik eredményes elméleti vizsgát tesznek, megkezdhetik az AS-350B típuson történő gyakorlati repülésüket. Ez a típus világszinten elismert helikopter, amely felhasználóbarát, könnyen kezelhető és rendkívül strapabíró, ezáltal kiképzőhelikopternek elsőrangú. A kísérletek azt mutatták, hogy a tervezett moduláris felépítés egyirányú, mivel a valós repülés megkezdése után az akkreditált szimulátor használata inkább zavaró lehet, mintsem effektív. Ennek oka, hogy míg a szimulátoron elsajátított alapokat a valós típuson finomítják, addig ez visszafelé csak rontja a már megszerzett finommotorikus beidégződéseket. Ellenben új repült elemek begyakorlására, amelyeket a valóságban még nem próbált a növendék, továbbra is eredményes a szimulátor.

### **További javaslatok**

A kutatások során számos elképzelés megvalósíthatóságának vizsgálatát végezték el, és fogják elvégezni a jövőben, hogy racionális és igazolható eredményeket mutathassanak fel. A megfogalmazott ajánlásokhoz köthető tervezetek a következők:

- A moduláris felépítés hatékonyságának bizonyítása.
- További részelemek integrálása a földi felkészítés fázisába, úgymint 3D oktatómodell használata és 360° felvételek VR-térben történő alkalmazása.
- Levezetési terv és értékelési szempontrendszer kidolgozása az MI-17 FTD szimulátorban eltöltött időtartamra.

Természetesen a tanulmány elején felsorolt hipotézisek alátámasztásához további vizsgálatok szükségesek, azonban részeredmények már sikerrel felmutathatók. A kutatást és a kapcsolódó vizsgálatok várható eredményeit tudományos értekezés,

konferencia-előadások és szakmai cikkek formájában publikáljuk a választott témakörben magyar, illetve angol nyelven.

### **A kutatás eredményeinek hasznosíthatósága**

A kutatás eredményeként tett ajánlások és javaslatok eredményesen felhasználhatók lesznek a repülés világában – beleértve az állami és a polgári célú felhasználást egyaránt –, elősegítve és tovább fokozva a kiképzések hatékonyságát. A moduláris rendszer alkalmazása révén jelentős költségmegtakarítás érhető el, miközben a kiképzés minősége és biztonsága nem csökken, sőt bizonyos területeken javul.

A gamifikáció alkalmazása a kiképzésben új perspektívákat nyit meg, különösen a fiatalabb generáció motiválásában. Az otthoni szimulátorok integrálása a hivatalos képzési rendszerbe olyan hibrid modellt eredményez, amely ötvözi a hagyományos és a modern tanulási módszereket.

### **Összegzés**

Összegezve elmondható, hogy a világ jelenleg rohamtempóban a digitalizáció és a virtuális tér irányába tolódik. Ennek részei vagyunk, ezáltal szükségessé válik a jelenlegi rendszer folyamatos monitoringja és szükség esetén felülvizsgálata. A kutatás célja az, hogy segítse a kiképzés fázisaiban részt vevő állomány mindennapjait, biztonságosabbá és hatékonyabbá tegye a helikopteres alapkiképzést azáltal, hogy megvizsgálja a modern technológiák adta lehetőségeket, kísérletek útján meghatározza a racionális részeket, majd ajánlásokat tesz egy saját tematikára.

A szimulációs technológiák fejlődése és alkalmazása a katonai légierő kiképzésében már nem opcionális lehetőség, hanem elengedhetetlen szükséglet. A kutatás eredményei azt mutatják, hogy a megfelelően strukturált és moduláris felépítésű szimulátoros képzés jelentősen javíthatja a kiképzés hatékonyságát, csökkentheti a költségeket és növelheti a repülésbiztonságot. A továbbiakban szükséges a kutatások folytatása és a rendszer további finomhangolása a gyakorlati tapasztalatok alapján.

## EXAMINING THE POSSIBILITIES AND EFFECTIVENESS OF TRAINING BASED ON SIMULATION SYSTEMS FOR ARMS AND TROOPS OF THE HUNGARIAN AIR FORCE

*Nowadays, the involvement of various digital platforms is increasingly gaining ground for the development and maintenance of certain competencies. In today's fast-paced world, it is essential to keep up with modern techniques and training forms that can help the given branch of the armed forces to support training in a more modern, cost-effective and safer way. Technologies based on various simulation systems are constantly making their way in the 21st century, which has enabled the rapid development of many scientific fields. Without exploiting the potential inherent in these scientific fields, it is no longer possible to keep up with a modern society and, in parallel, a modern military force. Examining the current pace of development in both hardware and software terms, we find that the current level of development can double in barely 1-2 years, which is why continuous and thorough monitoring of the topic is essential.*

*Keywords: 360° camera, efficiency, AS-350B, helicopter, 3D model*

### Felhasznált irodalom

- BALI Tamás (2016): *Helikoptervezetők kiválasztása és kiképzésének korszerűsítése*. PhD-értekezés. Szolnok: Nemzeti Közszerológáti Egyetem. Online: [https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/bali\\_tamas\\_thu.pdf](https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/bali_tamas_thu.pdf)
- BALI Tamás (2011): Szimulátorok alkalmazása a légijármű-vezetők kiképzésének támogatásában. *Repüléstudományi Közlemények*, 23(3), 45–58.
- BALCERZAK, Tomasz – KOSTUR, Katarzyna (2018): Flight Simulation in Civil Aviation: Advantages and Disadvantages. *Revista europea de derecho de la navegación marítima y aeronáutica*, (35), 35–67.
- BOJOR, Lavinia (2024): Game-Based Learning in Modern Military Education: Digital Wargaming as a Tool for Tactical Training. *International Conference KNOWLEDGE-BASED ORGANIZATION*, 30(2), 107–113. Online: <https://doi.org/10.2478/kbo-2024-0060>
- DOMJÁN Károly (2017): A légierő számára kialakítható moduláris szimulációs környezet kialakításának lehetőségei, képességek megszerzéséhez, fenntartásához és eljárások tökéletesítéséhez. *Repüléstudományi Közlemények*, 29(2), 401–414.
- DOMJÁN Károly (2018): A virtuális valóság hardveres és szoftveres környezet kialakításának, fejlesztésének és alkalmazhatóságának lehetőségei repülőorvosi környezetben. *Repüléstudományi Közlemények*, 30(2), 163–176.
- MCCAULEY, Martin E. (2006): *Do Army Helicopter Training Simulators Need Motion Bases?* Technical Report 1176. United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences. Online: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA444549.pdf>

- MENDES, Joice B. – RAMOS, Alexandre C. B. – MORA-CAMINO, Felix (2014): Low Cost Helicopter Training Simulator: A Software Case Study from the Brazilian Police. *International Journal of Computer Science and Artificial Intelligence*, 4(2), 45–53. Online: <https://doi.org/10.5963/IJCSAI0402003>
- NÉGYESI Imre (2023): A virtuális valóság technológiai alkalmazásának lehetőségei a katonai képzésfejlesztésben. *Hadtudomány*, 33(2), 3–16. Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2023.33.2.3>
- NÉMETH András – VIRÁGH Krisztián (2021): Virtuális valóság és haderő – fejlődéstörténet I. rész. *Haditechnika*, 55(2), 5–12. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.55.2.02>
- Screenshots [é. n.]. *Digital Combat Simulator*. Online: <https://www.digitalcombatsimulator.com/en/downloads/screenshots/>
- SZABÓ László (2001): *A virtuális valóság alkalmazásának didaktikai és szakmai kérdései, különös tekintettel a repülő szakemberek képzésére a MH-ban*. Online: <http://www.mmo.njszt.hu/Kiadvanyok/2001/CIKKEK/szabo.pdf>
- VIRÁGH Krisztián (2020): A virtuális valóság (VR) technológiáinak alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a katonai aspektusokra. In POHL Árpád (szerk.): *Biztonság és honvédelem. Fenntartható biztonság és társadalmi környezet tanulmányok II.* Budapest: Ludovika, 1011–1060.
- YAMAMOTO, Gonca Telli – ALTUN, Deniz (2021): Virtual Reality (VR) Technology in the Future of Military Training. *Çağ Üniversitesi Uluslararası Güvenlik ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 79–93.