

Bali Tamás<sup>1</sup>

## A SZIMULÁTOROK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI AZ UAV SZEMÉLYZET GYAKORLATI KÉPZÉSÉBEN<sup>2</sup>

*Nem túlzás azt állítani, hogy a szimulátorok korszakát éljük. A számítógépek és informatikai rendszerek rohamos elterjedésével a szimulátorok beköltöztek mindennapjaink munkájába, életébe. Nincs ez másképp a repülés világával sem. Jelenkori hadviselésünk egyik leginkább fejlődő ága az, amely olyan eszközök alkalmazására irányul, melyek a személyi veszteségek minimalizálása mellett képesek a harcászati igények kielégítésére, a célfelderítésre, az ellenséges erők pusztítására, a saját erők harcának támogatására illetve bevetés utáni értékelésre. Ezen igényeket a kezelő nélküli fegyverrendszerek (ezen belül a pilóta nélküli légi járművek) biztosítják. A sikeres harcbevetés feltétele azonban a jól képzett kezelői állomány. Természetesen a repülő-szimulátorok a kezelők képzésének is meghatározó eszközei. Ezen cikk megírásának célja az, hogy bemutassam a repülő szimulátorokat, azok alkalmazásának lehetőségeit és előnyeit a pilóta nélküli légi jármű kezelők kiképzésének vonatkozásában.*

### TRAINING PRINCIPLES OF UAV OPERATORS

*It is not unreasonable to say that we are living in the age of the simulator. As a result of the rapid spread of computers and IT systems, simulators have become part of everyday work and life. The world of aviation is no exception. The most developing scope of the modern warfare is relating to the design and deployment of those systems, which - with a minimized casualty number – is capable of fulfilling tactical requirements, reconnaissance tasks, destruction of enemy forces, combat support of own forces and after action evaluations. These requirements are fully covered by the remotely operated vehicles (particularly by the unmanned aerial vehicles). The criterion for the successful deployment is a well-trained system operator. Obviously flight simulators are the essential tools in the operator's training. The objective of writing this article is to introduce flight simulators and outline the perspectives and advantages of their application in the context of UAV<sup>3</sup> operator training.*

## BEVEZETÉS

Az utóbbi évtized robbanásszerű fejlődést hozott a pilótánélküli rendszerek (UAS<sup>4</sup>) illetve a pilótánélküli légi járművek (UAV) világában. A fejlődés leginkább annak köszönhető, hogy ezen eszközök aszimmetrikus hadviselés<sup>5</sup> viszonyai között sokoldalú alkalmazhatósági lehetőségeit felismerte a katonai vezetés. Ahogyan az új képességek biztosítását szolgáló haditechnikai eszközök hadrendbe állnak, a megfelelően felkészített kezelők kiképzését támogató eszközökre is fokozatosan megnő az igény. A mai kor képzési elvárásait kielégíteni képes eszközök kapcsán, elsősorban a szimulátorokról kell beszélni. Figyelembe véve az UAS-k relatívan rövid

<sup>1</sup> alezredes, MH 86. Szolnok Helikopter Bázis, Repülő Felkészítési Főnök, balitomi@yahoo.com,

<sup>2</sup> Lektorálta: Dr. Palik Mátyás alezredes, egyetemi docens, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Katonai Repülő Tanszék, palik.matyas@uni-nke.hu

<sup>3</sup> UAV = Unmanned Aerial Vehicle.

<sup>4</sup> UAS = Unmanned Aerial System.

<sup>5</sup> Az aszimmetrikus hadviselésre jellemző, hogy a részt vevő felek fegyveres harcának filozófiája, az alkalmazott hadikultúrák jellemzően jelentős mértékben eltérnek egymástól.



hadrendbeni alkalmazási múltját, érthető, hogy miért kell az alkalmazásukra történő képzést támogató szimulátorok piacára úgy tekinteni, mint egy most fejlődő területre.

Az UAS-ek közelmúltbeli alkalmazása rávilágított arra, hogy az általuk nyújtott harci-, illetve harctámogató képességek elengedhetetlenül fontosak jelenkorunk harctevékenységeinek sikeres teljesítésében, de műveleti hatékonyságuk nagymértékben a kapcsolódó humánerőforrás (kezelők) felkészültségén múlik.

Napjainkban a rohamosan fejlődő technológia korszakát éljük, mely gyakorlatilag hatással van életünk minden aspektusára. A fejlődő technológia hatásai nyomon követhetőek úgy a mindennapokban, mint a legösszetettebb tevékenységek megoldásában. A modern technológia vívmányai megtalálhatóak az élet legfőbb tényezőiben úgymint földön, vízen és levegőben. A világ országainak meghatározó részében nagy figyelem összpontosul a légtérünket használó légijárművekre (azon belül természetesen az UAV-ra is), azok fejlesztésére és gazdaságos, biztonságos és hatékony alkalmazására. Az UAV-al kapcsolatos tevékenységek – alapvetően – két fő csoportra sorolhatók. Az első csoportba a pilótánélküli légijárművek tervezésével, fejlesztésével; a másodikba pedig az elkészült UAV-k alkalmazásával kapcsolatos feladatok tartoznak. Az UAV-k alkalmazásának, illetve az arra történő felkészülésnek egyik legfontosabb eszköze a szimulátor [1].

Az UAV szimulátor tulajdonképpen nem más, mint egy olyan kiképzés-technikai eszköz, mely egyrészt képes modellezni a gyakorlati repülés elemeit bármely repülési környezetben, másrészt pedig a felderítő szenzorok, esetleg fegyverrendszerek alkalmazását. A gyakorlati repülés elemein a légijármű hajtóművének indításától a leállításáig felölelő összes tevékenységet kell érteni, a légijármű működését biztosító rendszerek üzemeltetésétől, a repülési elemek végrehajtásáig. A szenzorok alkalmazására történő felkészülésnél a szimulációs térnek képesnek kell lennie modellezni az ellenséges erőket és azok manővereit, a különböző földi telepítésű eszközök (pl.: lokátorok, légvédelmi rakéta egységek stb.) elhelyezkedését eltérő napszakok és fedettségi viszonyok mellett.

## GONDOLATOK AZ UAV KEZELŐK KÉPZÉSÉVEL KAPCSOLATBAN

Kijelenthető az, hogy az UAV-k kezelőinek egy nagyon komplex követelményrendszernek kell megfelelniük. Képesnek kell lenniük a légijármű kormányzására/vezetésére, a légtérgazdálkodásban résztvevő irányító egységekkel illetve a légiforgalomban résztvevő egyéb légijárművekkel történő együttműködésre, a légifelderítéshez szükséges UAV fedélzeti szenzorok hatékony alkalmazására, a harcászati helyzet felismerésére és gyors elemzésére, a függesztett fegyverrendszer alkalmazására. Ha ezen „képességcsomagot” tekintjük, akkor képet formálhatunk a kezelők képzését támogató szimulátorok képességeiről.

Azonban amikor az UAV kezelők gyakorlati képzését támogató szimulátorokat, illetve az azoktól elvárt képességeket vizsgáljuk, akkor érdemes ezen eszközök alkalmazási céljából fakadó kategória különbségekről szót ejteni. Az UAV-vel szemben támasztott szerteágazó feladatrendszer szerteágazó alkalmazási kört illetve körülményeket von maga után. Harcászati célokat alapvetően kis létszámú harcoló alegységek (például szakasz szintű lövész alegységek)-, hadműveleti célokat minimum század, de leginkább zászlóalj-, hadászati célokat pedig minimum

zászlóalj<sup>6</sup> szintű (de inkább ezredszintű) egységek valósítanak meg.

Általánosságban kijelenthető, hogy az UAV eszközök különböző kategóriáinak alkalmazását alapvetően a műveleti célok megvalósítása determinálja.

Megállapítható, hogy nem ugyanolyan kategóriájú eszközt kell bevetni egy harcászati célokat megvalósító lövész alegység műveletének támogatását szolgáló felderítői információ begyűjtéséhez, mint például a stratégiai célként megfogalmazódó ellenséges légvédelmi eszközök pusztítására.

A különböző szintű követelményeknek való megfelelés érdekében, mára az UAV-k több kategóriája került kialakításra (1. táblázat) [2].

Megnevezés	Hatótáv (km)	Repülési magasság (m)	Repülési időtartam (óra)	Felszálló tömeg (kg)
Nano	≤1	100	≤1	≤0,025
Micro	10	250	1	≤5
Mini	10	150-300	≤2	≤30
Close range (kis hatótávú)	10-30	3000	2-4	150
Short range (rövid hatótávú)	30-70	3000	2-4	150
Medium range (közepes hatótávú)	70-200	5000	6-10	1250
Medium range endurance (közepes hatótávú, megnövelt repülési időtartammal)	≥500	8000	10-18	1250

1. táblázat Az UAV-k kategóriái.

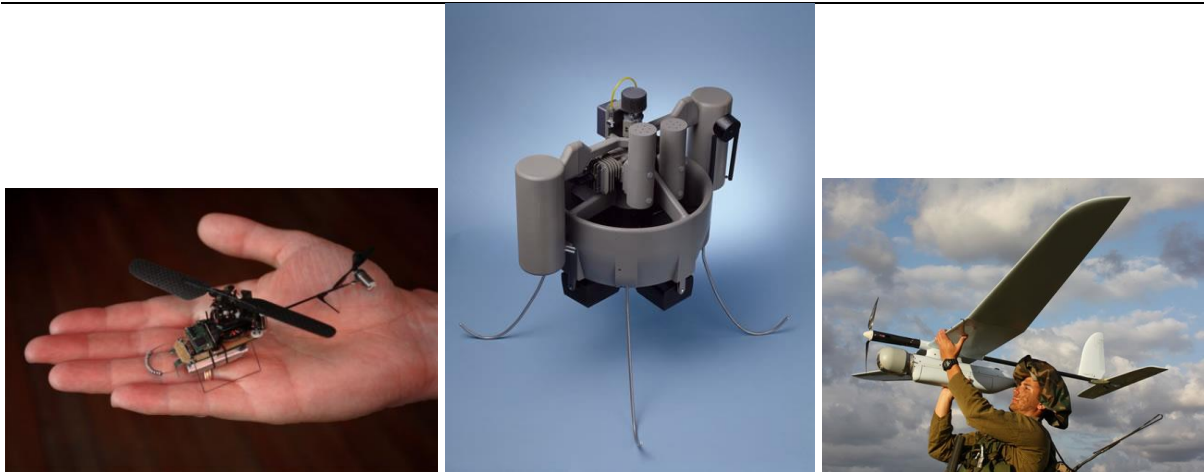
Elemelve a táblázatban leírt UAV kategóriákat, illetve tervezésükből adódó üzemeltetési korlátokat, kijelenthető, hogy például egy nano-, micro vagy mini kategóriájú UAV-t kezelő kiképzésébe – aki az eszközt a látóhatárán belül rádióhullámok segítségével vezérli – nem szükséges beilleszteni egy olyan kategóriájú eszközre történő kiképzést, mely interkontinentális hatótávolsága/alkalmazása miatt műholdakon keresztül történő irányítást igényel.

## AZ UAV-K ALKALMAZÁSÁRA TÖRTÉNŐ KÉPZÉST TÁMOGATÓ SZIMULÁTOR BERENDEZÉSEK

### A nano-, micro- és mini kategóriájú UAV-kre történő képzést támogató szimulátor berendezések

Ezen kategóriájú eszközökre vonatkozó képzést támogató szimulátorok bemutatása/vizsgálata előtt, érdemes áttekinteni magukat az UAV-kat (1. ábra)

<sup>6</sup> Ez alól kivételt képeznek a különleges műveleti alegységek, melyek már csoportszinten is stratégiai célok elérése érdekében kerülnek bevetésre.



1. ábra A nano-, a micro- és a mini UAV-k

A Nano-, Micro- és Mini kategóriájú UAV-k hatótávolsága rövidnek tekinthető, repülési magasságuk általában földközeli. Bevetésük általában látótávolságon belül valósul meg, mivel irányításukhoz rádióhullámokat használnak. Az általuk nyújtott képességek alapvetően (kizárólag) a felderítési információk gyűjtésére korlátozódnak. Alkalmazás szempontjából az üzemeltetése 2 főt igényel. Az egyik személy felelős az eszköz irányításáért, a másik pedig a szenzorok jeleinek feldolgozásáért. A kettőjük közötti kommunikáció létfontosságú, hiszen a szenzorok által online továbbított képi adatok alapján mérhető fel az adott helyzet, melynek függvényében szükségszerűen megvalósul az eszköz repülési útvonalának-, repülés magasságának változtatása.

Ezek után kijelenthető az, hogy alkalmazásukhoz két alapvető ismeretanyagra/kialakított készségre van szükség. Az egyik az eszköz irányításához szükséges repülés-technikai-, a másik pedig a szenzorok által sugárzott felderítési információk gyors feldolgozására vonatkozó készség.

A repüléstechnikai készségek kialakítását biztosító szimulátorok két fő egységből épülnek fel. Az egyik az a számítógép (hardver eszköz), amely a rátelepített szoftverének segítségével a szimulációs térben képes megjeleníteni az adott UAV-t, a másik pedig a számítógéphez kapcsolt UAV irányítószerve. Az irányítószerv általában nem nagy különbséget mutat azon eszközöktől, melyeket a polgári életben is alkalmaznak a modellek irányításánál. A szenzorkezelő képzést támogató szimulátor hozzá van kapcsolva az előzőekben leírt szimulátor modulhoz, hiszen önmagában a szenzorok működtetésének lehetősége nem értelmezhető (2. ábra)



2. ábra: Nano-, micro és mini UAV-k alkalmazására történő képzést támogató szimulátor

A szenzor működtetése nyilvánvalóan csupán repülés közben valósulhat meg, legyen az valóságos, vagy szimulátoros repülés. Ennek értelmében látható, hogy egy ilyen kategóriájú UAV hatékony alkalmazására történő képzés két lépcsőben valósul meg. Először az irányítónak kell készség szinten elsajátítani az eszköz irányítását, és csak ezt követően következhet a szenzorkezelő kiképzése.

Fontos a sorrendiség megtartása, hiszen az alkalmazónak csak akkor lesz lehetősége a felderítő információk legnagyobb spektrumát megszerezni, ha az irányító a szenzorkezelő jelzésére gyakorlatilag azonnal képes reagálni. Képes az eszközt gyorsan az információgyűjtéshez leginkább megfelelő pozícióba vezetni.[3]

### **A kis-, rövid-, közepes és a megnövelt repülési időtartamú közepes kategóriájú UAV-kre történő képzést támogató szimulátor berendezések**

Mint ahogy azt az előzőekben is tettem, először bemutatom ezen kategóriájú eszközöket. (3. ábra)



3. ábra a kis-, a rövid-, a közepes és a megnövelt hatótávolságú közepes kategóriájú UAV-k

Látható, hogy e kategóriákhoz tartozó UAV-k már az irányító látótávolságán kívül hajtják végre repüléseiket, vezérlésük műholdakon (mint egyfajta átjátszó berendezéseken) keresztül hajtható végre. A repülések végrehajtása a műhold-navigáció elvén valósul meg. A repülési útvonal a feladatra történő felkészülés időszakában előzetesen megtervezésre, majd az eszköz fedélzeti számítógépébe beprogramozásra kerül. A repülés végrehajtása az előre programozott útvonal mentén valósul meg úgy, hogy az irányító a monitorán megjelenő tervezett útvonalon tartja az eszközt. Döntően a közepes és annál nagyobb kategóriájú UAV-k fedélzeti navigációs rendszere lehetővé teszi azt, hogy az indulási repülőterekről való távozási illetve az oda történő érkezési eljárásokat az eszköz autonóm módon teljesítse. Ez azért fontos, hogy csökkenteni lehessen a nagy időtartamú repülések miatti terhelést, csökkenteni lehessen a repülésbiztonsági kockázatot.

A szenzorkezelők feladatai az ilyen kategóriájú eszközöknél lényegesen nem tér el az alacsonyabb kategóriánál leírtaktól. A minimális különbség abból adódik, hogy a vett képi információ

nem közvetlenül kerül a rádió-hullámok útján sugárzásra a szenzorkezelő vevő egységére, hanem a műholdakon keresztül átjárszva. A vett információ itt is és ott is a szenzorkezelő monitorján realizálódik.

Fontos eltérés tapasztalható az előzőekben leírt alacsonyabb kategóriájú UAV-tól abban, hogy ezen eszközök (kiváltképp a közepes kategóriájú eszközök) már fedélzeti pusztító eszközöket is hordoznak. Képesek mid földi, mind pedig légi célok pusztítására. Emiatt, a magasabb kategóriájú UAV-k személyzete kiegészül a fegyverzetkezelővel. A hatékony alkalmazás komplex együttműködést követel meg a „gépszemélyzet tagjaitól” a feladat-végrehajtás folyamán.

Ezek után kijelenthető az, hogy e kategóriákhoz tartozó eszközök alkalmazásához három alapvető ismeretanyagra/kialakított készségre van szükség.

Az egyik az eszköz irányításához szükséges repülés-technikai és navigációs-, a másik a szenzorok alkalmazására és az általuk sugárzott felderítői információk gyors feldolgozására-, a harmadik pedig a földi és légi célok pusztítására szolgáló fegyverzeti berendezések alkalmazására vonatkozó készség.

A fentiek alapján a képzést támogató szimulátor berendezés minimum 2 fő kezelő (irányító és szenzorkezelő) egyidejű képzését biztosítja. (4. ábra)



4. ábra Közepes kategóriájú UAV alkalmazására történő képzést támogató szimulátor

A szimulátor berendezés munkahelyeinek kialakítása teljes egészében megegyezik az eredeti eszköz kabinkialakításával. Az azonosság fellelhető az irányító szervekben, a navigációs műszerek visszajelzőiben, a szenzorok vezérlő szerveiben illetve az általuk vett és feldolgozott jelekben, a fegyverkezelő vezérlő pultjában.[4]

Ami ennél a szimulátoroknál a leglényegesebb, az a fedélzeti kommunikáció és az együttműködés. Csak ezek megléte mellett lehet hatékonyan alkalmazni az eszközt. Az irányító kirepüli ugyan a légi járművet a feladat-végrehajtás körzetébe, de azt elérve a szenzorkezelő veszi át a bevetés irányítását. Ő határozza meg a repülési útvonalat, ő deríti fel az ellenséges erőket/eszközöket és majd ő végzi a célmegjelölést a fegyverkezelő számára. A célmegjelölést követően a fegyverkezelő veszi át a bevetés irányítását. Ő adja meg azt a pozíciót az irányítónak, amelyből a



fegyverek alkalmazása a leghatásosabban biztosított, majd ő hajtja végre a tűzkiváltást. A tűzkiváltás után a szenzorkezelőre hárul a következő meghatározó feladat. A pusztítás fokának/hatékonyságának elemzéséhez információkat kell gyűjtenie. A bevetés utáni értékelés határozza azt meg hogy szükséges-e a további csapásmérés az adott célpontra.

A fentiek alapján látható, hogy egy ilyen kategóriájú UAV alkalmazása a „fedélzeti” kommunikáción áll vagy bukik, ezért, úgy ahogyan az „élő” berendezés kabinjában-, úgy a szimulátor kabinjában is a munkahelyek egy légtérben helyezkednek el. Az egy légtérben történő munkavégzés a hatékony kommunikáció biztosításán túl lehetővé teszi azt, hogy a személyzet tagjai lássák egymás kijelzőit. Ez azért fontos, mert a jól összeszokott és felkészített gépszemélyzet tagok egymás kijelzőjére nézve feltudnak készülni a következő feladatra. Például az irányító a szenzorkezelő utasításai nélkül is képes lesz a légijárművet abba a pozícióba fordítani, amely a legmegfelelőbb az észlelés szempontjából.

## AZ UAV-K ALKALMAZÁSÁRA TÖRTÉNŐ, GYAKORLATI KÉPZÉST TÁMOGATÓ SZIMULÁTOROKTÓL ELVÁRT KÉPESSÉGEK

A gyakorlati képzést támogató szimulátorral szemben pontosan behatárolható követelmények fogalmazhatóak meg. Elsősorban a ki kell jelenteni azt, hogy csak akkor hajtható végre hatékony képzés egy adott szimulátor berendezésen, ha az teljes mértékben képes szimulálni a kezelő által irányítandó eszköz aerodinamikai jellemzőit. Ha szimuláció erre nem képes, akkor a kezelő nem lesz képes az adott eszköz biztonságos irányítására. Egy nem várt esemény fellépésekor<sup>7</sup> elveszti uralmát az UAV felett, mely emiatt lezuhanhat, megsemmisülhet. [4]

Az eszköz kormányzására-, illetve a szenzorok működtetésére szolgáló kezelőszerveknek pontosan meg kell egyezniük a valós végrehajtásnál használt kezelőszervekkel. Ennek kiemelt jelentősége van azért, mert „éles” helyzetben gyakoriak az azonnali beavatkozást igénylő mozdulatok<sup>8</sup>. Ilyenkor az UAV hatékony alkalmazása a valós eszközzel megegyező szimulátoron kialakított reflexszerű mozdulatok végrehajtásán múlik.

A szimulátor berendezésnek rendelkeznie kell egy olyan interface-el, mely lehetőséget biztosít a repülés meteorológiai helyzetének repülés előtti és közbeni módosítására. A repülés előtti meteorológiai helyzet módosíthatósága fontos az eltérő körülmények közötti repülési manőverek begyakorlása miatt (hangsúlyozva a fel- és leszállási manővereket). A meteorológiai helyzet repülésközbeni módosításának lehetősége ott hasznos (különösen a rövid vagy annál nagyobb kategóriájú UAV-k esetén), ahol a fel és leszállás közötti repülési időtartam olyan hosszú, hogy közben a meteorológiai viszonyok változása feltételezhető. Megtörténhet az, hogy a felszállás időszakában még egyszerű időjárási viszonyok voltak tapasztalhatóak, de a leszállásra a látástávolság egy esetleges homokvihár miatt leromlik. Ennek értelmében a szimulátor berendezés

<sup>7</sup> A nem várt, vagy nem tervezhető események között kell említeni egy szélnyírást a leszálláshoz történő bejövétel időszakában.

<sup>8</sup> Azonnali beavatkozásra van szükség az irányítótól, ha a repülés egyensúlyi állapota a meteorológiai elemek hatásai miatt felbomlanak vagy ha a repülés folyamán – általában földközeli magasságon – akadályokat kell kikerülni. A szenzorkezelő azonnali beavatkozását igényli az, ha a megfigyelési zóna periferiáján hirtelenül felbukkanó ellenséges erők és eszközök jelennek meg.



szoftverjétől fontos elvárás a szél irányának és sebességének különböző magasságokon történő módosítási lehetősége, a légköri csapadék különböző halmazállapotokban (pára, eső, hó, jég) történő megjeleníthetősége, a különböző típusú felhőzet eltérő magasságokon történő megjeleníthetősége, a légnyomással kapcsolatos beállítások módosíthatósága.

A szimulátor berendezésnek támogatnia kell mind a nappali, mind pedig az éjszakai körülmények közötti repüléseket. A nappali repülések begyakorlása érdekében a szimulációnak képesnek kell lennie a természetes terep- (dombok, hegyek, fák), és mesterséges (épületek, adótornyok) akadályok realiztikus megjelenítésére. Ezen túl, a jelenkori műveletek kapcsán kijelenthető, hogy előtérbe került a harcoló erők éjszakai alkalmazása. Mivel a felderítési információk gyűjtését szolgáló szenzorok fejlődésével egyre inkább toródik az UAV-k alkalmazása is az éjszaka irányába, ezért fontos az éjszakai repülés szimulációs lehetősége.

A szimulációs tér vizualizációjának támogatnia kell az alap repüléstechnikai elemek – úgymint egyenes vonalú repülés, magasságtartás, emelkedés és süllyedés, állandó szögsebességű standardfordulók, forduló meghatározott irányszögre, emelkedő és süllyedő fordulók, különböző bedöntésű fordulók, sebesség és konfigurációváltások, repülőtér vizuális megközelítési eljárások – végrehajtását.

A repülések folyamán – főleg a képzés első időszakában – gyakorlatilag folyamatosan fennáll annak a veszélye, hogy a légi jármű „bonyolult helyzetbe”<sup>9</sup> kerül. Annak érdekében, hogy gyakorolni lehessen a bonyolult helyzetek kezelését, a szimulációs tér vizualizációjának támogatnia kell a nagy állásszögű-, és nagybedöntésű fordulók végrehajtását, merevszárnyas UAV esetén a repülések végrehajtását átesés közeli sebességen.

A rövid vagy annál nagyobb kategóriájú UAV-k esetén, a szimulációs térnek biztosítania kell a VFR<sup>10</sup> illetve IFR<sup>11</sup> repülésekre vonatkozó navigációs adatok betölthetőségét, az eljárások repülések végrehajtását. A műszerrepülések navigációs eljárásainak végrehajthatósága érdekében a szimulációs térnek tartalmaznia kell a földi telepítésű (működést szimuláló) navigációs eszközöket (VOR<sup>12</sup>, ILS<sup>13</sup>, DME<sup>14</sup>, NDB<sup>15</sup>). Mivel ugyanezen kategóriájú UAV-k repülési navigációjának elengedhetetlen eszköze a műholdnavigációs berendezés (GPS<sup>16</sup>), ezért a szimulációnak képesnek kell lennie a GPS navigáció támogatására.

Az UAV-k a légiközlekedés szerves részét képezik. Olyan sűrűn használt, korlátozásokkal felosztott légterekben repülnek, melyek felhasználása pontosan szabályzott, az illetékes légiforgalmi irányítók által koordinált/felügyelt. Az UAV kezelőnek ezért ismernie és értenie kell azt, hogy általánosságban hogyan épül fel a légtér szerkezet, mik a légterek használatával kapcsolatos alapvető szabályok, ho-

<sup>9</sup> A repülés folyamán fellépő bonyolult helyzet azt jelenti, hogy a légi jármű olyan üzemmódon repül vagy olyan térbeli helyzetbe kerül, mely nagymértékben eltér az előírttól és/vagy veszélyezteti a repülés biztonságát.

<sup>10</sup> VFR = Visual Flight Rules, Látvarepülési szabályok szerinti repülések.

<sup>11</sup> IFR = Instrument Flight Rules, Műszerrepülési szabályok szerinti repülések.

<sup>12</sup> VOR = VHF Omni-directional Radio-range.

<sup>13</sup> ILS = Instrument Landing System.

<sup>14</sup> DME = Distance Measuring Equipment.

<sup>15</sup> NDB = Non Directional Beacon.

<sup>16</sup> GPS = Global Positioning System.



gyan kell koordinálni a légtérhasználattal kapcsolatban (légtérigénylés rendje) az adott légtérben történő repülések irányításáért felelős szervvel. Ezért szimulációnak biztosítania kell a légi forgalom sűrűségének beállíthatóságát, illetve a légi irányítás generálását.

Természetesen a repülési elemek gyakorlásán túl el kell sajátítani a szenzorok alkalmazását is. A modern UAV-k döntően elektro-optikai-, és infravörös tartományban működő felderítő eszközökkel rendelkeznek. A nappali körülmények közötti információszerezést az elektro-optikai-, míg az éjszakai az infravörös tartományban működő éjjellátó képes szenzorok biztosítják. Annak érdekében, hogy a vett jelek feldolgozhatóak/értékelhetőek legyenek a szenzorkezelő számára, a szimuláció szoftverjének támogatnia kell a realisztikus képalkotás lehetőségét. Ennek megfelelően, a szimulációs rendszernek biztosítania kell mind a nappali, mind pedig az éjszakai (infra) céljeleket az ellenséges erők és eszközök vonatkozásában.

A szenzorok kezelésére történő képzéssel szorosan összefügg az, hogy a szimulátor berendezésnek képesnek kell lennie ellenséges tevékenység szimulálására. Figyelembe véve az UAV-k feladatrendszerét, a szimulációnak döntően az ellenséges erőkre, azok manővereire-, az ellenséges földi telepítésű harceszközök (például: lokátorok, légvédelmi komplexumok) megjelenítésére kell, hogy koncentráljon. A szimulációnak képesnek kell lennie mind az alacsonyan repülő kisebbességű-, mind pedig a harcászati repülő képességekkel rendelkező légtérsértő légijármű megjelenítésére, azok tevékenységének modellezésére. A kezelőnek a szimulációs térben történő gyakorlásakor a szenzorok alkalmazásával fel kell ismernie az ellenséges tevékenységet, be kell azonosítania a saját erők mozgásszabadságát befolyásoló ellenséges harceszközöket. Képesnek kell lennie az adatok értékelésre, gyors feldolgozására. Ezek alapján látható, hogy csak a szenzorok kezelésére vonatkozó képzés nem elegendő egy jól képzett kezelő számára. Fontos a harcászati ismeretek/harceljárások elsajátítása is.

Jelenkorunkban már mindennapinak számát az, ha a (kifejezetten a közepes és annál nagyobb kategóriájú UAV-k vonatkozásában) felderítő eszközökön kívül fedélzeti fegyverrendszer kerül függesztésre. [5] A fegyverek tekintetében a levegő-levegő és levegő-föld képességekkel rendelkező rakéták kerülnek alkalmazásra. A fegyverek hatékony használatára történő képzésnek több szimulációs jellegű feltétele van. Egyik feltétel a megfelelő nappali, éjszakai, illetve az ellenséges erőkre és eszközökre vonatkozó vizualizáció biztosítása (a fentiekben kifejtve), másik feltétel a függeszthető fegyverek alkalmazásának és romboló képességeinek szimulálása. A szimulátor berendezés hardverrendszerének tartalmaznia kell azt a fegyverkezelő pultot, melynek kialakítása és használhatósága meg kell, hogy egyezzen az „éles” eszköz kezelőpultjával. A fegyverkezelő képzése csak akkor tekinthető hatékonynak, ha a fegyverkezelő a tűzkiváltását követően eléri a megfelelő pusztítást. A pusztítás mértékének értékelhetősége egy olyan fontos feladat, melyre a szimulátornak választ kell adnia.

Abban az esetben, ha az üzemeltetett UAV több kezelővel rendelkezik (UAV irányító, fegyverrendszer kezelő, szenzorkezelő), akkor első lépésként a szakterületi egyéni képzéseket kell végrehajtani. Az egyéni szakképzést követően valósulhat meg a „gépszemélyzet” szintű képzés, az együttműködési képesség kialakítása érdekében. A gépszemélyzet helyes „fedélzeti” együttműködését (illetve az arra vonatkozó képzést) a NATO terminológia alapján „Crew Resource Management”-nek (és CRM képzésnek) nevezik. A CRM képzés végrehajthatósága érdekében



a szimulációs rendszernek támogatnia kell a közös repülésre történő felkészülést, az egy platformon történő feladat-végrehajtást (a fedélzeti kommunikáció, illetve gyors információcsere szimulálásával), illetve a repülések kiértékelését.[6]

A szimulátor berendezéssel szemben támasztott követelmények kapcsán eddig csupán a kezelők képzését biztosító „munkahelyekről” beszéltünk, de fontos megemlíteni az un. Oktatói munkahelyet is.

Az Oktatói munkahelynek lehetőséget kell biztosítani a repülés meteorológiai helyzetének repülés előtti és közbeni módosítására, a harcászati helyzet akár repülés közbeni módosítására, az ellenséges erők manővereinek folyamatos módosítására, a légi helyzet (légi forgalom) repülés előtti beállítására és módosítására, légi meghibásodás imitálására a repülés teljes időszakában (indítástól a hajtómű leállításáig). A feladatok végrehajtása folyamán, azért hogy az irányító tapasztalatot szerezzon egyes műszerek, berendezések üzemképtelenné válásának időbeni észlelésére, az oktató a repülés bármely szakaszában imitálhatja a légi meghibásodásokat.

Ennek megfelelően az oktatói pultnak – illetve kezelőjének – képesnek kell lennie: a szimulációs tér meteorológiai körülményeinek alapbeállítására, repülés közbeni változtatására; a különleges esetek szimulálására, a vizuális elemek megjelenítésére (módosítására) a látva és műszerrepülési szabályok végrehajtása melletti repülések folyamán, külső képi megjelenítéssel, navigációs adatok betöltésére, a légi irányítás, kommunikáció végrehajtására az UAV gépszemélyzet és az irányító szolgálat (jelen esetben az oktató) között.

## BEFEJEZÉS

Jelen cikk megírásával az volt a célom, hogy feltárjam a repülő szimulátorok alkalmazásának lehetőségeit az UAV kezelők képzésében. Bemutassam a jelenleg alkalmazott szimulátor berendezéseket, azok képességeit, korlátait, illetve azok lehetséges alkalmazási területeit. Írásomban a pilóták képzési követelményeivel kapcsolatban szerzett tapasztalataim felhasználásával összefoglaltam azon elvárásokat, melyek egy kompetens módon alkalmazható szimulátortól elvárhatóak.

Reményeim szerint sikerült annak alátámasztása, hogy az UAV kezelők gyakorlati képzésének egyik legfontosabb és leginkább költségghatékony eleme a szimulátorok alkalmazásában rejlik, azok alkalmazása nélkülözhetetlen a komplex rendszerekkel rendelkező légi járművek használata során. Az azokon történő képzés (gyakorlás) repülésbiztonsági szempontból megkerülhetetlen a harci alkalmazásra történő felkészítés időszakában.



*A publikáció a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások „A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg”.*

*„The project was realised through the assistance of the European Union, with the cofinancing of the European Social Fund.”*

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Kevin Heffner - Dr. J. Mark Pullen: Effective Simulation Support for Operator Training and Experimentation in Unmanned Aircraft Systems Development and Deployment, Letöltve: <http://ftp.rta.nato.int/public/>, 2013 február 05 21.14;
- [2] Dr. DUDÁS Zoltán - Dr. RESTÁS Ágoston: Nemzetközi példák az UAV repülés emberi tényezőit érintő jogi szabályozásra az RPAS 2012 konferencia tapasztalatai alapján (Redpüléstudományi közlemények, XXIV évfolyam 2012 3. szám, ISSN: HU ISSN 1789-770X);
- [3] Charlotte Adams: Simulation and Training (Rotor & Wing magazine, Rockvill /USA/ 2010 június, p 24-30, ISSN-1066-8098);
- [4] Carl Nehme, Jacob Crandall, Mary Cummings, "An Operator Function Taxonomy for Unmanned Aerial Vehicle Missions", Letöltve: <http://hdl.handle.net/1721.1/55960>, 2013 február 05 21.30;
- [5] United States Army UAS Center of Excellence, "Eyes of the Army - US Army Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2010-2035", Letöltve: <http://www.ausa.org/publications/ilw/Documents/TB-US%20Army%20Unmanned.pdf>, 2013. március 09 20.00;
- [6] NATO STANAG 4670 Edition 1, NATO Standardization Agency 2009. április 28.;

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

Ábra	Forrás	Megjegyzés
1.	<a href="http://www.uasvision.com/2012/05/29/rpas-nano-rpas-a-new-reality/">http://www.uasvision.com/2012/05/29/rpas-nano-rpas-a-new-reality/</a> <a href="http://www.defensereview.com/micro-air-vehicle-backpackable-uav-for-tactical-reconnaissance-surveillance/">http://www.defensereview.com/micro-air-vehicle-backpackable-uav-for-tactical-reconnaissance-surveillance/</a> <a href="http://defense-update.com/20110817_enhanced_skylark_1leauvs-2.html">http://defense-update.com/20110817_enhanced_skylark_1leauvs-2.html</a>	Letöltve: 2013. február 05., 21.50 - 22.00
2.	<a href="http://uavdronesforsale.com/index.php?page=item&amp;id=24">http://uavdronesforsale.com/index.php?page=item&amp;id=24</a>	Letöltve: 2013. február 08., 21.10
3.	<a href="http://www.w54.biz/showthread.php?16-UAV-s-UCAV-s-and-other-such-matters/page63">http://www.w54.biz/showthread.php?16-UAV-s-UCAV-s-and-other-such-matters/page63</a> <a href="http://defense-update.com/features/du-2-05/uav-6.htm">http://defense-update.com/features/du-2-05/uav-6.htm</a> <a href="http://www.army-technology.com/projects/luna/">http://www.army-technology.com/projects/luna/</a> <a href="http://www.wired.com/dangerroom/2012/09/yemen-drone-war/">http://www.wired.com/dangerroom/2012/09/yemen-drone-war/</a>	Letöltve: 2013. március 10., 20.35 - 21.10
4.	<a href="http://files.air-attack.com/MIL/predator/mq1b_simulator_20091116.jpg">http://files.air-attack.com/MIL/predator/mq1b_simulator_20091116.jpg</a>	Letöltve: 2013. március 09., 19.15