

Rolkó Zoltán¹

HELIKOPTER ALEGYSÉGEK GYAKORLATAI²

A helikopter alegységek kiképzésének legfontosabb eseményei a különböző szintű és típusú gyakorlatok. Ahhoz, hogy e gyakorlatokat az alegység feladataihoz, felépítéséhez, eszközeihez lehessen szabni, meg kell ismerni azokat a körülményeket, melyek az alegység tulajdonságait befolyásolhatják. A gyakorlatoknak le kell fedniük az alegység alaprendeltetésből fakadó feladataiból következő részfeladatok összes lehetséges aspektusát, ezen kívül biztosítaniuk kell a lehető legrealisztikusabb körülményeket a gyakorlásokhoz, olyanokat, melyekkel az alegység várhatóan találkozni fog a műveletei során, figyelembe véve a környezeti, a műveleti, a szövetségesi szempontokat egyaránt.

TRAINING EXERCISES OF HELICOPTER UNITS

The most significant events of the helicopter unit's training are the training exercises. In order to be able to tailor these exercises to the helicopter units mission, organization and equipment, the commanders have to clarify, the circumstances which can influence the unit's features. The training exercises have to cover the whole range of the unit's mission essential task list, and also have to provide the most realistic circumstances for the training, the circumstances which will be met by the unit fulfilling its mission, regardless they are mission oriented, or environmental factors, or influenced by coalition members.

BEVEZETÉS

A helikopter alegységek által végrehajtott gyakorlatok, gyakorlások valamennyi területen segítik a parancsnokokat, hogy fejleszthessék, fenntarthassák és értékelhessék az alegység azon képességeit, amelyek meghatározzák az alegység hadrafoghatóságát, valamint alkalmazhatóságát különböző körülmények között. A gyakorlatok célja elsősorban az alegység felkészítése a harci, a harci támogató³ és a harci kiszolgáló támogató⁴ feladatok végrehajtására. Ahhoz, hogy az alegységet megfelelő módon fel lehessen készíteni e feladatokra, különböző típusú gyakorlatokat kell szervezni, az egyszerűtől az összetettig, a költségkímélőtől a nagy anyagi-technikai igényűig, valamint a szimulációtól a gyakorlati végrehajtásig.

HELIKOPTER ALEGYSÉGEK SZÁMÁRA TERVEZHETŐ GYAKORLATOK, GYAKORLÁSOK TÍPUSAI

A helikopter alegységek egésze, részei, elemei számára gyakorlatok, gyakorlások egész sora áll rendelkezésre ahhoz, hogy az alaprendeltetésből fakadó feladatokhoz szükséges képességeket azonosítani, gyakoroltatni, az azokban való jártasságot fenntartani, valamint azokat ér-

¹ Rolkó Zoltán alezredes, MH 86. Szolnok Helikopter Bázis mb. bázisparancsnok helyettes, rolko.zoltan@gmail.com, rolko.zoltan@hm.gov.hu

² Lektorálta: Dr. habil Krajnc Zoltán mk. alezredes, egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, krajnc.zoltan@uni.nke.hu

³ Harci támogató műveletek – Combat Support Operations: a továbbiakban CS

⁴ Harci Kiszolgáló Támogató műveletek – Combat Service Support Operations: a továbbiakban CSS

tékelni lehessen. Az alábbiakban meghatározásra kerülnek az alapvető gyakorlattípusok, melyek lefedik a helikopter alegységek számára lehetővé teszik az alaprendeltetésre való készenlét elérését és fenntartását.

Terepen levezetett alegység repülő-harcászati gyakorlat

Magas költségű gyakorlat, amely során az alegység terepen, szimulált harctéri körülmények között tevékenykedik. Alapvetően az alegység vezetési és irányítási rendszerét teszi próbára, az alegység vagy kötelék elemeinek valós és/vagy szimulált ellenséges erőkkel szembeni tevékenysége során. Lehetővé teszi az alegység harci, CS és CSS feladatra való kiképzését, emellett a szituációs gyakorlatok során begyakorolt feladatok végrehajtását. Tervezése során törekedni kell arra, hogy a gyakorlat felölelje a harc feladatok végrehajtásához alapvető feladatok⁵ teljes spektrumát. E gyakorlat nevezhető a helikopter alegység önállóan végrehajtott legösszetettebb gyakorlatának. Végrehajtása során olyan incidensek és események sorozatát kell létrehozni, ami a legjobban megfelel az alegység várható feladataiból származó követelményeknek. A Gyakorlattervezői Útmutató⁶ e gyakorlattípust a Kiképzési Terepgyakorlat, Alegység Összekovácsolási Gyakorlat⁷ kategóriába sorolja.

Szituációs gyakorlat

A szituációs gyakorlat a METL egy bizonyos feladatával összefüggő gyakorlat. Végrehajtása során egy kötelék, vagy szakterület feladatai, vagy összefüggő feladatsorai kerülnek begyakorlásra. Annak megfelelően, hogy a gyakorlat egy tevékenységforma begyakorlására épül, pontosan meghatározott kiindulási és végpontok jellemzik, amelyek a harci, a CS, vagy a CSS műveletek egy kiragadott részletét képviselik. A szituációs gyakorlatokat tetszés szerinti sorrendben, és számban végre lehet hajtani, a parancsnok elhatározása szerint. E gyakorlattípus nem szerepel a Gyakorlattervezési Útmutatóban, az amerikai katonai terminológia Situational Training Exercise⁸ néven ismeri.

Összhaderőnemi, éleslövészettel egybekötött gyakorlat

Magas költségvetésű és magas anyagi-technikai forrásigényű gyakorlat, amely során a résztvevő kötelékek terepen manővereznek, valamint saját szervezetszerű fegyverzetükkel, vagy tűztámogató eszközökkel éleslövészetet hajtanak végre. E gyakorlattípus integrálja leginkább az összhaderőnemi harci, CS és CSS műveleteket, a vezetési és irányítási rendszer próbája mellett elsősorban az alegységek közötti együttműködés gyakorlására szolgál. A Gyakorlattervezési Útmutató az Összhaderőnemi Gyakorlatok⁹ egyik fajtájaként, az amerikai katonai terminológia Combined Arms Live Firing Exercise¹⁰ néven ismeri.

⁵ Harctevékenység végrehajtásához alapvető feladatok – Mission Essential Task List: a továbbiakban METL

⁶ 851/421 Gyakorlattervezői Útmutató (Segédlet) (HM 71/1999 (HK 24)); Honvéd Vezérkar Hadművelési Főcsoportfőnökség, Kiképzési Csoportfőnökség kiadványa 2000

⁷ Kiképzési Terepgyakorlat, Alegység Összekovácsolási Gyakorlat – Field Training Exercise: a továbbiakban FTX

⁸ Situational Training Exercise: a továbbiakban STX

⁹ Összhaderőnemi Gyakorlat – Joint Exercise: a továbbiakban JOINTEX

¹⁰ Combined Arms Live Firing Exercise: a továbbiakban CALFLEX

Számítógépekkel támogatott gyakorlat¹¹

Alapvetően törzsvezetési gyakorlat levezetésére szolgál, mely során a számítógépek kezelői szimulálják az erők tevékenységét. A Gyakorlattervezési Útmutató és az amerikai katonai terminológia azonos kifejezést használ a gyakorlat meghatározására.

Parancsnoki és törzsvezetési gyakorlat terepen

Célja alapvetően a vezetés irányítás gyakorlása és ellenőrzése valós körülmények között, csökkentett személyi és/vagy technikai állomány bevonásával, azonban törzs, a harcoló, a CS és CSS elemek mindegyike alkalmazásra kerül, ha nem is teljes létszámban. Például a helikopter rajparancsnok a repülőeszközben ülve képviseli a teljes köteléket. E gyakorlatitípus alkalmazható az FTX helyett, amennyiben különböző tényezők (időjárás, manőverezési problémák) megakadályozzák annak végrehajtását, illetve a hangsúly a törzs gyakoroltatásán van. Előnye, hogy kisebb anyagi ráfordítással, anyagok, technika és személyi állomány mozgatásával is létrehozhatók a törzs számára lényeges valós adatok a harctevékenység nyomon követéséhez. A gyakorlatot a Gyakorlattervezési Útmutató és az amerikai katonai terminológia is Command Field Exercise¹² megnevezéssel sorolja be.

Kommunikációs gyakorlat

Alacsony költségvetésű gyakorlat, amelynek elsődleges célja a kommunikációs rendszerek harcászati technika lehetőségeinek felmérése, a kezelők, a törzsek és a vezetők gyakoroltatása és kiképzettségi szintjének felmérése. A kommunikációs gyakorlat során alapvető követelmény a híradásra vonatkozó utasítások¹³ szabályos alkalmazása alkalmazását, a kommunikációs rendszerek kiépítése és üzemeltetése, valamint a rádiófegyelem betartása. E gyakorlatitípust a Gyakorlattervezési Útmutató Híradó Gyakorlat¹⁴, az amerikai katonai terminológia Communications Exercise¹⁵ néven tartja nyilván.

Parancsnoki és törzsvezetési gyakorlat

Alacsony költségvetésű gyakorlat, kitelepülés nélkül, akár a helyőrségekben, a résztvevő parancsnokságok között lehet lefolytatni, az alájátszó erők csupán szimulálásra kerülnek. A végrehajtás során fel kell állítani az alegységek vezetési pontjait a szükséges kommunikációs eszközökkel együtt. A parancsnoki és törzsvezetési gyakorlat elsődleges célja a törzs gyakoroltatása a számítások/tervek/parancsok elkészítése és továbbítása területein, a vezetési pont állományának összekovácsolása a vezetési pont működtetése valamint kommunikációs eszközök telepítése és alkalmazása terén. E gyakorlatitípust a Gyakorlattervezési Útmutató, valamint az amerikai katonai terminológia egyaránt Command Post Exercise¹⁶ néven ismeri.

¹¹ Számítógépekkel támogatott gyakorlat – Computer Assisted Exercise: a továbbiakban CAX

¹² Command Field Exercise: a továbbiakban CFX

¹³ Híradásra vonatkozó utasítások – Signal Operating Instructions: a továbbiakban SOI

¹⁴ Híradó Gyakorlat – Signal Exercise: a továbbiakban SIGEX

¹⁵ Communications Exercise: a továbbiakban COMEX

¹⁶ Command Post Exercise: a továbbiakban CPX

Áttelepülési gyakorlat

Célja a helikopter alegység törzs gyakoroltatása az áttelepülések megtervezésében, valamint a személyi állomány, és a CSS elemek kiképzése az áttelepülés végrehajtására. Magába foglalja az áttelepülés megtervezését, a felkészülést, a békehelyőrség elhagyását a rendelkezésre álló módszerekkel és eszközökkel, a gyülekezési körlet elfoglalását, megalakítását, az ellátás, a híradás és a biztosítás megszervezését, a leszállóhelyek előkészítését, elfoglalását és a működés megszervezését, valamint a gyülekezési körlet elhagyását és az eredeti helyzet visszaállítását. E gyakorlati típus nem szerepel a Gyakorlattervezési Útmutatóban, az amerikai katonai terminológia Deployment Exercise¹⁷ néven tartja nyilván.

Döntéshozási gyakorlat

Az alegység parancsnoki állományának helyzetértékelésben, elemzésben és az adatok alapján a megfelelő döntés meghozatalában való jártasságának fenntartására szolgál, magába foglalja a korábbi döntési helyzetek elemzését, és a tapasztalatok feldolgozását. Végrehajtását célszerű számítógépes modellezéssel, és/vagy térképészeti támogatással kombinálni. E gyakorlati típus nem szerepel a Gyakorlattervezési Útmutatóban, az amerikai katonai terminológia Decision Making Exercise¹⁸ néven ismeri.

Azonnali áttelepülési készenlét gyakorlása

A helikopter alegység előre nem látható eseményekre történő reagálási készenlétének felmérésére, gyakoroltatására szolgál, az azonnali áttelepülés megszervezésének és végrehajtásának útján, béke elhelyezési körletből, vagy gyülekezési körletből egyaránt. A gyakorlati típus nem szerepel a Gyakorlattervezési Útmutatóban, az amerikai katonai terminológia Emergency Deployment Readiness Exercise¹⁹ néven ismeri.

Tűzkoordinációs gyakorlat

Ezt a gyakorlatot zászlóalj szintű alkalmi harci kötelék törzse hajthatja végre a helikopter alegység összekötő állományának, és/vagy parancsnoki állományának bevonásával. Célja alapvetően a harccsoport szervezetszerű fegyverzetének, manővereinek, valamint a tűztámogató elemek tűzének integrálása a rendelkezésre álló eszközök, az adott helyzetnek megfelelő, legnagyobb hatékonysággal, illetve a leggazdaságosabban történő alkalmazásának elérése érdekében. Végrehajtható szimulációs térben és valós tevékenységgel egyaránt. A gyakorlati típus nem szerepel a Gyakorlattervezési Útmutatóban, az amerikai katonai terminológia Fire Coordination Exercise²⁰ néven tartja nyilván.

Logisztikai koordinációs gyakorlat

Kiemelt jelentőséggel bíró gyakorlati típus olyan helikopter alegységek számára, melyek nem rendelkeznek szervezetszerű logisztikai elemekkel. Az alegység törzse, illetve a vezényelt ös-

¹⁷ Deployment Exercise: a továbbiakban DEPEX

¹⁸ Decision Making Exercise: a továbbiakban DMX

¹⁹ Emergency Deployment Readiness Exercise: a továbbiakban EDREX

²⁰ Fire Coordination Exercise: a továbbiakban FCX

szekötő állomány összekovácsolására szolgál, az ellátási, szállítási, egészségügyi, mozgósítási, személyi utánpótlási, valamint a veszteség kezelési eljárások végrehajtása során. Másodlagos célja az alegység, a CSS elemek, valamint az előljáró közötti információáramlás hatékonyabbá tétele. A Gyakorlattervezési Útmutató szerint a Logisztikai Gyakorlatok²¹ egyik fajtájaként értelmezhető, az amerikai rendszerben a Logistics Coordination Exercise²² megnevezést viseli.

Éleslövészeti gyakorlat

Célja a harcoló, és a CS alegységek és kötelékek gyakoroltatása a tűz és a manőverek végrehajtása útján valós körülmények között. A gyakorlattípus nem szerepel a Gyakorlattervezési Útmutatóban, az amerikai katonai terminológia Live Firing Exercise²³ néven tartja nyilván.

Logisztikai gyakorlat

A LOGEX során a helikopter alegység harci kiszolgáló támogatási rendszerének harctéri működésére kell helyezni a hangsúlyt.

Térképgyakorlat

Elsősorban a parancsnokok és az alegységtörzsek gyakoroltatására szolgál, a harcászati helyzetet térképen, vagy terepasztalon megjelenítve. Lehetővé teszi a törzs költségvetéskönyv kiképzését szimulált körülmények között a feladatok megtervezésére, koordinálására és végrehajtására. E gyakorlattípust a Gyakorlattervezési Útmutató, valamint az amerikai katonai terminológia egyaránt Map Exercise²⁴ néven ismeri.

Mozgósítási gyakorlat

A mozgósítási és feltöltési gyakorlatokat a helikopter alegység egy magasabb szintű gyakorlat részeként hajthat végre. Célja a tartalékos állomány fogadásával, felszerelésével, kiképzésével, valamint az aktív állománnyal történő összekovácsolásával kapcsolatos eljárások begyakorlása, magába foglalhatja az erők tényleges mozgását a kijelölt gyülekezési körletekbe. E gyakorlattípust a Gyakorlattervezési Útmutató, valamint az amerikai katonai terminológia egyaránt Mobility Exercise²⁵ néven ismeri.

Törzsgyakorlás

Az elsődleges és speciális törzscsoportok harcfeladatokra való felkészülését (harcálláspontok, vezetési pontok és részlegek kialakítása), valamint az ezekhez szükséges felkészülési tervek kidolgozását segíti elő. között. A gyakorlattípus nem szerepel a Gyakorlattervezési Útmutatóban, az amerikai katonai terminológia Staff Exercise²⁶ néven tartja nyilván.

²¹ Logisztikai Gyakorlat – Logistic Exercise: a továbbiakban LOGEX

²² Logistics Coordination Exercise: a továbbiakban LCX

²³ Live Firing Exercise: a továbbiakban LFX

²⁴ Map Exercise: a továbbiakban MAPEX

²⁵ Mobility Exercise: a továbbiakban MOBEX

²⁶ Staff Exercise: a továbbiakban STAFFEX



A HARCHELIKOPTER ZÁSZLÓLALJ LEGJELLEMZŐBB SZITUÁCIÓS GYAKORLATA

A gyakorlatok típusainak felsorolás után szükséges azok belső tartalmának ismerete. A gyakorlatok sokrétősége miatt egy cikk keretében nem lehetséges az összes lehetséges forgatókönyv kidolgozása, azonban egy tipikus és alapvető szituációs gyakorlat elemzésével betekintést kaphatunk azon tényezőkre, melyek alapvetően szükségesek a kiképzés hatékony tervezéséhez.

STX-1, előre tervezett támadás

A gyakorlat célja

Ez az STX a megnevezéséből adódóan az alegység, vagy kötelék előre tervezett támadásra történő felkészítésére szolgál. Az alegység vagy kötelék megtervezi és végrehajtja a támadást, reagál az ellenséges tevékenységre, a helyzet megváltozásaira, majd folytatja a támadást. A gyakorlat másodlagos célja, az alegység Állandó Működési Eljárásainak²⁷ tesztelése és fejlesztése.

Az alegység vezető állományának felkészítése

Az STX végrehajtását megelőzően az alegység parancsnoki állományának készség szinten kell ismernie a velük szemben támasztott feladatokat. Felkészítésük a következőket tartalmazhatja:

- tantermi felkészítés során tanulmányozni kell a támadás végrehajtásának módszereit, szakutasítások és az alegység sop szerint;
- a gyakorlat végrehajtási körzetének térképen történő tanulmányozása;
- terepasztal gyakorlat során szimulálni kell a támadás végrehajtását;
- a hangsúlyt az ellenséges erők képességeire, az aktív és passzív védelmi eljárásokra, mozgási technikákra, vizuális jelzésekre, harcérintkezést követő újjászerveződésre, a kockázati tényezők kezelésére és a biztonságra kell helyezni.

A harcfeladat ellenségre, a saját erőkre, a terepre és időjárásra, és az időre vonatkozó körülményeinek²⁸ figyelembe vételével meg kell tervezni a támadást METT-T alapján tervet kell kidolgozni, amely során a következőket kell figyelembe venni:

- milyen nagyságú terület áll rendelkezésre, mennyi időbe telik az alegység részére a az előre tervezett támadás végrehajtása;
- mekkora egy esetleges földi, légi- vagy ABV támadás valószínűsége;
- milyen hatással lehet a rossz időjárás a végrehajtásra;
- milyen a személyi állomány és az eszközök állapota;
- mennyi helikopter szükséges a végrehajtáshoz;
- mennyi üzemképes eszköz áll rendelkezésre;
- milyen függesztési változat szükséges;
- hány gépszemélyzet szükséges a feladat végrehajtásához;
- melyek a támogató egységekkel szemben támasztott követelmények;
- milyen felderítési adatok állnak rendelkezésre a tervezés során;

²⁷ Állandó Működési Eljárások – Standing Operating Procedures: a továbbiakban SOP

²⁸ A harcfeladat ellenségre, a saját erőkre, a terepre és időjárásra, és az időre vonatkozó körülményei – Mission, Enemy, Terrain and Weather, Troops available and Time: a továbbiakban METT-T

- szükségesek-e támogató tűzcsapások;
- melyek a harci kutató-mentő és a kényszerszállt gépek/személyzetek mentésére kijelölt egységek utasításai;
- mennyi idő szükséges az felkészülésre és a támadás végrehajtására;
- mennyi idő áll rendelkezésre a tervezéshez.

A gyakorlat bonyolultsági fokának növelése

Miután az alegység alapszinten bizonyította felkészültségét az előre tervezett támadás végrehajtására, illetve a parancsnokok, a törzs és a gépszemélyzetek ismerik teendőikre, a gyakorlatot bonyolultsági fokát – az alábbi lehetőségek felhasználásával – növelni lehet:

- ellenerő alkalmazása, és tevékenységének fokozása;
- éjszaka végrehajtott műveletek;
- ABV szennyezett területen történő működés.

A gyakorlatot az alegység kiképzési szintjének megfelelően kell tervezni. Az alegység fejlődésével arányban a támadó feladat a komplexálható a következőkkel:

- ellenséges légvédelmi eszközök tevékenysége,
- kényszerszállt gépszemélyzet azonnali mentése, és/vagy menekülés és kitérés;
- vezető beosztású személy szimulált elvesztése (végrehajtás előtt vagy alatt).
- működés rádiótechnikai, vagy egyéb zavarás mellett.
- útvonal megváltoztatása/feladat módosítása.

Miután az alegység bizonyította, hogy kész az STX-1 végrehajtására, a gyakorlatot a repülőharcászati gyakorlat részeként is tervezni lehet.

Az STX-1 általános helyzete

Az alegység a gyülekezési körletben tartózkodik. Az előljáró megtervezett támadás végrehajtására adott parancsot.

Az STX-1 végrehajtása

A következő táblázat tartalmazza az előre tervezett támadás végrehajtásának rendjét, nagybani időszámvetéssel:

Esemény	Tevékenység	Szükséges időintervallum
1	Az alegység megkapja a harcparancsot a feladat végrehajtására.	1 óra
2	Az alegységtörzs elkészíti a tervet és kiadja a parancsot a köteléknek, az előre tervezett támadás végrehajtására.	2-4 óra (a feladat bonyolultságától függően)
3	A kötelék a harcparancs alapján megtervezi és összehangolja a művelet egyes részfeladatait.	2.5 óra (a feladat bonyolultságától függően)
4	A kötelékparancsnokok meghatározzák a feladatokat a gépszemélyzetek részére.	1 óra
5	A kötelék végrehajtja az előre tervezett támadást.	2-4 óra (a feladat bonyolultságától és a távolságtól függően)
6	Alegység és/vagy kötelék szintű értékelések végrehajtása.	1.5 óra
7	A kötelék ismételt feladatra történő készenlétének elérése.	SOP szerint
		Összesen: 12 óra

1. táblázat Az STX-1 végrehajtása

Amennyiben a gyakorlat jelentős részét éjjel, korlátozott látási viszonyok, vagy ABV viszonyok között hajtják végre, az időintervallumokat meg kell növelni.

Az STX-1 értékelése

A gyakorlatok objektív értékelése, a következtetések és tanulságok levonása kiemelt jelentőséggel bír az alegység fejlődése, a hadrafoghatósági szint növelése szempontjából. Az objektivitáshoz viszont szükséges azon értékelési szempontok meghatározása, melyek lehetővé teszik a kritikus faktorok azonosítását és súlyozását. Az értékelés sikerességének tudható be az eljárások helyes irányba történő módosítása, fejlesztése, a kockázati tényezők kiküszöbölése, valamint a szükséges erőforrások meghatározása. A következő felsorolás segítséget nyújt az előre tervezett támadás végrehajtásához, valamint részletes értékeléséhez:

- alegységszintű műveletek vezetése és irányítása;
- a törzs tevékenységének irányítása;
- a törzs tagjainak tevékenysége;
- műveleti biztonsági²⁹ eljárások alkalmazása;
- a helikopterek önvédelmi berendezéseinek alkalmazása;
- kényszerszállt személyzetek kiemelésére irányuló műveletek összehangolása;
- tűztámogatás összehangolása;
- a repülésbiztonsági eljárások alkalmazása;
- felderítési információk kezelése;
- manőverek megtervezése, összehangolása és irányítása;
- alegység vezetési pont felállítása és működtetése;
- az alegység repüléseinek integrálása a hadszíntéri légi vezetés-irányítási rendszerbe³⁰;
- jelentések az eszközök készenléti állapotáról;
- gépjárművek és eszközök álcázása;
- előre tervezett támadás végrehajtása;
- a légtérhasználati rendszabályok³¹ betartása;
- harcászati menet végrehajtása;
- saját erők véletlen megsemmisítése elleni óvintézkedések végrehajtása;
- információk jelentése;
- tevékenység a várakozási körletekben, légterekben;
- passzív légvédelmi eljárások alkalmazása;
- tevékenység találkozó harc esetén;
- a fontos pontok vonalak átrepülése;
- tevékenység az előretolt utántöltő és újrafegyverző pontokon³²;
- híradó, vezetés-irányítási és informatikai rendszer³³ megtervezése és üzemeltetése.

²⁹ Műveleti biztonság – Operations Security: a továbbiakban OPSEC

³⁰ Hadszíntéri légi vezetés-irányítási rendszer – Army Airspace Command and Control System: a továbbiakban A2C2

³¹ Légtérhasználati rendszabályok: Airspace Control Measures: a továbbiakban ACM

³² Előretolt utántöltő és újrafegyverző pont – Forward Arming and Refueling Point: a továbbiakban FARP

³³ Híradó, vezetés-irányítási és informatikai rendszer – Command Control Communications & Computers: a továbbiakban C4

ÖSSZEGZÉS

A helikopter alegységek gyakorlatainak összeállításánál, tervezésénél, értékelésénél messze-menően figyelembe kell venni azokat a sajátosságokat, melyek meghatározóak az alegység harctevékenységének sikere érdekében. A gyakorlatok révén közelíthetjük a békekiképzést a valós körülményekhez, melyekkel az alegység a műveletek során találkozni fog. A gyakorlatok segítségére vannak a parancsnokoknak, a hiányosságok azonosításában legyenek azok anyagi-technikai, személyi, vagy kiképzési jellegűek. Minél részletesebben tervezzük és értékeljük gyakorlatainkat, annál több információ birtokába jutunk az alegység képességeiről, és annál kevesebb meglepetés fog érni minket a harcmezőn.

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 számú „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” című pályázat keretében, „Humánvédelem - békeműveleti és veszélyhelyzetkezelési eljárások fejlesztése” kiemelt kutatási terület támogatásával készült.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 851/421 Gyakorlattervezői Útmutató (Segédlet) (HM 71/1999 (HK 24)), Honvéd Vezérkar Hadműveleti Főcsoportfőnökség, Kiképzési Csoportfőnökség kiadványa 2000;
- [2] AAP-06 (2012) NATO Glossary OF Terms And Definitions (English And French), NATO Standardization Agency (NSA) 2012;
- [3] ARTEP 1-112-MTP Mission Training Plan For The Attack Helicopter Battalion, Headquarters, Department Of The Army, Washington DC, 18 April 2002;
- [4] AFDD 1-2 Air Force Glossary, 9 July 1999;
- [5] Joint Publication 1-02, Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms, 8 November 2010.

Palik Mátyás Csaba¹

A III. ARAB-IZRAELI HÁBORÚ REPÜLŐ ÉS LÉGVÉDELMI SZEMPONTBÓL III.²

A tanulmány befejező részében adatokat szolgáltatok a felek háborús veszteségeire vonatkozólag, illetve tárgyalom ezek rövid és hosszú távú következményeit. Összefoglalásként értékelem azokat a harcjeladásokat és eseményeket melyek kiemelt szerepet játszottak a háború alakulásában. Rávilágítok, hogy mik voltak azok az elengedhetetlen feltételek, melyeknek teljesülniük kellett a sikeres hadműveletek megvívásának érdekében. Az izraeli sikerek mellett igyekszem bemutatni az arab országok gyenge szereplésének az okait is. Korabeli tisztek visszaemlékezéseiből átvett gondolatokkal próbálom megmagyarázni, hogy mik voltak az alapvető hibák melyeket Izrael ellenfelei elkövettek. Végül megfogalmazom, hogy milyen tanulságokat lehet levonni ebből a csupán 6 napig tartó háborúból.

THE III. ARAB-ISRAELI WAR, FROM AERIAL WARFARE AND AIR DEFENSE POINT OF VIEW III.

In the last chapter of the study, I provide information with reference to casualties of both sides and discuss the short and long lasting consequences of theirs. Summarizing the war, I evaluate tactics and events of outstanding importance. I highlight inevitable requirements to be met, in order to win the battles. Beside the Israeli success I try to find the reasons for the Arabic countries low performance in the fights. According to former officers reminiscences, I try to explain the basic mistakes committed by Israel's enemies. In the end I sum up, lessons learnt from this war lasting only 6 days.

A FELEK VESZTESÉGEI

1967. június 5-ének utolsó óráiban a következőképpen alakultak a veszteségek, Egyiptom elvesztette az eredeti 431 harci gépből álló légierejének 63%-át, számszerűleg:

- 30 db Tu-16 típusú bombázót;
- 27 db Il-28 típusú könnyűbombázót;
- 12 db Szu-7 típusú vadászbombázót;
- 95 db MiG-21 típusú vadászrepülőgépet;
- 25 db MiG-19 típusú vadászrepülőgépet;
- 85 db MiG-15 és 17 típusú vadász- és vadászbombázót;
- 24 db Il-14 típusú szállító repülőgépet;
- 8 db An-12 típusú szállító repülőgépet;
- 11 db helikoptert. [1]

Hosszú időre pótolhatatlan veszteséget jelentett, hogy a csekély (350 fős) repülőgépvezetői állományból 100 fő meghalt vagy megsebesült. Mindemellett az izraeli bombázások megsemmisítettek 16 lokátor-állomást a 23-ból és a légvédelmi rakéta-indítóhelyek nagy részét. [1]

¹ Nemzeti Közszerológati Egyetem- Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, palikmatyi@hotmail.com

² Lektorálta: Dr. habil. Krajnc Zoltán mk. alez; egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem
Összhaderőnemi Műveleti Tanszék, krajnc.zoltan@uni-nke.hu

Szíria a 127 harci gépének 45%-át vesztette el. Az izraeliek harcképtelenné tettek:

- 2 db Il-28 típusú könnyűbombázót;
- 32 db MiG-21 típusú vadászpilóta nélküli repülőgépet;
- 23 db MiG-15 és 17 típusú vadász- és vadászbombázót;
- 3 db helikoptert. [1]

Jordánia veszteségei számszerűleg nem tűnnek jelentősnek: 21 db Hunter vadászbombázó, 8 db szállítórepülőgép és 1 db helikopter, viszont egyedül a Hunterek képezték a harciállományt, tehát 100%-os veszteségnek tekinthető. [1]

Irak veszteségei sem voltak összemérhetőek Egyiptoméval és Szíriáéval. Ennek az az oka, hogy a repülőterek többsége olyan távolságban volt Izraeltől, hogy képtelenek lettek volna azokat támadni. Irak elvesztett: 1 db Tu-16-os közepes bombázó repülőgépet, 9 db MiG-21-es vadászpilóta nélküli repülőgépet, 5 db Hunter vadászbombázót, 5 db Il-14-es szállítórepülőgépet. Ez 7%-os veszteség a 106 harci gépből. [1]

Az arab országok összesített veszteségei az első izraeli légitámadást követően: 367 db (más adatok szerint 374 db) harci repülőgép, ami a teljes állomány (682 db) több mint 50%-a. Ez a szám június 7-ig 444-re (más források szerint 454-re) emelkedett. [1]

Izrael – hivatalos jelentés szerint – a megelőző légitámadás alatt 19 harci gépet veszített. Az arab légvédelmi erők lelőttek:

- 2 db Mirage III típusú vadászbombázót;
- 4 db Super-Mystère típusú vadászbombázót,
- 4 db Mystère IV típusú vadászbombázót,
- 4 db Ouragan típusú vadászbombázót,
- 1 db Vautour típusú vadászbombázó.

Ez a veszteség a 296 gépes állomány 6%-a. Egyértelmű, hogy ennyi gép elvesztése a harcok további kimenetelére nem volt hatással. [1]

A HÁBORÚ ESEMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSE REPÜLŐ ÉS LÉGVÉDELMI SZEMPONTBÓL

Már a háború kirobbanását követő második nap estéjén kiderült, hogy az izraeli stratégák hadászati koncepciói és az azokat megvalósító személyi állomány beváltotta a hozzáfűzött reményeket, s eleget tettek a három összetevőből álló követelményrendszernek, amely: „megelőzés”, „meglepetés”, „közvetett megközelítés” alrendszerekből épül fel. Ezzel biztosítva volt, hogy a légi- és szárazföldi harcokat majdnem minden esetben az ellenség területén vagy afölött sikerüljön megvívni. [2][3]

A harcok befejezését követően a világ közvéleménye hatalmas megdöbbenéssel fogadta az izraeliek által elért eredményeket, még a hadászati járatos szakemberek közül is sokakat meglepett, hogyan lehet 3 óra alatt 375 repülőgépet megsemmisíteni és gyakorlatilag egy háború sorsát eldönteni. [1] (Ne feledjük, hogy az USA szárazföldi és haditengerészeti légierije ekkor már 3 éve harcban állt Észak-Vietnammal és átvitt értelemben a rendkívül hozzá nem

értő politikusokkal is, akik megkötötték a harctéri parancsnokok kezét a bevetések kidolgozásakor. A rendelkezésre álló kiváló technikai és személyi feltételek ellenére csekély eredmények elérése érdekében hihetetlen veszteségeket kellett elszenvedniük azért, mert a légierőt nem rendeltetésszerűen: vagyis agresszív, támadó erőként alkalmazták. Ennek láthatták a tökéletes ellenpéldáját az Izraeli Légierő kivitelezésében a Közel-Kelet egén).

A precízen kidolgozott és kivitelezett légicsapások részletekbe menő elemzésére csak évekkel a háború után kerülhetett sor. Ezekből kiderül, hogy Izrael sikerében a jelentős arab túlerővel szemben több fontos tényező is szerepet játszott. [1] Mindenképpen meg kell említeni azt a tényt, hogy az 1967-es arab-izraeli konfliktusról (mint sok más háborúról is) több esetben elfogultan írnak a „szakértők”. Főleg a „nyugati” forrásokban tapasztalható, hogy a háború alakulását és végkifejletét is gyakran úgy magyarázzák, mintha annak alakításában kizárólag Izraelnek lenne része. Véleményem szerint sok eseményt nem a kiemelkedő izraeli, hanem a gyengélkedő arab szerepléssel kell magyarázni. Felsorolásomban két külön kategóriába soroltam mind a kiemelkedően pozitív, mind a kiemelkedően negatív tényezőket.

Az izraeliek sikerét nagyban elősegítette:

- A legfontosabb elem természetesen a stratégiák által kidolgozott tökéletes (és egyben rendkívül merész) hadászati koncepció (a megelőző légicsapás) és annak maradéktalan kivitelezése mind a pilóták mind a műszakiak részéről. [1]
- A megfelelően kiképzett és motivált repülőgépvezetői és műszaki állomány. Mind a csapatok, mind a vezérkar kiképzettségi, harckészültségi szintje magasabb volt az ellenfeleknél. [2]
- Pontos és megbízható felderítési adatokat kaptak az amerikai légi- és kozmikus felderítő eszközök által, természetesen a saját hírszerzésük is tevékenykedett. [1]

Az arab országok által elkövetett jelentősebb hibák:

- Noha a háborút megelőző hónapokban az arab országok és Izrael viszonya egyre jobban elmérgesedett, ezt a helyzetet a politikai és katonai vezetők nem a kellő óvatossággal kezelték. (Nem ismerték fel a háborús veszélyt).
- Repülőtereiken semmiféle kis hatótávolságú légvédelmet sem rendszeresítettek, a repülőtechnikát nem védték megerősített betonfedezékekkel, bunkerekkel. (A közelkörzetükben bármilyen meglepetésszerű légítámadással szemben védtelenek voltak). [2][4]
- A betonozott kifutópályákon rendkívül kevés tartalék, „füves talajú” kifutópályával rendelkeztek, amelyről a betonozott pálya használhatatlansága esetén fel lehetett volna szállni. [3]
- Saját erejüket túl, Izrael lehetőségeit alulbecsülték. [1]
- Az „arab egység” csak szóban, vagy papíron létezett.
- Rendelkeztek ugyan hírszerzési adatokkal (a Szovjetuniótól), de ezeket a repülő- és légvédelmi parancsnokok hibásan értékelték. [1]
- Az arab csapatok és vezetőik mind kiképzettség tekintetében, mind morálisan gyengék voltak, viszont megfelelő mennyiségű és minőségű haditechnikával rendelkeztek. [1] [3]
- Főleg Egyiptomban és Jordániában fordultak elő gyakran mulasztások, mint pl. a csapatok nem tartották be, az előjárók nem ellenőrizték a harckészültségi szintet. [1]

A fenti felsorolásból azt a következtetést vontam le, hogy a háború végkifejletében legalább

akkora, ha nem nagyobb szerepe volt az arab haderők mulasztásainak, mint az izraeliek támadásának. Természetesen a történettudomány nem ismeri a „mi lett volna, ha” kezdetű mondatokat, de érdemes elgondolkodni rajta, hogy ha az arab országok a rendelkezésükre álló haditechnikát, felderítési adatokat, a körülményeknek megfelelően használják, a háború teljesen máshogy alakulhatott volna.

Véleményem szerint az első nagyszabású légicsapás kivédése és adott esetben megtorló csapás indítása hatalmas veszteségeket okozott volna Izraelnek, hiszen stratégiai mélységű védelemmel nem rendelkeztek, a gépeik nagy része messze volt a honi bázisaiktól. A „9-órás” légicsapást elsősorban időben fel kellett volna deríteni, majd megfelelő számú saját csapatot bevetni a felszámolásukra. Ha az egyiptomi légi- és légvédelmi felsővezetők tanultak volna a villámháborúk tapasztalataiból, nem engedték volna meg maguknak azt a luxust, hogy egy rendkívül forró nemzetközi helyzetben az állomány harckészültségi szintjét olyan alacsonyan tartásuk, hogy azok egy meglepetésszerű támadás során pótolhatatlan veszteségeket szenvedjenek. Az tény, hogy az arab légierők nem voltak birtokában a megfelelő felderítési adatoknak, főleg a kis magasságban tevékenykedő légi célok vonatkozásában. (A rendszeresített rádiólokátorok technikai paramétereiből következően). Viszont rendelkezésükre állt (Egyiptomnak és Szíriának) a megfelelő mennyiségű repülőgép, hogy akár 24 órán át (több kötelék egyidejű levegőben tartásával) légi-örjáratokat szervezzenek a várható támadási irányokba. Továbbá több gépet és pilótát kellett volna I. fokú harckészültségbe helyezni, akik szükség esetén azonnal felszállhattak volna a támadók elfogására. Tehát az arab országoknak semmi egyebet nem kellett volna tenniük, mint magas harckészültségben tartani erőiket és felkészülni az esetleges ellentámadásra. [5]

Vannak elképzelések arra vonatkozóan, hogy az arab légierők és légvédelem gyenge szereplésének oka a rendszeresített haditechnikában és az alkalmazott eljárásokban keresendők. [6] Én ezekkel az elméletekkel csak részben értek egyet. Ha a szemben álló felek repülőgépeinek harcászati-technikai paramétereit összehasonlítjuk, egyértelműen megállapítható, hogy az arab országoknál rendszeresített, főként MiG és Szu-típusok a kor színvonalának megfelelőek voltak, képességeikben tehát nem maradtak el az izraeliek, főleg francia gyártású gépei mögött, azokkal kb. egyenrangúak voltak. Mennyiség tekintetében arab túlerő tapasztalható.

A személyi állomány felkészültségi színvonala már hagyott kívánnivalót maga után, de nem minden esetben. Az egyiptomiak, összes (kb. 700) pilótájukból és navigátorukból 150 főt Jemenben állomásoztattak, hogy harci tapasztalatot szerezzenek, a többiek nagy része valamilyen elméleti vagy gyakorlati képzés közepén tartott, -vagy otthon, vagy külföldön-, csupán 200 fő volt az országban, aki rutinosnak volt tekinthető. Annak ellenére, hogy az egyiptomi pilóták magabiztosak, elhivatottak voltak (főleg azok, akik korábban harci tapasztalatokat szereztek Jemenben) [4] és birtokában voltak a megfelelő technikának, a korábban jemeniek és izraeliek ellen vívott légi harcok tapasztalatait nem vették figyelembe, vagy nem alkalmazták, amikor kellett, sőt ez elmondható lényegében az egész haderőre. [3] Ahmed Ataf, egyiptomi pilóta gondolatai jellemzőek voltak az akkori hangulatra: „Mindenki azt hitte, mi vagyunk a legnagyobb haderő a közel-keleten, az volt a propaganda akkoriban, hogy még az amerikai 6. flottát és képesek vagyunk veszélyeztetni. Úgy gondoltuk, ha háború tör ki Izraellel, 24 órán belül Tel-Aviv utcáin sétálhatunk.” [4] De nem csak az állomány felkészültségi szintje nem volt megfele-

lő, a legtöbb felső szintű vezető egyszerűen nem volt tisztában azzal, mit kellene tennie, ha kitör a háború, inkább felső utasításokra vártak, mintsem önálló döntéseket hoztak, amikért maguknak kell vállalni a felelősséget. A vezetési rendszer centralizált volt, ezért lassú is, a parancsok túl sok idő elteltével érkeztek meg az alegységekhez. [1] Mindezek a hiányosságok a háborúban is bebizonyosodtak, a meglepetés szerű izraeli támadás után kialakult „káoszban” a vezérkar gyakran olyan parancsokat adott az alegységeknek, amelyeket lehetetlen volt teljesíteni. Fued Kamal össze is vezett feletteseivel: *„A parancsnokság néhány utasítása egyszerűen annyira ostoba volt, hogy nem törődtem velük. Tény, hogy néhányszor durva is voltam a feletteseimmel és mikor az egyikük egy kiváltképp idióta parancsot adott, szimplán ezt válaszoltam: Jöjjön ide és csinálja meg maga! Íme egy példa, egy lehetetlen parancsra: Szedjenek össze négy gépet és támadják meg Izraelt! Egyszerűen figyelmen kívül hagytam.”* [4]

A nyugállományú Tamim Fahmi Abdallah vezérőrnagy nem értett egyet az akkori szovjet kiképzéssel:

„Nem szerettem azt a fajta kiképzést, amit kaptunk, mivel nagyon elméleti volt. Talán nem mi voltunk az egyedüliek a Szovjetunióban és az egész Varsói Szerződés országaiban, ahol ilyen volt a kiképzés, de sosem bocsátom meg magunknak, hogy ugyanezt az utat követtük. Sokat harcoltunk Jemenben, ezért nekünk jobban kellett volna tudnunk. De mivel a felszerelésünket a szovjetektől kaptuk, inkább hittünk nekik, mint saját magunknak. Mindig nagy magasságon, nagy sebességgel repültünk – többnyire a hangsebesség felett. Aki alacsonyan repült – hadbírószág elé került. Egyszer nagy bajba kerültem, mivel kis magasságon repültem. Jemenben mindig ezt csináltuk, de amikor hazamentünk, ezt már elfelejtettük.” [7]

Az egyiptomi pilóták közül többen panaszkodtak, hogy a szovjetektől nem tanultak légi közelharcot. A nyugállományú Kadri al-Hamid vezérőrnagy így emlékszik vissza:

„Nem tanultunk légiharc elméletet, az oroszok kiképezték minket, de nem légiharcra. Megtanítottak Mach 2 sebességgel repülni, nagy magasságban célokat elfogni és éjjel repülni. Minderre nem volt szükség az 1967-es arab-izraeli háborúban – a légiharc földközelsben zajlott. Kiképezték valamire, ami nem következett be, ami bekövetkezett, arra nem voltál felkészítve.” [7]

Az egyiptomi légierő volt vezérkari főnöke, Abdel Naszr vezérőrnagy visszaemlékezéseiben mondta, hogy:

„Amikor az oroszok jöttek, kiemelték a kiképzés fontosságát a vezérkari és törzstiszteknél. Nem tanítottak nekünk harcászatot, de sikeresen megtanítottak megfelelő és szervezett módon gondolkodni... Amikor a Szovjetunióban voltam, sok kapcsolatom volt a kiképzési osztállyal a munkám miatt. Megbeszéltem velük, hogyan képezzék ki a katonáinkat. Felfedeztem, hogy alapfokú kiképzést adnak nekünk, de nem tanítanak harcászatot. Voltak saját harcászati módszereik, de ezek nem voltak számunkra használhatóak, mivel a tömeges alkalmazáson és erőfölényen alapultak, amely nem állt a rendelkezésünkre.” [8]

Összességében kiderül, hogy a jelentős pilóta-és harci gép-állománnyal rendelkező Egyiptomi Légierő a gyakorlatban nem volt olyan hatékonyan használható, mint lehetett volna, Tasin Zaki ezt az alábbi módon összegezte:

„Gyakorlatokat tartottunk, hogy ellenőrizzük légvédelmünk hatékonyságát a kis magasságon repülő célokkal szemben. A légvédelem képtelen volt repülőgépeket felderíteni 400 m magasság alatt az elavult orosz radarok miatt, amelyek nem voltak képesek a kis magasságon repü-

lő célokat észlelni. Gyűlést tartottunk a légierő főparancsnoka jelenlétében. A gyűlést bezárták, miután az egyik orosz tanácsadó azt mondta, hogy az EAK légvédelme szilárd, csak néhány apróbb módosításra van szükség a légvédelmi rakéta ütegek állásainál a csatorna-zóna északi részén – ez az, ami igazán meglepett engem!” [8]

A fenti visszaemlékezések értelmezéséhez feltétlenül tudnunk kell, hogy az akkori szovjet lokátorok nem elavultságuk vagy gyártási hibáik miatt nem voltak alkalmazhatóak kis magasságú célok ellen, egyszerűen a technika akkori állása szerint erre voltak képesek, ez volt a helyzet a NATO-erők hasonló berendezéseinél is. A szovjetek légvédelmi doktrínája pedig azért nem állta meg a helyét a Közel-Keleten, mert nem arra tervezték, hogy korlátozott erővel, térben és időben aránylag kis távolságokon vegyék fel a harcot az ellenséggel. A két szuperhatalom légierője és légvédelme az egymással vívott totális háborúra volt kifejlesztve, többek között ezért is akadtak problémáik a helyi háborúkban (lásd Vietnam és Afganisztán). [9]

Mindenképpen meg kell említeni, hogy az izraeli sikerek elérésében más országok is, - elsősorban az Egyesült Államok- segítséget nyújtottak, igaz nem közvetlen harctevékenységgel.

Már korábban is szóba került, hogy a precíz izraeli haditerv kidolgozásához felbecsülhetetlen jelentőségű amerikai segítséget kaptak. Az U-2-es kémrepülőgépek, tengerészeti felderítőgépek és a mesterséges holdak alaposan lefényképezték az arab repülőtereket, az ott állomásozó gépeket, a védelmüket biztosító légvédelmi és rádiótechnikai alakulatokat. [1]

A légitámadások kezdetekor az amerikai 6. flotta „Liberty” nevű felderítő hajója Araistól 20 km-re északra hajózott és innen vett részt az izraeli kötelékek irányításában³. A célpontjaik megközelítésének szakaszában folyamatosan informálták őket az egyiptomi harci gépek helyzetéről, továbbá a légvédelmi alakulatok felderítő és rávezető-lokátorait is aktívan zavarták. [1]

Fentebb már említésre került, de úgy gondolom érdemes egy kicsit bővebben is megvizsgálni az izraeli repülőtereken dolgozó műszaki alakulatok munkáját. A gépek rendkívül gyors és precíz újratöltése és újrafegyverzése csak úgy tudott gördülékenyen haladni, hogy azt jó előre begyakorolták, az állomány tehát professzionális szintű felkészültséggel rendelkezett. A forgási időt hihetetlenül lerövidítő eljárásokra emlékszik vissza (a magyar származású) Itamar Ben Ari, aki ugyan a háború idején már nem volt aktív szolgálatban, de az előző években részese volt az eljárások és munkafolyamatok kidolgozásának, amely meghozta a gyümölcsét 1967 júniusában: *„Repülőgépet nem javítottunk – idézte az alapelvet – Ha valami nem működött, azonmód kicserélték. Ha a gép nem kapott komoly találatot, akkor csak valamilyen műszer vagy berendezés hibája késleltethette a repülését. A pilóta még a levegőben szól, hogy mi a gond, leszáll a gép, fogod és kicseréled a műszert, és kész. A bombák és rakéták ott várnak a gép mellett előkészítve, és amikor megjön a gép, egy csomó katona nekiesik és megcsinálják, amit meg kell csinálni.”* Persze egyszerűsített formában meséli a történetet, de a lényeg mindenképpen, hogy a siker kulcsa a rengeteg gyakorlás volt: *„Ügyesen meg kellett szervezni, hogy ne zavarjuk egymást. A kabinban például csak egy ember ülhetett, és mondjuk még egy adogathatja neki a dolgokat. Aztán a sárkányos, az elektronikus szerelő is csinálta a saját munkáját. Nem lehetett előre megmondani, hogy hatan vagy csak négyen estek neki a gépnek, ez attól függött, milyen bajjal*

³ Ezt a hajót június 8.-án izraeli repülőgépek és torpedónaszádok támadták meg és rongálták meg súlyosan, hibás azonosítás következtében. [10]

TANULSÁGOK LEVONÁSA

Az 1967-es háborúban Izrael vitathatatlanul elsőprő győzelmet aratott. Véleményem szerint ezt a sikert Izrael elsősorban a légierijének köszönheti, mert már a háború elején kivívta a légi fölényt, szinte teljesen megsemmisítette az ellenfeleit, és elérte azt, hogy a továbbiakban a szárazföldi csapatai úgy nyomulhattak előre, hogy nem kellett ellenséges légicsapásoktól tartaniuk, emellett a saját gépeik jelentősen támogatták a harcaikat. [1]

Az első órákban elért izraeli sikerek bizonyították, a megelőző tömeges légicsapás eredményes alkalmazásával bármelyik légierő képes döntő sikereket elérni. Ebből az is következik, hogy a megtámadott fél számára az első tömeges légicsapás visszaverése létkérdés, hiszen ezektől meg kell védenie saját erőit, melyekkel a megtorlást biztosíthatja. [1][3]

A súlyos vereségből Egyiptom és Szíria azt a következtetést vont le, hogy a jövőben mindenképpen el kell kerülni azt az eshetőséget, hogy Izrael újra egy meglepetésszerű légicsapást indítson ellenük, ezért fel kell fejleszteniük a légvédelmi erőiket. Különösen a rádiótechnikai- és légvédelmi rakétás alakulatokat, hogy azok képesek legyenek bármilyen magasságban, bármilyen irányból támadó, akár manőverező célok ellen is eredményesen felvenni a harcot. Továbbá, hogy a jövőben kellően komolyan kell venniük a következő háború lehetőségét, ezért csapataikat állandóan magas készségben kell tartaniuk. [1][3]

A háború igazolta azt a hadászati elméletet, mely szerint a villámháborús taktikák alkalmazása még egy elvileg gyengébb fél számára is előnyös, hiszen a meglepetés ereje erősokszorozó tényezőként hat és döntő sikereket tud elérni, mielőtt a nemzetközi közösség reagálna és a tűzszünet megköttené. [1]

„A megtámadott állam korszerű harci technikája s e technika számbeli fölénye önmagában holt potenciál, ha az államhatalom döntései bizonytalanok, a katonai vezetés nincs hivatása magaslátán.” [1]

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KIS J. Ervin: Az arab országok és Izrael légierőinek helye, szerepe, fejlődése az 1967-es és 1973-as helyi háborúk tükrében Doktori (PhD) értekezés tervezet, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest 2007.
- [2] NOVÁK András: A technikai és a harcászati lehetőségek kiaknázásának bemutatása az izraeli légierő arab országokkal vívott háborúiban. ZMNE, Szolnok, 2000.
- [3] M. UMNOV: Air defense and air forces in the 1967 Near East War. Military Thought, 1968.
- [4] David NICOLLE, Tom COOPER: Arab MiG-19 and MiG-21 units in combat. Osprey Publishing Limited, Wellingborough, 2004.
- [5] A vadászpilóta század harctevékenysége. Magyar Néphadsereg Repülő Főnökség, 1975.
- [6] Ivan RENDALL: Vadászpilóták (Légi harc a sugárhajtású gépek korában). Orion Publishing Co, London, 1999.
- [7] Lon NORDEEN, David NICOLLE: Phoenix Over the Nile, a history of Egyptian Air Force, Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 1996.
- [8] David NICOLLE, Brian CULL, Shlomo ALONI: Wing Over Suez, Casemate Publishing, Havertown, 1996.
- [9] A vadászpilóták harcászata (RE/339). Honvédelmi Minisztérium 1968.
- [10] Intelligence Memorandum: The Israeli attack on the USS Liberty. CIA, 1967.06.13.
- [11] MÁRVÁNYI Péter: A sivatag pilótája. Aranyas magazin. 2002. április

Restás Ágoston¹ – Dudás Zoltán²

AZ UAV KATASZTRÓFAVÉDELMI ALKALMAZÁSÁNAK SAJÁTOS- SÁGAI ÉS HUMÁN FELTÉTELEI³

A légiközlekedésben a pilóta nélküli repülőgépek (UAV) alkalmazása egyre inkább előtérbe kerül. A katonai és civil alkalmazások között megjelennek a katasztrófavédelmi alkalmazások is, amelyek jellegükben újabb sajátosságokat hordoznak. Ez részben magán viseli a katonai és civil alkalmazások egyes jegyeit, de tartalmaz kifejezetten katasztrófa-specifikus jegyeket is. A repülés biztonsága és a katasztrófavédelmi feladatok sikeres végrehajtása érdekében célszerű ezek áttekintése, de nem csak a speciális alkalmazás sajátosságai, hanem a humán aspektus oldaláról is. A cikk a Magyarországon figyelembe vehető kockázatokkal számolva 5 különböző katasztrófavédelmi alkalmazás lehetőségét vizsgálja meg, így a nukleáris baleset, a veszélyes anyag szabadba jutása, árvíz, földrengés és erdőtűz vonatkozásait.

HUMAN ASPECTS AND SPECIAL FEATURES OF UAV USE SUPPORTING DISASTER MANGEMENT

Among the participants of air traffic the roll of unmanned aerial vehicles (UAVs) becomes more and more powerful. On half way between military and civil uses of UAVs appears also a relatively new one, which is a special featured UAV application focusing on supporting disaster management. Features of these application look like partly military, partly civil, however having also own disaster-specific features. For ensuring both flight safety and successful management it is useful looking through not just the special features of UAV operation supporting disaster management, but also human aspects. This article targets 5 different types of possible disasters in Hungary, like nuclear accidents, dangerous material releases, floods, earthquakes and forest fires.

BEVEZETÉS

Az UAV-k alkalmazásának egyre szélesebb körű elterjedése, vagy az arra való szándék és kezdeményezés ma már egyre inkább nyilvánvaló és kézzelfogható. Az erre való hatékony felkészülés azt indokolja, hogy a repülés biztonságának szem előtt tartásával ez a téma minél szélesebb körben kutatásra, vizsgálatra kerüljön. E kutatás, vizsgálat része, hogy az UAV repülésekkel kapcsolatos humán tényezők szerepe is a fókuszba kerüljön. Az UAV repülések civil alkalmazása során nyilvánvalóan felmerül, hogy olyan helyzetekben, amikor az emberek közvetlen életét, értékeit veszély fenyegeti, lehet-e, célszerű-e azokat alkalmazni. Mivel katasztrófa esetén a rendelkezésre álló erőforrások mindig szűkösek, ezért az UAV-k képességeinek, mint egy új, eddig még nem alkalmazott eszköznek a lehetőségeit mindenképpen célszerű kihasználni.

A kérdéskör vizsgálata azért is indokolt, mert ma már több nemzetközi példát, de hazai kez-

¹ PhD, egyetemi docens, tanszékvezető, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék, restas.agoston@uni-nke.hu

² PhD, a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001. sz. pályázat, "Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások" Adatintegráció alprogram, A pilóta nélküli légijárművek alkalmazásának humán aspektusból történő vizsgálata c. kiemelt kutatási terület vezetője, dudas.zoltan@uni-nke.hu

³ Lektorálta: Prof. Dr. Makkay Imre, egyetemi tanár, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Katonai Repülő Tanszék, makkay.imre@uni-nke.hu

deményezést is találunk a katasztrófa, vagy katasztrófa jellegű események UAV repülésekkel történő támogatására. Az egyre bővülő alkalmazás a repülés biztonságának kérdését is felveti, amely során az UAV repülések humán tényezőit is meg kell vizsgálni. A cikk arra vállalkozik, hogy ezt a témakört, vagyis az UAV-k katasztrófáknál történő alkalmazásának lehetőségeit, sajátosságait és humán tényezőit vizsgálja.

FOGALMI MEGHATÁROZÁSOK ÉS A KATASZTRÓFÁK FELOSZTÁSA

Fogalmi meghatározások

A témakör elején – nem részletezve a különböző fogalmi meghatározások körülményeit, – mindenképpen célszerű egy-egy rövid meghatározást adni mind az UAV, mind a katasztrófa fogalmára.

Az UAV fogalma

A téma vizsgálatának kezdetén célszerű az alapvető, ide vonatkozó fogalmakkal is megismerkednünk; elsőként az UAV fogalmát szükséges tisztázni. Mint általában a fogalmak meghatározásánál, szakirodalomtól függően számos meghatározással találkozhatunk. Így, a viszonylag részletesen leírt jellemzőktől kezdve a kisméretű UAV-k azon egyszerű szűkítéséig, miszerint azok olyan modell repülőgépek, amelyek munkavégzésre alkalmasak (Restás, 2007). A cikk szempontjából a TÁMOP pályázat, Kiemelt kutatási területének saját eredményekre alapozott fogalmát értelmezzük, amely szerint az *UAV olyan saját erőforrással ellátott, a fedélzetén pilótát nem szállító repülőeszköz, amely autonóm, vagy távolról irányított módon képes aerodinamikai elvek alapján repülni és fedélzetén hasznosnak nevezett terhet szállítani.*



1. ábra UAV-k katasztrófavédelmi alkalmazása stratégiai (Ikhana) és operatív feladatokra (Fenix)

A katasztrófa fogalma

A katasztrófák fogalmára szakirodalomtól függően szintén többféle meghatározást találunk. Ezek felsorolása nyilván túllépné a cikk kereteit, azonban valamennyi közös vonásaként elfogadható a Magyar Értelmező Kéziszótár meghatározása, amely alapján a katasztrófa „*nagyarányú szerencsétlenség, (sors-) csapás*”⁴.

A katasztrófa magyar fogalmának jogi meghatározása a 2011. évi CXXVIII. törvény⁵ alapján

⁴ Magyar Értelmező Kéziszótár

⁵ 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról.

a következő:

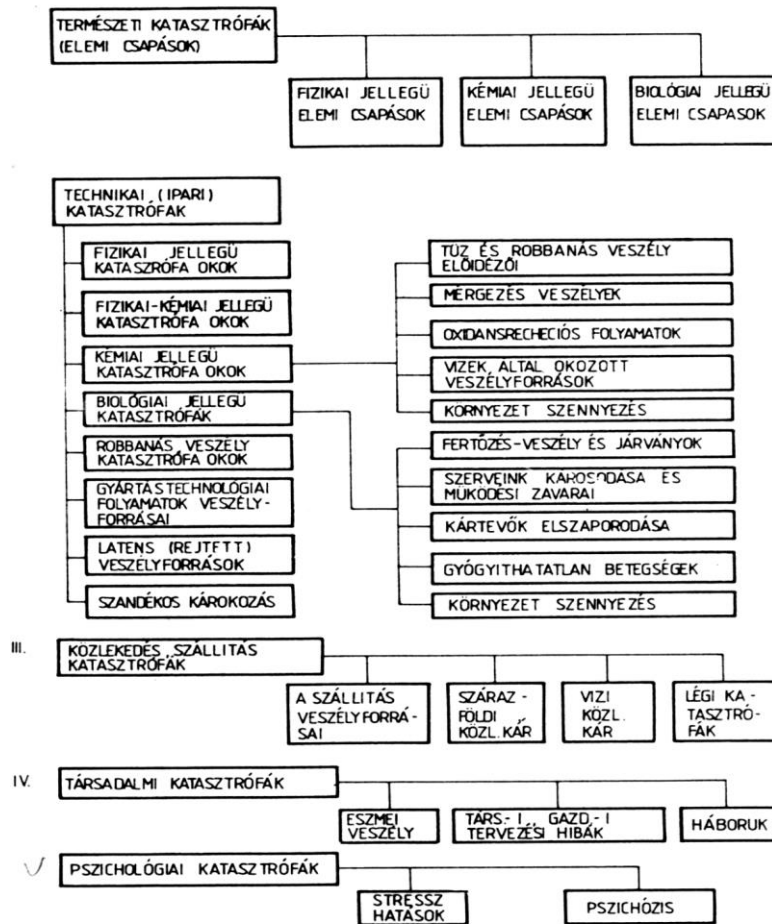
„... a veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas, illetve e helyzet kihirdetését el nem érő mértékű olyan állapot vagy helyzet, amely emberek életét, egészségét, anyagi értékeit, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit, és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét igényli.”

A fenti fogalom meghatározásából egyértelműen kitűnik, hogy a katasztrófák elleni védekezéshez rendelkezésre álló erőforrások szűkösek. Logikailag ezért bármely olyan erőforrás, amely képes segítséget nyújtani a beavatkozás során, hatékonyabbá teszi a katasztrófák elleni megelőzést, a védekezést és a következmények felszámolását. A fentiek alapján az UAV-k alkalmazási lehetőségeinek, mint eddig még nem alkalmazott, de újszerű eszközöknek a körülményekre vonatkozó vizsgálata előnyös és célszerű.

A katasztrófák felosztása

A katasztrófák felosztására – az alkalmazott szakirodalomtól függően – ismételten számos megoldást találunk. Ezek lehetnek egy, vagy több szempontúak (pl. a kiterjedés nagysága szerint: kicsi vagy nagy), nevesítettek (pl. árvizek, földrengések), de több tényező egyidejű figyelembe vételével akár komplexek is (2. ábra).

A fenti táblázat alapján látható, hogy megannyi lehetőségünk adódik a katasztrófák felosztására. A témakörnek a táblázat külön elemei szerinti vizsgálata azonban olyan sokrétű lenne, hogy az bizonyosan nem az eredeti célkitűzést, vagyis az UAV-k katasztrófaénál történő alkalmazásainak sajátosságait kristályosítaná ki, – megítélésem alapján – sokkal inkább egy kusza, átláthatatlan ismeretanyagot adna. A fentiek miatt a kutatás további részében a Magyarországon számottevően számításba vehető veszélyeztetettség szerinti katasztrófákkal, azok nevesített formáival kívánok foglalkozni. Ezzel egyrészt a pályázat nyújtotta keretek közé szűkítem a vizsgálatot, de mégsem zárom ki annak lehetőségét, hogy a kapott eredmények a katasztrófák szélesebb csoportjára is adaptálhatók váljanak.



2. ábra A katasztrófák felosztása különböző szempontok alapján (Nagy-Halász, 2002)

Az UAV-k alkalmazásának felosztása katasztrófavédelmi szempontból

Az UAV katasztrófavédelmi alkalmazásának, sajátosságainak vizsgálatát valamilyen módszer szerint szükséges megvizsgálni. Ezekhez alapvetően a következők vehetők:

- a katasztrófák lefolyásának időrendi strukturálása;
- egyes katasztrófák nevesítése és annak alapján a sajátosságai;
- a beavatkozás és irányítás szintjének strukturálásával;
- más, tipikus UAV alkalmazásokkal történő összehasonlítás;
- az alkalmazásra kerülő UAV jellegzetességeivel.

A fentiek egymástól függővé tétele egy több dimenziós vizsgálati teret alkot, amelynek részletes vizsgálata kusza és a projekt keretein túlmutató is lenne. Egyszerűbb mátrixok azonban alkothatók, így pl. a legelemibb időbeli strukturálással a nevesített katasztrófaútnál az UAV alkalmazások történhetnek az esemény bekövetkezése előtt, a bekövetkezést követően azonnal, valamint az esemény után. Mindezekben túlmenően az alkalmazások fókuszálhatnak az operatív, a taktikai, valamint a stratégiai tevékenységek támogatására is.

Nukleáris katasztrófa		Előtte	Közben	Utána
	Operatív		x	x
	Taktikai	x	x	
	Stratégiai		x	x
Veszélyes anyag katasztrófa		Előtte	Közben	Utána
	Operatív	x	x	x
	Taktikai		x	
	Stratégiai			
Árvíz		Előtte	Közben	Utána
	Operatív		x	
	Taktikai	x	x	x
	Stratégiai			x
Földrengés		Előtte	Közben	Utána
	Operatív		x	x
	Taktikai		x	x
	Stratégiai			
Erdőtűz		Előtte	Közben	Utána
	Operatív		x	x
	Taktikai	x	x	
	Stratégiai	x		

3. ábra UAV alkalmazások lehetőségei mátrixban, néhány nevesített katasztrófa esetén.

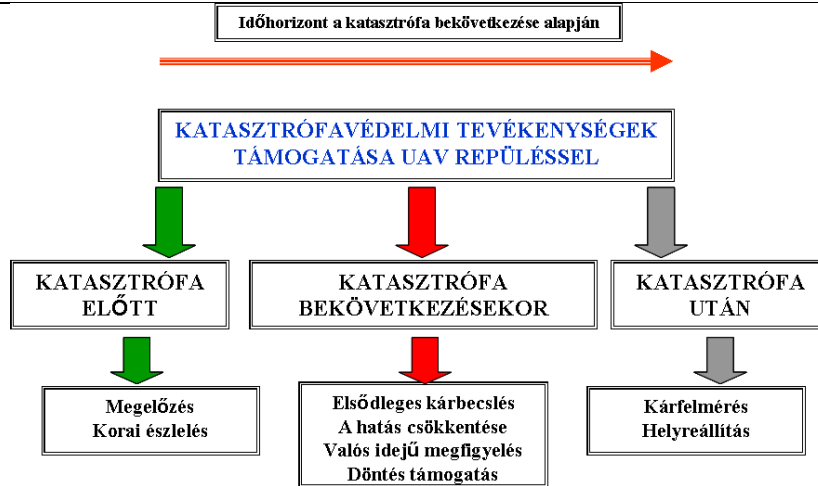
A táblázatban szereplő alkalmazási lehetőségek részletes kidolgozása egyelőre még csak az erdőtűz esetében valósult meg (Restás, 2012), így a megadott értékeknek („x” jelölés) a többsége a saját *szakértői becslés módszerének* az elvén alapszik.

A katasztrófák időbeli lefolyása

A jogi megfogalmazás alapján kitűnik, hogy a katasztrófák elleni védekezés időben jól elhatárolható részekre bontható: a katasztrófa bekövetkezése előtti megelőzési és a katasztrófaveszély időszakára, a katasztrófa bekövetkezése utáni közvetlen időszakra, mint a beavatkozás és védekezés időszakára, valamint a beavatkozási tevékenység utáni időszakra, vagyis a következmények felszámolásának, a helyreállítás idejére.

A lehető legegyszerűbb időrendi felosztást a fentiek alapján követve az UAV alkalmazások történhetnek:

- a katasztrófa bekövetkezése előtt;
- a katasztrófák bekövetkezése után annak lefolyása során;
- a katasztrófáknál történő elsődleges beavatkozás után.



4. ábra A katasztrófavédelmi tevékenységek UAV repüléssel történő támogatásának időrendi felosztása.

A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak

A katasztrófák bekövetkezése előtti tevékenység alapvetően két feladatra korlátozódhat. Az egyikben feltételezhető, hogy a katasztrófa kialakulására befolyással vagyunk, tehát annak elkerülése érdekében az UAV repülésekkel ún. *megelőző* tevékenységet folytatunk. Ilyen tevékenység lehet pl. a megfelelő szabályok betartásának légi megfigyeléssel történő ellenőrzése. Tipikusan ilyen feladat a veszélyes anyagokkal kapcsolatos szállítási és ipari (előállítás, raktározás stb.) tevékenységek hatósági ellenőrzésének támogatása a levegőből. A jelenlegi hatósági ellenőrző tevékenység meghatározott időben történő, helyszíni bejárásra alapozott ellenőrzést jelent, ám a levegőből történő ellenőrzések minőségileg javíthatnak az objektív megítélés hatékonyságán. Egyrészt a légi megfigyelés véletlenszerű alkalmazása váratlan lehet, így objektív képet tud adni az ellenőrzésmentes napok valós gyakorlatáról; másrészt ez az ellenőrzési mód nem zavarja a tevékenység folytatását sem. Ilyen ellenőrzés lehet, az ún. SEVESO üzemegységek levegőből történő időszakonkénti megfigyelése. Ennek lehetősége bizonyosan pozitív hatást lenne képes gyakorolni az esetleges jogellenes ipari tevékenységek csökkentésére, megszüntetésére.

A másik, a katasztrófák bekövetkezése előtti feladat magának a katasztrófa kialakulásának a gyors észlelésében, hatásának és kiterjedésének megakadályozásában nyújt segítséget, illetve foglalhatja azt magában. Ez egy bizonyos esemény kockázatának növekedésével, egy előre meghatározott küszöbérték elérésekor, meghaladásakor kerülhet előtérbe. Ennek során, pl. az UAV légi őrjáratozásával igyekszünk a korai észlelés által segítséget nyújtani az esemény kiteljesedésének megakadályozásában. Eerre tipikus példa lehet a száraz időszakokban az erdőtüzek korai észlelését lehetővé tevő légi őrjáratozás.

Ez utóbbi feladat értékelésénél meg kell jegyezni, hogy a légi őrjáratozás – meggyőződés alapján – már önmagában is visszatartó erőt jelenthet a tilalom alá eső területeken történő illegális tüzgyújtástól, tehát akár valós megelőző tevékenységként is értékelhető, másrészt észre kell venni, hogy a feladat teljesülése, vagyis a katasztrófa korai detektálása már átmenetet is jelent a megelőző tevékenység és az aktív beavatkozási feladat között.

A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak

A katasztrófák bekövetkezése utáni UAV repülések a keletkezett helyzet kezelését, elsősorban a menedzsment döntési folyamatainak elősegítését célozhatja. A döntési mechanizmus több irányú lehet, korlátozódhat csak a helyzet gyors értékelésére, de akár az UAV repülések mentésben való alkalmazásának aktív igénybe vételére is (Stuber et al. 2009). A fentiekből következik, hogy az UAV repülések olyan mennyiségű és minőségű információt szolgáltatnak, amelyek egyéb, nem légi úton szerzett információkkal összehasonlítva minőségileg képesek javítani a menedzsment korábbi döntési mechanizmusát. Az UAV repülésekkel biztosított információszolgáltatás célja lehet a hirtelen bekövetkezett katasztrófa hatásának elsődleges, gyors felmérése, vagy az aktív mentési, kárenyhítési feladatok valós idejű segítése, megfigyelése vagy koordinálása, összességében a menedzsment döntési folyamatainak elősegítése és támogatása.

A helyreállítási időszak

A katasztrófák mentési, kárenyhítési feladatainak befejezését követően az UAV repülések a társadalmi tevékenységek minél korábbi normál mederbe terelésének elősegítését és a helyreállítási tevékenységeket segíthetik. Az utóbbi, a keletkezett károk pontos felmérésére, a helyreállítást segítő, tervező munkák segítségére vonatkozik.

A hosszabb távú helyreállítási munkákban való részvétel hatékonyságának megítélése már inkább gazdaságossági alapokon történhet. Ennek az lehet az alapja, hogy az UAV repülések költsége alacsonyabb a személyezettel repülő repülőgépektől, esetleg rugalmasságban vagy egyéb módon összehasonlítva előnyösebb, mint más eszközök igénybevétele.

HUMÁN TÉNYEZŐK KATASZTRÓFA-SPECIFIKUS FELOSZTÁSBAN

A cikk e fejezete nevesít néhány, Magyarországon számításba jöhető katasztrófát, illetve megvizsgálja ezeket az UAV alkalmazás taktikai és humán aspektusából. Ezek:

- nukleáris katasztrófa (baleset);
- veszélyes anyag szabadba jutása;
- árvizek;
- földrengés;
- nagykiterjedésű erdőtüzek.

Nukleáris baleset

A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak

A nukleáris energia alkalmazásának érzékeny megítélése miatt az esemény bekövetkezése előtti időszakra terminológiánkban a baleset (katasztrófa) nélküliség szóhasználatát alkalmazzuk. A feltételezés alapján ez a fajta UAV repülés maga a nukleáris energiát előállító atomerőmű, a működés szabályszerűségét ellenőrizni hivatott hatóságok és a szubjektív biztonságot is nyújtani kívánó civil kontrol részéről kerül végrehajtásra.

A feladat végrehajtása során elsődlegesen az erőmű által okozott többlet sugárterhelés mérőműszeres ellenőrzésére kerül sor. Az UAV repülés mind időszzerűségét, mind jellegzetességét tekintve (repülés magassága, útvonala, le-, és felszállóhelyek, személyzet, stb.) nyilvánvalóan

jól tervezhető. A feladat a sajátosságok ellenére – elsősorban a jól tervezhetősége miatt - nem tekinthető katasztrófa jellegűnek, így a fentiek alapján, a humán tényezők szerepe is az általános UAV repülésekével jellegében azonosnak ítéltető.

A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak

A feladat nagyon speciális, a feltételezett sugárszennyezés területi és időbeli kihatása miatt komoly felelősséget hárít az UAV pilótákra. Az UAV repülések ilyen helyzetekben már önmagukban is előnyösek, hiszen a légi felderítés és valós idejű beavatkozás követés nem megkerülhető. Ezt az eddig bekövetkezett katasztrófák (Csernobil, Fukusima) köztudomásúan már bizonyították. Azzal, hogy a személyezettel a fedélzeten végrehajtott repülések, légi felderítések egy része bizonyosan kiváltható az UAV repülésekkel, a sugárzás hatásának kényszerűen kitett személyek számát már csökkenti (pilóták).



5. ábra A Fukushima-i erőmű robbanása távolról és hatása közelről

A fentiek természetesen azt feltételezik, hogy a repülések indítása és érkeztetése, vagyis a fel-, és leszállóhelyek távolsága a sugárzás szempontjából már megfelelően távol lesz, vagy védve van. Itt feltételezzük, hogy a földi irányító állomás, valamint a fel-, és leszállóhelyek földrajzilag azonos helyen találhatók, ami persze az eset jellegétől, valamint az alkalmazott UAV-tól függően akár teljesen el is különülhet.

A fentiek ellenére figyelembe kell venni, hogy a pilóták szennyeződéstől való távol tartása, vagyis az UAV pilóták alkalmazása nem jelent védelmet magára az UAV-ra, vagyis az legalább olyan szennyezett lesz, mint amilyen hagyományos alkalmazás (személyezettel repülő repülőgép) esetben lenne. Ezt, humán szempontból, mint másodlagos veszélyforrást kell figyelembe venni nem csak a pilóták, de a repülést kiszolgálók részéről is.

A feladat végrehajtása térben folyamatosan terjeszkedő, időben bizonyosan elhúzódó, hetekig, akár hónapokig (Fukushima) is eltarthat. Az UAV pilóták, illetve a feladatban részvevő személyzet folyamatos cseréje elengedhetetlen, ennek ellenére a monotóniából adódó fáradtság, kimerülés az egyik leginkább veszélyeztető tényező. A kezdeti időben a keletkezett károkra, a szennyeződés mértékének mielőbbi megállapítására, stb. vonatkozó információ-éhség miatt a kárcsökkentést, felszámolást irányító menedzsment részéről a pilóták bizonyosan ki lesznek téve az időnyomás hatásának. A „minél gyorsabban és minél többet repülés” elve bár kerülendő, a döntéshozók részéről itt érthető elvárás.

Az esetleges tehetetlenség, vagy a repülések eredményességével sem elősegíthető hatékonyság növekedés a felszámolás, kárenyhítés során az UAV pilóták esetében is frusztrációhoz

vezethet. További frusztrációhoz vezető tényezőként értékelhető a lerombolt, élettelen terület látványa és esetleg a tovább romló helyzet folyamatos nyomon követése.

A feladat fentiekben már megfogalmazott jellegzetessége, hogy a repülés sugárszennyezett terület fölött kerül végrehajtásra; ennek kockázatai a fel-, és leszállóhely kiválasztásával, valamint a szakszerű mentesítéssel megoldhatók, ill. megengedhető mértékűre csökkenthetők. Az adott helyzet függvényében bizonyos az UAV-k élettartamának (nem repüléstechnikai, vagy kiszolgálási hiányosságokból adódó) drasztikus csökkenése, de szélsőséges esetben felmerülhet akár az *egyszer használatos* megoldás alkalmazása is.



6. ábra A Fukushimánál alkalmazott UAV, valamint a sugárszennyezés mértéke röviddel a robbanás után

A helyreállítás időszaka

A feladat jellegét tekintve kettős: egyrészt bizonyosan sugárszennyezett terület fölött is kell repülni, másrészt időben már tervezhető feladatról van szó. A sugárszennyezett terület fölötti repülés problémája - a fentiek szerint - itt is a fel-, és leszállóhely, valamint a szakszerű mentesítéssel kezelhető. Az időbeni tervezhetőség lehetősége az UAV repülés katasztrófa jellegét drasztikusan csökkenti, inkább ellenőrzési, felügyeleti, a helyreállítást segítő repülésekről lehet szó. A fentiek következtében a humán tényezők katasztrófa-specifikus jellegzetességei is eltűnnek, többnyire az általános repülési szabályok alkalmazásával kezelhetők.

Veszélyes anyag szabadba jutása

A veszélyes anyagok nem szándékolt szabadba jutásával együtt járó helyzet kezelésének UAV repülésekkel való támogatása egyes elemeiben összevethető a nukleáris balesetnél tapasztaltakkal.

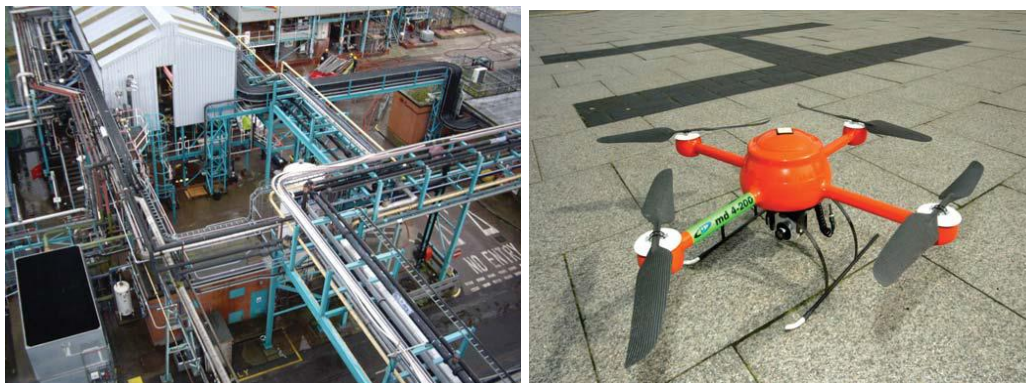
A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak

A baleset nélküliség időszakában végzett UAV repülések leginkább a hatóság ellenőrző tevékenységének elősegítésére, esetleg spontán végrehajtott környezetvédelmi célból történhet. A levegőből a hatóság részéről tervezhetően, az ellenőrzött részéről, mint szenvedő alany, ugyanez akár váratlanul is történhet. Az UAV repülés végrehajtása a megrendelő részéről előre tervezett, így fennálló veszélyeztetettség hiányában humán aspektusból vizsgálva jellegében nem katasztrófa-specifikus, az egyéb civil alkalmazásokkal összevethető.

A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak

Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetknél az UAV repülésekkel megoldandó elsődleges feladat a kiáramló folyadék, vagy gáz fázisú anyagok terjedésének mielőbbi, pontos meghatározására irányul. Ezt a feladatot jelenleg a katasztrófavédelem speciális eszközparkjával lehet részlegesen megoldani (Katasztrófavédelmi Mobil Labor), amelynek jellegzetessége a viszonylagos helyhez kötöttség, illetve a 2 dimenziós képalkotás. Az UAV repülésekkel nagy területen, gyorsan és objektíven lehet 3 dimenziós képet, ún. *reológiai* görbéket kapni, amely nyilvánvalóan sokkal hatékonyabban képes támogatni a beavatkozást irányítók döntéseit.

A beavatkozás időszakában a fel-, és leszállás helye bizonyosan távolabb helyezkedik el a szennyezett területtől, így az UAV pilóták veszélyeztetettsége nem releváns. Humán tényezőket vizsgálva a katasztrófa súlyossága és időbeli elhúzódása lesz meghatározó; kezdetben az információéhség miatti gyors felszállás okozta időnyomás, másrészt az esetlegesen elhúzódó repülések hatásait vehetjük figyelembe. Feltételezhető, hogy esetleg csapdában maradt személyek felkutatására is sor kerülhet, ezért az UAV repülések kulcstényezővé is válhatnak az emberéletek mentésében. Ekkor előfordulhat, hogy ennek terhe az UAV pilóták számára nehezen viselhető, de ennek akár ellenkezője is, hogy ez motiváló tényezővé válik a sikeres feladat végrehajtáshoz. Ez utóbbi érdekében a képzést, a kiképzés színvonalát kell humán szempontból erősíteni.



7. ábra UAV valós alkalmazása vegyi üzem baleseténél. Forrás: West Midlands Fire Service (Mika, 2009)

A katasztrófa-elhárítási tevékenységet követő időszak

A veszélyes anyagok okozta balesetek, katasztrófák elsődleges beavatkozási, kárfelszámolási feladatai után az UAV repülések ismételten jól tervezhetővé és a kényszerű tehervállalás nélkülivé válnak. Ezért humán szempontból az egyéb civil alkalmazásokhoz hasonlítanak, katasztrófa-specifikus jellegüket elveszítik.

Árvizek

Az árvizek – az ún. villámárvizek kivételével – tipikusan a lassan kialakuló katasztrófák csoportjába sorolhatók. Ennek lényege, hogy a jelenlegi korszerű meteorológiai előrejelzéseknek köszönhetően viszonylag korán, de bizonyosan több órával, esetleg néhány nappal a kritikus helyzet kialakulása előtt képesek lehetünk az árvízveszélyre felkészülni. Ezért az UAV-k árvizeknél történő alkalmazására is fel lehet készülni, azt tervezni lehet.

A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak

Az árvizek elleni védekezés egyik kulcs tényezője a folyó medrének és a lefolyást biztosító ártereknek az akadálymentesítettsége, tisztasága, valamint az árteret övező gátak minősége és állapota. Az UAV repülésekkel légi megfigyelés útján rövid idő alatt nagy területek, hosszú folyószakaszok ellenőrizhetők. Ez a feladat mind időben, mind struktúráját tekintve jól tervezhető, így különösebb indoklás nélkül elfogadható, hogy humán tényező szempontjából egyéb polgári alkalmazásokkal összevetve nem jelent különösebb veszélyforrást.

A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak

Az árvízi védekezés során az UAV repülésekkel – előntési modellek híján - nyomon lehet követni a már elöntött, valamint a vízszint emelkedésével várhatóan elöntésre kerülő területeket. Ezek alapján meghatározható melyek a veszélyeztetett területek, házak, mely területeken kell a védekezést erősíteni, vagy a kitelepítéseket megkezdeni. A feladat jellege kevésbé dinamikus, inkább lassan változó és bizonyosan egy irányba mutató. Az UAV repülések a fedélzetre installált berendezésektől függően potenciálisan alkalmasak lehetnek a víz nyomásának tartósan kitett gátak állapotának, teherbíró képességének meghatározására is. A módszer pontosságát (a bizonytalanság fokát) azonban jelentősen befolyásolja, hogy a gátak szerkezete, anyagának homogenitása nagyon változó, ami azonos kitettség (víz nyomás, átlazottság foka) esetén is jelentős eltérést okozhat a teherbíró képesség fenntartásában. Az UAV repülések másik potenciális lehetősége az ún. buzgárok korai észlelése és ezáltal mielőbbi szakszerű kezelése. Ez utóbbi feladatot már egy viszonylag egyszerű hőkamerával is hatékonyan meg lehet oldani, míg az előzőhöz komoly technikai háttér, további fejlesztések és tesztlések szükségesek.



8. ábra A légi felvétel hatékonysága. Hiányzó gátszakasz felderítése a levegőből

Az árvízi védekezésnél kell megemlíteni az egyre szaporodó ún. villámárvizek jelenségével kapcsolatos feladatokat. A villámárvizek jelentősége a váratlanságukban rejlik, nagyon rövid idő alatt, viszonylag szűk területen igen nagy intenzitású csapadék, eső hullik, amelyet a meglévő árokrendszer nem képes elvezetni és hirtelen áradást, nagyon gyors elöntéseket eredményez. Az ellene való védekezés lehetősége korlátozott, az érintettek gyakran kerülnek csapda helyzetbe. Az UAV repülések ezeknek a csapdába került személyeknek a gyors felderítésében nyújthatnak hatékony segítséget.

Az árvizekkel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az UAV alkalmazásának kiszélesítésében jelentős erőfeszítések zajlanak a pusztán megfigyelési, információ-szolgáltatási feladatokon túlmutató, kifejezetten aktív feladat vállalásra is. Így, a bajba jutott személyek kimenekítését

esetleg már személy szállítására is alkalmas UAV-val végeznék (Stuber-Restás 2009).

Az árvízi védekezés során végzett UAV repüléseknél figyelembe kell venni, hogy az esős időjárási viszonyok korlátozó szerepet játszhatnak. Ennek figyelemmegosztó, - elterelő hatása lehet, ezért az időjárás nyomon követése elengedhetetlen.

Humán tényező szempontjából az ún. villámárvizek egy dinamikus környezetben végrehajtott, viszonylag rövid ideig tartó, de mielőbbi felszállási kényszerszerű jelentő repülést generál, amelyet esetenként kedvezőtlen időjárási viszonyok között kell megkezdeni. Ennek hatásai mindenképpen jelentős befolyást gyakorolnak a figyelemmegosztásra és a fáradtságra. Humán szempontból ez egy dinamikus és kifejezetten katasztrófa-specifikus hatás.

A védekezést követő időszak

Az árvizek levonulását követően a gátak sokszor sérülést, állapotrosszabbodást szenvednek. Ezek felméréséhez (légi feltérképezéséhez), az UAV repülések hatékony segítséget nyújthatnak. Figyelembe véve, hogy az árvízi védekezést követő repülések körülményei nagyban hasonlítanak, megegyeznek a megelőző időszakban végzett repülés körülményeivel, vagyis mind időben, mind a feladat struktúráját tekintve jól tervezhető, így a humán tényezők szempontjából is hasonló helyzetet várhatunk, vagyis a feladat nem jelent különösebb veszélyforrást.



9. ábra Árvíz utáni felmérés az Aggteleki Nemzeti Park területén (Bodrogek, 2010) UAV segítségével

Földrengések

A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak

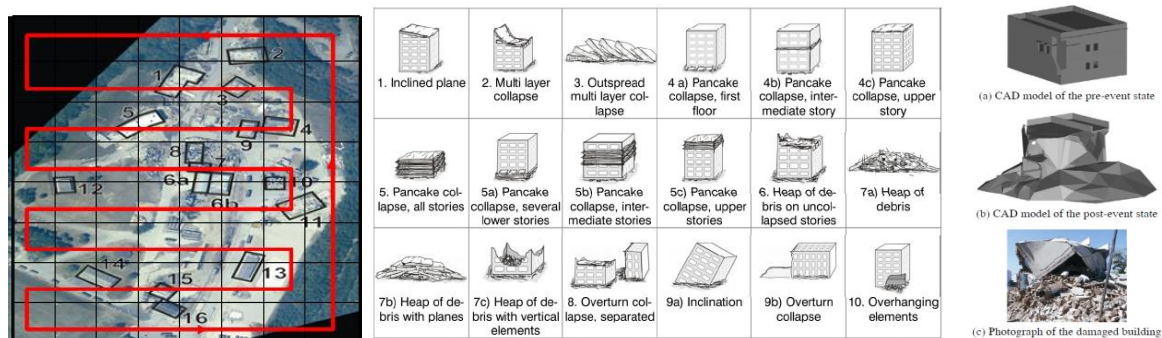
A földrengések tipikusan olyan katasztrófák, amelyek előrejelzése még nem megoldott, hirtelen, váratlanul történik. A rengés energiájától, az építkezési jellemzőktől, népsűrűségtől, technikai fejlettségtől függően óriási anyagi és emberi veszteségeket okozhat. Mivel a rengés kipattanásának általánosan elfogadottan nincsenek észlelhető előjelei, ezért az UAV repülések alkalmazása sem tűnik célszerű megoldásnak. Így az UAV alkalmazásának vizsgálata földrengés előrejelzésére vonatkozó nem releváns.

A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak

A nagy energiával kipattanó földrengésekre jellemző, hogy óriási területeket érintve a lakóépületek összedőlnek és a bent tartózkodók közül számosan azonnal, vagy csapdába esve a sérülések, valamint az életfeltételek megszűnése miatt idővel áldozatul esnek. A sérültek helyzete a

fentiek alapján több féle lehet; a katasztrófavédelem számára a csapdába került, saját erejéből menekülni nem tudó érintettek kerülnek az elsődleges tevékenység középpontjába.

A területre sokszor jellemző, hogy a pusztítás miatt nem lehet közlekedni, a csapdába kerültek megközelítése nehéz. További probléma, hogy a helyszínen rendelkezésre álló erőforrások rendszerint szűkösek, emiatt azok optimális elosztása alapvetően meghatározza a beavatkozás hatékonyságát. A csapdába kerültek túlélési esélyei az idő múlásával drasztikusan csökkennek, így bármilyen eszköz, amely a felkutatásukat, vagy a kutatásukra rendelkezésre álló erőforrások alkalmazásának optimalizálását elősegíti, jelentősen javítja a mentés hatékonyságát. Az UAV repülés a rengés utáni gyors terület felmérésben, feltérképezésben, elsődleges kárbecslésben tud hatékony segítséget nyújtani. A terület feltérképezésével képesek vagyunk olyan 3 dimenziós képalkotásra, amely alapján eldönthető, hogy az épületek állapotától függően a csapdába esett személyeknek milyen túlélési esélyei vannak. Ezek alapján a rendelkezésre álló erőforrásokat a hatékonyság szempontjából optimalizálni lehet.



10. ábra UAV repülés földrengés sújtotta terület fölött. Repülési útvonal megtervezése, az épületek sérülésének osztályozása (Scweier és Markus, 2004), valamint 3 dimenziós képalkotás (Rehor, 2007)

A földrengéseknél történő UAV repülések szempontjából katasztrófa-specifikus jelenség, hogy a menedzsment részéről azonnali repülési igény merül fel. A személyzet számára ez váratlan feladat, ami az alkalmazott UAV típusától függően lehet nagy távolságból irányított stratégiai repülés, de a mentőcsapatok támogatására szolgáló operatív feladat is. A személyzet olyan terület fölött hajt végre repülést, ahol a pusztítás jelentős, így az azzal való szembesülés és a fölötté végzett pontos feladat végrehajtás kényszere bizonyosan jelentős terhelést jelent. Az adott terület fölött az UAV repülés lehet az első is, így az UAV személyzete akár elsőként is szembesülhet a pusztítás mértékével.

Kifejezetten katasztrófa-specifikus jelenségként értékelhető, hogy az érintett terület fölötti légtérben bizonyosan nem csak UAV repülések zajlanak. Ez az UAV személyzete részére harmonikus együttműködést és megfelelő kommunikáció fenntartását igényli. A közös légtérben való biztonságos elkülönítések, a kommunikáció folyamatos fenntartása és a koordináció figyelem-megosztást követelnek, így a pilóták a speciális feladat miatt bizonyosan gyorsabban fáradnak.

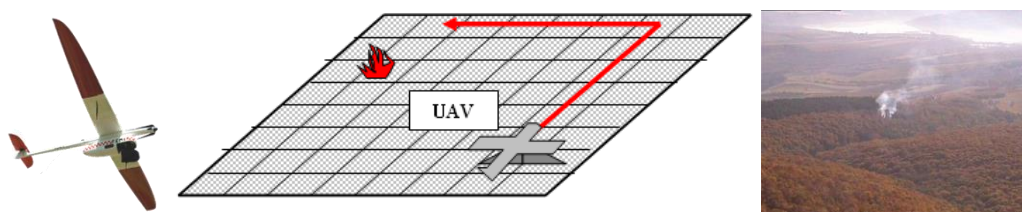
A helyreállítás időszaka

Az elsődleges beavatkozások, mentési folyamatok befejezésével az UAV alkalmazása a romeltakarítást, helyreállítást segítheti. Ebből adódóan az alkalmazás helye és ideje jól tervezhető, így az UAV repülés elveszíti katasztrófa-specifikus jellegét, humán aspektusból közelít a civil alkalmazáshoz, további vizsgálata irreleváns.

Erdőtüzek

A katasztrófa bekövetkezését megelőző időszak

A katasztrófavédelmi alkalmazások közül az erdőtüzeknél történő UAV repülések taktikai elemei a leginkább kidolgozottak. A tűz keletkezése előtti időszakban történő őrjáratozással egyrészt – a jogellenes tevékenység észlelésének magas valószínűsége miatt – a megelőzés segíthető elő, másrészt a korai észleléssel lehetővé válik a tűzoltók gyors és szakszerű beavatkozása (Ambrosia, 2005). Az UAV tűzészlelésre történő stratégiai alkalmazására az Egyesült Államokban találunk példákat. (Ambrosia et al., 2006). Mivel a feladat az ún. *erdőtűz veszélyességi index* (FWI⁶) alapján jól tervezhető, ezért ez az alkalmazás is inkább az egyéb polgári alkalmazásokhoz hasonlítható és döntően mellőzi a katasztrófa-specifikus jellemzőket. Ettől függetlenül meg kell jegyezni, hogy a tűz észlelése egy hosszú ideig tartó, tehát monoton repülési eljárás közbeni véletlenszerű esemény (észlelés, „találat”), így ennek humán vonatkozását elsősorban a jó monotonia tűrés jellemzi.



11. ábra Operatív feladatra alkalmas UAV repülése, a légi őrjáratozás tervezése és valós tűzdetektálás a levegőből

A katasztrófa bekövetkezését követő közvetlen időszak

A tűz frontvonalához érkeve a tűzoltók elsődleges feladata a felderítés, amely a hagyományos módszerek alapján gyalogosan történik. A tűz kiterjedésétől függően ez akár több 10 percre is igénybe vehet. Az operatív feladatra alkalmas UAV akár 5 percen belül is objektív képet adhat az érintett területről, illetve környezetéről (Restás, 2007). A beavatkozás során az UAV repülésekkel információt kaphatunk a frontvonal változásáról, a tűz intenzitásáról, a szél irányáról és erősségéről, az oltás dinamikájáról.

Az oltás során történő repülések humán vonatkozásai többértűek. A beavatkozás megkezdése előtti információ-hiány miatt a mielőbbi felszállás lenne indokolt, ami a pilótákat időnyomás alatt tarthatja. A beavatkozás során történő UAV repülések során inkább a figyelemmegosztás problémája merülhet fel. A frontvonal helyzete az oltás során dinamikusan változik, aminek folyamatos nyomon követése esetleg elterelheti a figyelmet egyéb fontos tényezőkről, mint amilyen pl. a szélviszonyok változása, az ún. *röptüzek* keletkezése, vagy a körzetben folyó esetleges egyéb repülések.

A negatív hatások mellett a kedvező körülményeket is célszerű megemlíteni. Ezek közé tartozik, hogy kisebb kiterjedésű tüzeknél a nem erdőhöz kapcsolódó anyagi károkozás mérsékelte, vagy akár teljesen el is maradhat. Így az egyéb, korábban más katasztrófáknál már részletesen említett, a pusztító hatása által okozott pszichés terhelés, frusztráció erdőtüzeknél nem számottevő, de akár el is maradhat.

⁶ FWI – Fire Weather Index



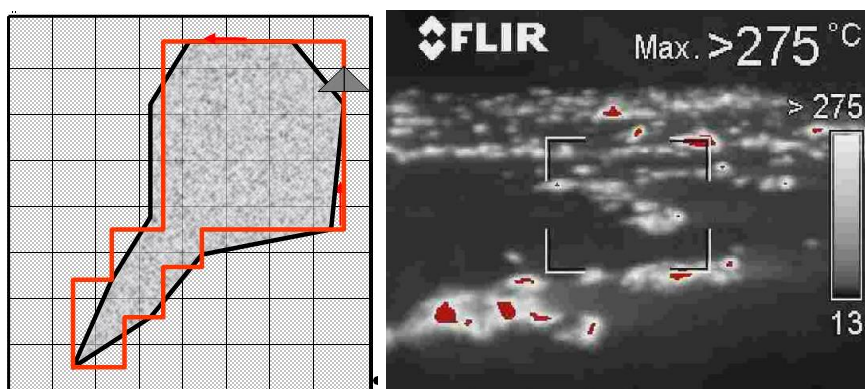
12. ábra Az UAV repülés előnyei: a tűz közvetlen közelről és „madártávlatból”.

A harmadik dimenzió hatékonysága

A fentiek alapján az erdőtüzeknél történő UAV repülések katasztrófa-specifikus humán vonatkozása alapvetően a dinamikus változó környezet folyamatos nyomon követéséből generálódik. Ez egyrészt állandó éberséget követel az UAV személyzetétől, másrészt figyelemmelrelelő lehet egyéb, a repülés biztonságára, valamint a hatékony feladat végrehajtásra kockázatot jelentő tényezők vonatkozásában. A fentiek ellenére a feladat végrehajtásának hatékonyságát növelheti, hogy a más katasztrófáknál jellemző, az ember által épített környezet pusztulásának látványából eredő frusztráció elmarad. A negatív hatások kockázatának csökkentése megfelelő kiképzéssel és folyamatos tréninggel megoldható.

A védekezési, elhárítási tevékenységet követő időszak

A tűz eloltása után számos alkalommal a felerősödő szél újra lángra lobbantja a frontvonalakat. A földről nem észlelhető, illetve szabad szemmel nem látható forró pontok, a hamu alatt megbújó paraszak helyei az UAV fedélzetére installált hőkamerával könnyedén észlelhetők (Pastor et al, 2008). Ezáltal az egy-két fős földi egységek már végleg elolthatják a tűzgócokat, illetve drasztikusan csökkenthetik a visszagyulladás esélyét.

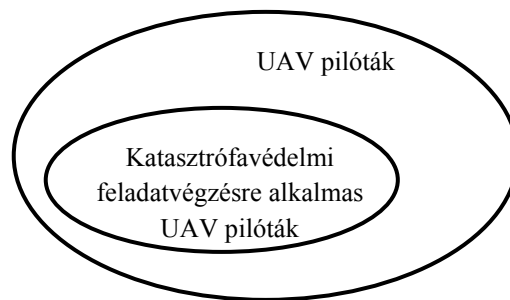


13. ábra A tűz utáni UAV repülés tervezése és a forró pontok hőkamerával történő felfedése

A feladat humán aspektusból történő vizsgálata rávilágít az egyéb katasztrófákkal való hasonlóságokra, de a kiaknázható lehetőségekre is. Az UAV pilótákat itt sem kell, hogy nyomassza a beavatkozások során elvárt sikeresség kényszere, azonban a tévedés itt a tűz (katasztrófa) újjáéledését jelentheti. Ezért a feladat súlya kisebb bár, de mégis magában hordozza a felelősségteljes munkavégzés igényét. E kettősségből generálható egy kiaknázni célszerű lehetőség: az erdőtüzeknél alkalmazásra kerülő UAV pilóták képzésére a tűz utáni megfigyelés kiválóan alkalmas. Egyrészt nincs az oltási feladat támogatása során jelentkező nyomás, másik részről azonban a megbújó paraszak miatt mégiscsak felelősségteljes és valódi körülmények közötti munkavégzést, repülést jelent.

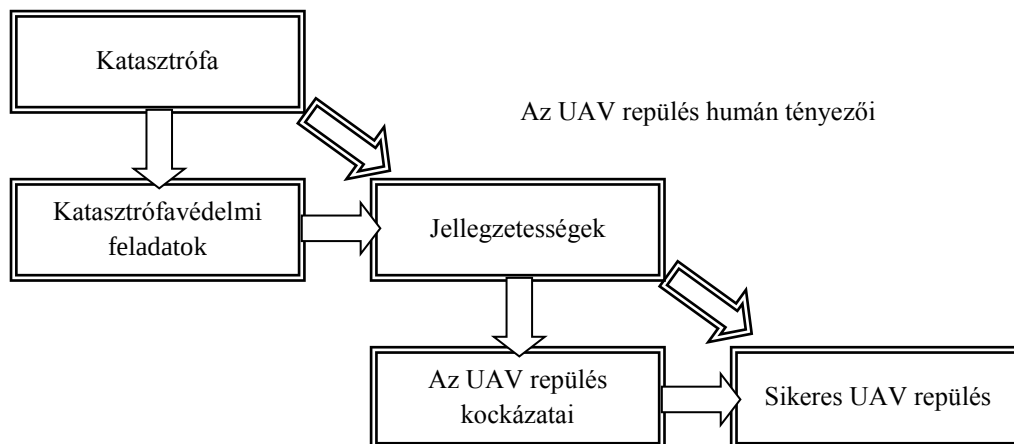
HUMÁN TÉNYEZŐK A KÖVETKEZMÉNYEK FELSZÁMOLÁSA IDEJÉN

Az UAV pilóták humán tényezőinek katasztrófavédelmi feladatvégzésnél felmerülő sajátosságainak vizsgálatánál alapvetően két területre kell fókuszálni. Az egyik terület azt vizsgálja, hogy az adott személy, UAV pilóta potenciálisan alkalmas-e a feladat végrehajtására, vagyis a speciális feladatvégzésre való alkalmasságot a már UAV pilóták, illetve a lehetséges pilótának jelentkezők köréből kiválasztással szűri, szűkíti. Figyelembe véve, hogy a vizsgálat tárgya egy speciális alkalmazás humán tényezőinek vizsgálatára vonatkozik, így joggal feltételezhető, hogy az valóban szűkítést jelent, vagyis a teljes UAV pilóták körének egy részhalmazát.



14. ábra Az UAV pilóták szűkítésének jelölése Venn-diagram alapján

A másik terület az arra alkalmas pilóták körében azt vizsgálja, hogy a katasztrófavédelmi feladatok specialitása milyen jellegzetességeket hordoz magában, illetve ezek a jellegzetességek milyen nem várt veszélyeket, kockázatokat (esetleg lehetőségeket) rejtenek az UAV repülések végrehajtására. Ezek feltárása elősegítheti az adott feladatoknak a sikeres, valamint az elvártnak megfelelő szintű szakmai hatékonysággal történő végrehajtását.



15. ábra A katasztrófák és az UAV repülés humán tényezőinek kapcsolata a sikeres feladat végrehajtásra

A fentieket összegezve, az UAV-k katasztrófavédelmi alkalmazásának humán feltételeit alapvetően két nagy területen vizsgálhatjuk:

- potenciális alkalmasság;
- feladatra való felkészültség.

Potenciális alkalmassági vizsgálatok

A jelenlegi cikk írásának keretében is szolgáló projekt célkitűzései között szerepel az UAV pilóták alkalmassági kritériumainak meghatározása. A kiválasztás a katasztrófavédelmi feladatok végrehajtására való jogosultság szempontjából két irányból történhet. Az egyikben az UAV pilótákra vonatkozó kiválasztási szabályokat vehetjük alapul, a másikban a katasztrófavédelmi feladatok stratégiai-operatív feladatainak irányításához, végzéséhez való jogosultságnak a szabályaiból.

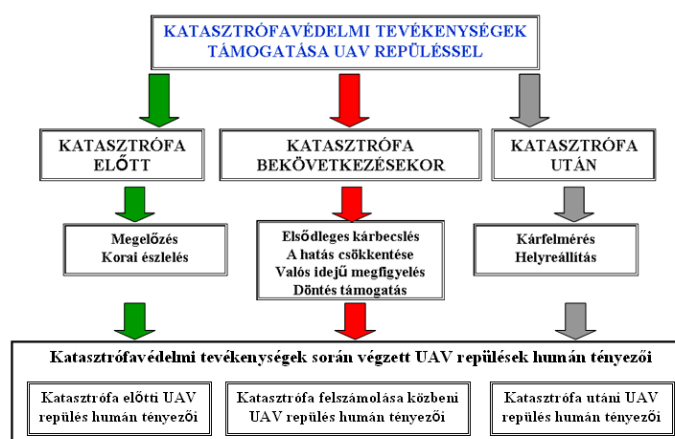
Az eddig végzett kutatások eredményeire alapozva méltán feltételezhető, hogy az UAV pilótákra vonatkozó kiválasztási szabályok mind kritérium rendszerében, mind az alkalmasság minősítésében közel fognak állni a repülőgép fedélzetén feladatot végző pilóták kiválasztásának jelenlegi kritérium-, és minősítési rendszeréhez. Mivel ez a kritériumrendszer szűkebb, szigorúbb a tűzoltóknál alkalmazott kiválasztási rendszernek a kereteitől, vagyis a tűzoltókra vonatkozó kiválasztási feltételeket a pilótákra vonatkozó feltételek gyakorlatilag mindet magában foglalja (esetenként nyilvánvalóan szigorúbb feltételeket is megkövetelve), így logikus következtetésként a helyes kiindulási pont az, ha katasztrófavédelmi feladatokra az UAV pilótákra előírt kiválasztási kritériumok követése kerül alkalmazásra.

A fentieket összegezve, a katasztrófavédelmi feladatoknál UAV repüléseket végrehajtó pilóták kiválasztási szempontjainál a pilótákra vonatkozó előírásoknak, kiválasztási feltételeknek kell érvényesülnie, illetve elsődlegesen iránymutatónak lennie.

Feladatra való alkalmasság, felkészültség

A katasztrófavédelmi feladatok időrendi struktúrája a korábban részletezetteknek megfelelően 3 jól elkülöníthető részre bontható:

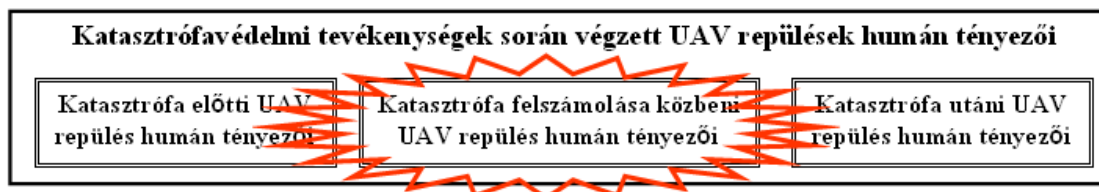
- katasztrófa bekövetkezése előtti UAV repülés (pre-disaster activity);
- katasztrófa operatív felszámolása közbeni UAV repülések (during disaster activity);
- katasztrófa felszámolása utáni, helyreállítási tevékenységek (post-disaster activity).



16. ábra A katasztrófavédelmi tevékenységek során végzett UAV repülések humán tényezőinek strukturált felosztása

A különböző, nevesített katasztrófáknál történő UAV repülések humán tényezőinek jellegzetességei a fenti időrendi felosztás alapján jól megkülönböztethetők. A markánsan eltérő jellegzetességek miatt továbbra is ezt a felosztást követjük.

A nevesített katasztrófák időrendi felosztásának konklúziójaként megállapításra került, hogy az UAV repülések katasztrófa-specifikus jellegzetességei, extrémítása leginkább a katasztrófák kitörését követő időszakban, az elsődleges beavatkozási tevékenységek ideje alatt dombozik ki. A katasztrófák kialakulása előtti és az elsődleges beavatkozások utáni időszakok a váratlan helyzetek hiánya, a feladatok jól strukturáltsága, vagy strukturálhatósága és az előre tervezhetősége miatt nem jelent, nem jelenthet drasztikus különbséget más, egyéb, jól strukturált polgári UAV alkalmazástól. Ennek következtében a humán tényezők szerepét a kifejezetten katasztrófa-specifikus jelenségeknél kell mélyebben vizsgálnunk, vagyis az aktív beavatkozást támogató repüléseknél.



17. ábra Az UAV repülések katasztrófa-specifikus lehatárolása

NEVESÍTETT HUMÁN TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA

Az UAV repülések humán tényezői közül az alábbiak kerültek vizsgálatra:

- érzékelés, észlelés;
- pszichés terhelés;
- fáradtság;
- személytelenség;
- tudatmódosító szerek alkalmazása.

A fentiek közül az érzékelés és észlelés problémáját kivetítjük a pszichés terhelésre, valamint ezzel összefüggésben a fáradtságra is. Az UAV repülések egy generált hatására, a személytelenségre is kitérünk. Ennek fontosságát a gép-ember kapcsolat korábban megszokott harmóniájának törése miatt tekintjük át. A tudatmódosító szerek hatását inkább a rend kedvéért kívánjuk megemlíteni, alkalmazásukat egyértelműen a normál repülésekre vonatkozó szabályokra építve javasoljuk.

Az észlelés, érzékelés, pszichés terhelés és fáradtság vizsgálata

Az UAV repülések definitív sajátosságai közé tartozik, hogy a repülőgép (UAV) – pilóta kapcsolat időben nem, de térben elkülönül egymástól. Ezért a helyileg nem a fedélzeten tartózkodó pilóta számára a fedélzet nyújtotta repülés közbeni közvetlen érzékelés, észlelés lehetősége objektív módon kizárt. A hangok, a látvány (pl. valós színek), a gyorsulások okozta erők és a térbeli helyzet megítélésének közvetlen hiánya bár triviálisnak tűnhet, mégis az analóg, vagy digitális műszerek jelzései mellett az üzemeltető részére létfontosságú paraméterek a nyugodt munkavégzéshez (Szabó, 2012). Bár egyes közvetlen érzékelési hiányosságok részben, vagy esetleg közel teljesen (pl. hangok) kompenzálhatók, vagy pótolhatók, erre valamennyi esetben bizonyosan nem, vagy csak részlegesen kerülhet sor (pl. a gyorsulások). A fentiek miatt az UAV repülőgépek földi állomásának műszerezettsége bizonyosan nőni fog, amely még korlátozott, vagy esemény indukált megjelenítés esetén is figyelem-megosztási problémát jelenthet

az UAV pilóta számára. Ez az UAV pilóta terhelésének növekedését okozza.

Aktív fedélzeti jelenlét esetén a különböző manőverek végrehajtásakor a pilóta együtt él repülőgéppel, míg ugyanez bizonyosan csak korlátozott módon fogadható el UAV pilóták részéről. Így a természetes környezet hiánya, azaz a virtuális környezetben (földi irányító állomás) megélt munkavégzés monotónia-tűrés igénye jelentősen nagyobb (Draper et al. 2003). A fentiek abba az irányba hatnak, hogy ennek befolyásoló hatását már az UAV pilóták kiválasztásakor is figyelembe kell venni.

Kifejezetten katasztrófa-specifikus jelenségként fogható fel, hogy amíg a civil alkalmazások tervezhetősége azt is magában foglalja, hogy korlátozó tényező esetén (pl. időjárás) a repülés elmaradása természetes, de többnyire pótolható tevékenység, addig katasztrófák esetén már teljesen más a helyzet. Előfordulhat, hogy pontosan a szélsőséges helyzet kialakulása miatt van, illetve lenne szükség az UAV repülésekre (pl. villámárvíz), amely azonban korlátozza is az alkalmazás lehetőségeit. Pontosan akkor van, illetve lenne szükség az UAV repülésre, amikor a repülési feltételek nem, vagy alig alkalmasak. A szélsőséges körülmények, határérték közeli repülések egyéb problémát is felvetnek; az érzékszerveink részére a fedélzeten átadandó dinamikus jellegű hatások teljesen elmaradhatnak, ami az UAV pilóta számára látszatbiztonságot, egyben a repülést veszélyeztető tényezőt jelent. A fentiek alapján az UAV pilótákra a szélsőséges helyzetekben, a határérték (UAV repülési minimumai) közelében történő huzamosabb repülés jelentősen csökkenti, korlátozza az ítélőképességet, így jelentős hatással van a biztonságos repülési idő meghatározására is.

A fenti dinamikus hatások ellentétére is találhatunk példát, ez a monotónia tűrés (Hoffman, 2004). A monotónia tűrés speciális helyzetét tapasztalhatjuk egyes katasztrófa felszámolási feladatok támogatása esetén. Amennyiben az UAV repülés, légi őrzésként folyamatosan, valamilyen egyedi esemény észlelése érdekében tartjuk fenn, úgy a repülés alapvető lényege a monotónia tűrése, illetve az észlelni kívánt jelenség mielőbbi felfedezése, elkülönítése a monotónia környezetéből. Tipikusan ilyen példának tarthatók az erdőtüzek korai észlelése céljából végzett járőröző repülések, vagy egy nukleáris balesetet követő, a sugárzás terjedésének mérése céljából végzett repülések. Az első példa egy katasztrófa bekövetkezése előtti tevékenység, míg a második az elsődleges beavatkozások kísérője, illetve követője. Figyelembe véve, hogy egyéb polgári alkalmazások is igényelhetik a monotónia tűrés képességének magas fokát, így ez a tényező bár kifejezetten jellemző lehet egyes katasztrófavédelmi feladatoknál, humán aspektusból mégis csak részben tekinthető katasztrófa-specifikus jelenségnek.

A katasztrófák elsődleges beavatkozásait kísérő, azt támogató repülések azonban a feladatok jellegét tekintve bizonyosan nem monoton tevékenységek. Az adott környezet felmérése mindig egy, a katasztrófa által létrejövő ismeretlen helyzet felmérését, vagy dinamikájának követését jelenti, ezért a feladat környezetét tekintve nem monoton.

A monotónia kérdését egy másik irányból is célszerű megvizsgálni. Mivel az UAV pilóták gép-személyzet kapcsolata egy virtuális interfészen keresztül valósul meg, így a fedélzetről kapott információk megjelenítésének egyhangúsága jelenthet egyfajta monotóniát (McCarley & Wickens, 2005). Az UAV – pilóta elkülönülés miatt az egyébként fedélzeten végzett észlelő tevékenység szintén autonomizálható, vagyis a feladatot teljesítése gépiessé válhat, azaz monotónia tűrést követel.

Az egyediség észlelésének, vagy a változások pontos nyomon követésének a kényszere komoly terhet jelenthet az UAV pilótákra. Az elsöre példa lehet az árvizeknél, vagy egyéb esetben (pl. vegyi baleset) kommunikáció hiányában csapdába került személyek felkutatása céljából végzett repülés, míg a az utóbbira az erdőtűz frontvonalának változása, vagy a változás intenzitásának meghatározása.

Az észlelés kérdésének tárgykörébe tartozik a személyesen végzett vizuális megfigyelések, esemény követések interfészen keresztül hatékonysága. A színes képernyők magas felbontása kellemes látvány a szemnek, azonban egyes huzamosabb figyelmet kívánó feladatoknál akár túl sok információt is szolgáltathat, ami által a feladat egyrészt fárasztóbbá válhat, másrészt akár el is vonhatja a néző figyelmét a fontosabb feladatokról. Ez utóbbira a szerző magyarországi tapasztalatai is utalnak (Restás, 2007).



18. ábra A színes és fekete-fehér képek összehasonlítása

Katasztrófavédelmi beavatkozásokat támogató repüléseknél előfordulhat, hogy az adott feladat külön extrémítással rendelkezik. Egy-egy földrengés után a pusztulás mértékét az UAV pilóták akár az elsők között is láthatják, ami önmagában is frusztráló, lelkiileg terhelő lehet. Ilyen esetekben azonban a nagyon súlyos sérültekkel, halottakkal való képi „találkozás” szintén általános. Ennek feloldását csak az UAV pilóták megfelelő szintű felkészítése, képzése oldhatja fel még akkor is, ha a valódi távolság jelentős. A képzésnél a kifejezetten pusztító képek látványa melletti hatékony munkavégzésre egyébként is nagy hangsúlyt kell fektetni, de a tárgyak pusztulásának látványát a tehetetlen, vagy csapdába került személyek látványa érzelmileg nyilvánvalóan jelentősen meghaladja. A fentiek értelmében a katasztrófavédelmi feladatokat támogatni képes UAV pilóták képzése, kifejezetten a jelentősen megváltozott, pusztító hatást szenvedett környezet látványa melletti repüléseket tekintve kifejezetten katasztrófa-specifikusnak tekinthető.

A személytelenség különböző dimenziói

A katonai műveletekben résztvevő UAV pilótáknál előfordul, hogy a hadszíntér, a műveleti terület földrésznyi távolságra található a bevetést irányító helytől (Manning, 2004). Ez a távolság az UAV pilóta életének biztonsága, megóvása szempontjából megnyugtató helyzet, amely egyébként kifejezett célja is az UAV alkalmazásának. A távolság és így az akció személytelensége azonban egyéb, figyelmet érdemlő helyzetet is teremt. Az UAV pilóta a munkaidejének végén, a harcászati feladatának ellátása, esetleg az ellenséges katonák életének kioltása után mindenféle átmenet nélkül kerül vissza ismét a társadalom normál életét élők közé. Az átmenetiség hiányának problémája esetleges pszichés zavarok formájában nyilván-

nulhat meg, amelyre közismerten a Vietnami háború tapasztalatai alapján hívták fel a szakemberek a figyelmet. Katasztrófavédelmi feladatoknál az elsődleges beavatkozás során végrehajtott UAV repüléseknél a fenti szindróma előfordulásának lehetőségét prognosztizáljuk. Ennek oka, hogy az UAV pilóták esetenként szintén személytelenül vehetnek részt a kárfel-számolásban, mégis közeli észlelői a katasztrófa pusztító hatásának, a tehetetlen sérültek, halottak látványának, valamint a beavatkozást végzők bizonyosan korlátozott lehetőségeinek.

A személytelenség problémája a civil repülésekével összehasonlítva pontosan a katasztrófavédelmi feladatok jellegéből adódik. A civil repülések jól tervezhetősége lehetővé teszi a feladat jellegére történő „ráhangolódást” és „lecsengést”, míg egy bekövetkezett katasztrófa esetén a teljes váratlansággal és az azonnali végrehajtási kényszerrel találkozunk. Nincs ráhangolódás, a lecsengés pedig a katasztrófa jellegétől és az UAV repülés időbeli szükségességétől függhet. Ez utóbbinál a pihenés lehetőségét a hétköznapi élethez való visszatérésnél keresni természetes emberi jelenség, vagyis valóban hiányozhat a feladattól való időbeli eltávolodás. Ez ugyanúgy harmonizálhat a katonai UAV pilóták helyzetéhez, mint a feladat végrehajtása során a helyzet illékonyására vonatkozó lehetőség.

A tudatmódosító szerek használata

A tudatmódosító szerek közé soroljuk a különböző gyógyszereket, az alkoholt és a különféle drogokat. Ennél a tényezőnél nincs indok annak elfogadására, hogy ne a repülésben jelenleg is alkalmazott hozzáállást kövessük. Ezek alapján az alkohol és a különböző drogok hatása alatt végzett UAV repülések lehetőségét egyértelműen ki kell zárni, vagyis a zéró tolerancia elvét javasoljuk követni. A különböző gyógyszerek esetében alapvetően szintén a kizárást javasoljuk olyan feltétellel, hogy a szakorvos (UAV pilótákra szakosodott repülőorvos) tiltó, feltételekhez kötött, vagy engedélyező javaslatát kell alapul venni. A fentiek követése javasolt a katasztrófavédelmi feladatok végrehajtása során is.

ÖSSZEGZÉS

A fenti vizsgálatokat összegezve megállapítható, hogy a katasztrófavédelmi tevékenységek humán aspektusból történő vizsgálata célszerű és mind a repülésbiztonság fenntartása, mind a hatékony feladat végrehajtás szempontjából fontos. A katasztrófavédelmi feladatok jellegét vizsgálva megállapításra került, hogy az UAV repülések strukturálását a humán aspektus szempontjából is célszerű a katasztrófa kitörésének időpontját középre állítva egy időskálán vizsgálni.

Az időskála alapján a feladatok, és így a vizsgálatok is elkülöníthetők *a katasztrófát megelőző, a kitörést követő azonnali beavatkozás*, valamint *a beavatkozást követő* időszakokra. Ez alapján megállapításra került, hogy bár mind a katasztrófa kitörése előtti (pre-disaster activity), mind az elsődleges beavatkozást követő időszak (post-disaster activity) döntően tartalmazhat az adott katasztrófára jellemző specifikus jegyeket, azonban alapvetően mégiscsak hasonlóak az egyéb, normál polgári alkalmazásokéhoz. Ezzel együtt az is kikristályosodott, hogy a valóban katasztrófa-specifikus jegyek a katasztrófa kitörése utáni közvetlen UAV repüléseknél tapasztalhatók.

A humán aspektus vizsgálatából több következtetés is levonható. Az UAV repülések feladata

szinte valamennyi esetben az adott helyzetre vonatkozó információhiány pótlása, bővítése, így a leginkább veszélyeztető tényezők közé tartozik, hogy a feladat megkezdése valamennyi esetben időnyomás alatt történik. Az időnyomás alatti munkakezdésre, UAV repülésre jellemző továbbá, hogy döntően váratlanul, esetleg még idegennek is számító környezetben kerül végrehajtásra. Ennek a repülésbiztonságot érintő és annak kockázat növelő szerepe közismert.

A fenti körülmények mellett további fontos tényező, hogy az UAV repülések döntően olyan helyszínek fölött várható, amelyek mind a természeti és épített környezetben, mind az emberi életetek tekintetében nagyfokú pusztítást szenvedtek el. Ennek hatását az UAV pilóták képzése során mindenképpen figyelembe kell venni, így speciális, erre kidolgozott képzési programra lehet szükség, amihez a katasztrófák felszámolásában már tapasztalt szakemberek segítségét is célszerű igénybe venni.

Az eddigiek a feladatok dinamikus jellegét hangsúlyozzák, azonban ennek ellentéte is, azaz a feladatok monotonitása is fellelhető katasztrófa-specifikus jellegként. Ez jelenthet folyamatosan fennálló monotonitást, de azt is, hogy ilyen repülési környezetben kell egyedi, a katasztrófa szempontjából fontos elemeket kiválasztani, vagy elkülöníteni. Az erre való képesség bizonyosan tanulható, azonban az arra alkalmas UAV pilóták kiválasztásánál is szerepet kaphat.

A fentiek generálják, hogy az UAV pilóták hatékony felkészítése már az arra alkalmasak megfelelő kiválasztásával megkezdődik. A kiválasztási kritériumok alapját a jelenleg kidolgozás alatt lévő, az UAV pilóták kiválasztására vonatkozó keretek adhatják.

A fentieket összegezve megállapítható, hogy a katasztrófavédelmi feladatoknál végrehajtandó feladatok kettős jellegűek. Egyrészt magukban hordozzák a civil alkalmazásokra jellemző jegyeket, másrészt a végrehajtásuk olyan dinamikus környezetben is történhetnek, amelyek közel állnak a katonai alkalmazásokhoz. Emiatt úgy is tekinthetők, hogy az UAV repülések és annak humán aspektusai a katasztrófavédelmi alkalmazásoknál bár mind a polgári, mind a katonai alkalmazások jegyeit magán viseli, mégis inkább a kettő között helyezkedik el.



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

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Ambrosia, V. [2005] Use of Unmanned Aerial Vehicles for Fire Detection; EARSeL 2005, 5th International Workshop on Remote Sensing and GIS Applications To Forest Fire Management: Fire Effects Assessment, 16-18 June 2005, Zaragoza, Spain
- [2] Ambrosia, V., Hinkley, E., Brass, J.A., Buechel, S., Sullivan, D., Myers, J., Schoenung, S. [2006] The Western States UAV Fire Mission; Eleventh Biennial USDA Forest Service, Remote Sensing Applications Conference RS-2006, New Remote Sensing Technologies for Resource Managers; April 24-28 2006, Salt Lake City, Utah, USA
- [3] Draper, M.H., Tso, K.S., Tharp, G.K., Tai, A.T., Calhoun, G.L., Ruff, H.A. [2003] A Human Factors Testbed for Command and Control of Unmanned Air Vehicles 7803-7844-X/03/ 2003 IEEE 8
- [4] Hoffman, J.C. [2005] At the Crossroads, Air & Space Power Journal - Spring 2005, Egyesült Államok

-
- [5] Manning, S.D., Rash, C.E., LeDuc, P.A. [2004] The Role of Human Causal Factors in U.S. Army Unmanned Aerial Vehicle Accidents, USAARL Report No. 2004-11, Egyesült Államok
 - [6] McCarley, J.S., Wickens, C.D. [2005] Aviation Human Factors Division, University of Illinois at Urbana-Champaign, Egyesült Államok
 - [7] Mika, P., [2009] Emergency Service Use of UAS West Midlands Fire Service, UAS Yearbook, 2009/2010 [Edit. Blyenburgh,] UAS – The Global Perspective, pp. 137-139.
 - [8] Nagy, K., Halász, L. [2002] Katasztrófavédelem, Egyetemi jegyzet, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest,
 - [9] Pastor E., Royo P., Lopez J., Barrado C., Santamaria E., Prats X. [2008] Project SKY-EYE, Applying UAVs to Forest Fire Fighter, Support and Monitoring; Technical University of Catalonia, Department of Computer Architecture, Barcelona, Spain
 - [10] Rehor, M. [2007] Classification of building damage based on laser scanning data; The Photogrammetric Journal of Finland 20 (2).
 - [11] Restás, Á. [2007] Brand new tool for forest fire monitoring: small UAV applications as on everyday practice. Experiences of Szendrő Fire Department, Hungary; Wildfire2007 4th International Wildland Fire Conference, Sevilla, Spain, 13-18. May 2007.
 - [12] Restás, Á.: [2009] Brand new tool for forest fire monitoring: small UAV applications as on everyday practice. Experiences of Szendrő Fire Department, Hungary; Wildfire2007 4th International Wildland Fire Conference, Sevilla, Spain, 13-18. May 2007.
 - [13] Restas, A. [2012] An Approach for Measuring the Economic Efficiency of UAV Applications at Forest Fires Helping Decision Makers; AUVSI Israel 2012, International Conference, 20-22 March 2012, Tel Aviv, Israel
 - [14] Schweier, C., Markus, M. [2006] Classification of collapsed buildings for fast damage and loss assessment. Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 4, No. 2, pp. 177-192.
 - [15] Stuber, H.C., Restás, Á., Wiggerich, B. [2009] Experiments and Results of Using Small UAS at Wildfires and Upcoming Innovations: Integrated Wildfire Management Supported by SwissCopter Solutions. AIR-TEC 2009, Heliword International Conference, Frankfurt, Germany, 4-5. November 2009.
 - [16] Szabó, S.A. [2012] UAV (pilóta nélküli légijármű) műveletek virtuális környezetben, Kutatói jelentés III., Nemzeti Közzolgálati Egyetem, TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001. sz. pályázat, "Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások" Adatintegráció alprogram, A pilóta nélküli légijárművek alkalmazásának humán aspektusból történő vizsgálata.

Imre Makkay¹

REDUNDANCY FOR UAVS - GROUND CONTROL STATIONS²³

The systems of Unmanned Air Vehicles essentially contain Ground Control Stations – GCS. The common GCSs are designed for a Mission Commander, Pilot, and Observer or payload operator – in ruggedised shelter with three operator station. Although each station is equipped with hot-swappable PCs the systems request further measures for real redundancy.

In this paper the review of existing solutions and our University's experiences will be presented.

PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐ ESZKÖZÖK REDUNDANCIÁJA – FÖLDI IRÁNYÍTÓ ÁLLOMÁSOK

A pilóta nélkül légi járművek rendeltetésszerűen használnak földi irányító állomást (Ground Control Stations – GCS). A földi irányító állomások a bevetésirányító, pilóta és a megfigyelő – vagy hasznos teher irányító – részére kialakított három munkahelyet tartalmaznak. Bár mindegyik rendelkezik "melegtartalékkal", az igazi redundanciához további feltételek megléte is szükséges.

Ebben a cikkben a jelenlegi megoldások áttekintésén kívül az Egyetem kutatásainak tapasztalatait is bemutatjuk.

INTRODUCTION

The general request for aviation: transporting high-value payload, flying in hazardous airspace, - above the crowds, sent a particularly important task for the aircraft to improve safety multiple - at least duplicate - on-board and ground control system components shall be used. When pilot on board he should recover some fault of system – that chance is lack for unmanned air vehicles (UAV).

The redundancy as method is the duplication of critical components or functions of a system with the intention of increasing reliability of the system, usually in the case of a backup or fail-safe. On the other hand redundancy requires added energy, – weight, – space and cost of system. In fortunate case – when all primer equipment work properly – the charge became as loss for user, but only minor defect requiring replace some function in main line can turn this balance over.

In many safety-critical systems, such as fly-by-wire and hydraulic systems in aircraft, some parts of the control system may be even triplicated. The probability of all three failing is calculated to be extremely small and if one is different from two others than the "voting logic" should activated and ignore the exotic source for longer work. User should be immediately notified about reduced – since "only" doubled – performance, deciding if mission to be continue or terminate. As rule the civilian application prefer "safety first" as

¹ University Professor, National University of Public Service Military Science and Army Officer Training Faculty Institute of Military Logistics Department of Military Aviation, makkay.imre@uni-nke.hu

² Publisher's readers: Lt. colonel Mátyás Palik (PhD), Associate Professor, National University of Public Service Military Science and Army Officer Training Faculty Institute of Military Technology Department of Military Aviation, palik.matyas@uni-nke.hu

³ Publisher's readers: Lt. colonel Bertold Békési (PhD), Associate Professor, National University of Public Service Military Science and Army Officer Training Faculty Institute of Military Technology Department of Military Aviation, bertold.bekesi@uni-nke.hu

long as military the “mission first” principle.

UAV systems are no less complicated than manned on board – that means take care for safety we should spend often more devices, software and time to develop, than until now. Economize the “back up” pilot requires the similar knowledge and skill at sticks of airplane what should be just in “brain” of onboard computer.

Moreover the system consists – besides flying part – the ground control station, take off and recovery equipments and duty personal that should be in reserve for all mission period. In stage of design and engineering we have to count what a necessary level of safety should be provided – to tune redundancy no less than required and the same time not exceed too much because the expenses.

THE PARTS OF UAV SYSTEMS – SUSCEPTIBLE TO FAILURE

The UAV systems – as a long chain – are based on connecting to each other subsystems and devices. Even one of them fails, the mission can not be completed – and may be other unwanted event occurring. The GCS personal primer task is manage the take off and landing procedure. As at all flying vehicles for UAV the start and the recovery are the most critical tasks. Every UAV has – depending on construction, weight, size and actual circumstances – one or more take off procedures. The regularly is for small – up to 5 kg – UAVs launching from hand. Accelerate up to take off speed could be by drop or bungee assistance. Both require skilled personal and meteorological minimum (wind, temperature, precipitation, etc.). When lack some of them the take off may fail – as happen quite often according to videos [[1]][[2]][[3]]. To elaborate difficulties from small to heavy weight UAV widely apply the catapult equipment – driven bungee, compressed air, rocket, etc.. The “airplane size” UAVs as Global Hawk, Predator, Dark Star etc. take off from wheels and require equipped airfield to land. The small UAVs able to land on flat ground, water or special net, even capturing some rope as ScanEagle do it [[4]].



Fig. 1. Launch UAV by hand-drop, bungee, catapult and gear^{4 5 6 7}

⁴ <http://pakmr.blogspot.com/2011/04/us-to-provide-85-hand-launched-rq-11.html>



The “built in” landing procedure should contain besides regular – automatic or assisted/guided by pilot – one or more version to escape if primary is not working well. The “back up” landing-procedures are often the “deep stall” or parachute recovery – in case fail of critical onboard system, or loss control. Some UAVs (Skylark, Skylite, Sperwer, KZO, Mirach) use special inflated bags for shock-absorbing. After all “forced landing” the airframe, avionics, communication and payload should be observed attentively – to find possible damage or deviation.

After takeoff – still landing – the GCS personal should pay no less attention to correct work onboard systems, communication and GCS equipments. The flight pattern – preliminary stored in memory or online transmitted from GCS – may include altitude, speed, actual/achieved coordinates, and command for payload. Sensors on board continuously measure all data for computer – which compares with prescribed and elaborate necessary control signals for actuators. This “chain” – from sensors to actuator – contains numerous bottlenecks as following:

Altitude sensor – measuring the altitude may be by air pressure, some radiated (ultrasonic-, laser or radio) wave propagation delay or using GPS service. As rule one device alone is always risky – by Murphy law – so design should contain alternative altitude data too. The optimum is using different method from main sensor – avoid catch the same source of error for example icing – but this requires often complicated circuits/programs.

Airspeed sensor – the airspeed should higher than V_{st} – stall speed (important for fixed wing’s fly-control) and lower V_{ne} – never exceed speed. That is why the pitot tube is heated – to avoid icing – and should doubled (Murphy). There are other measures to avoid V_{st} and V_{ne} – programming the motor rpm (thrust) upper the minimum speed even at maximum climbing ratio and limit the descend ratio by idle rpm – both requests advanced inertial measurement unit – IMU to be on board. The IMU helps to limit yaw, roll angle and stabilize the wing level and pitch of UAV.

Navigation, mission control - autopilots are the most important and still the most expensive part of UAV. They role is to navigate by GPS and the same time manage the fly control, take off and landing and payload subsystem’s work. As rule in they memory is stored the mission plan and they are connected with ground control station (before -, in time and after mission) to exchange information. Autopilot as key element should be doubled for safety – as Micropilot [[5]] decided maybe even triplicated. They combined three premier MP2128HELI autopilots in one triple redundant MP21283X board – with “pass or fall” voting logic. The first (primary) GPS receiver works on 20Hz (2nd and 3rd 4 Hz).

⁵ <http://www.armedforces-int.com/news/british-army-gets-upgraded-desert-hawk-uavs.html>

⁶ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/ScanEagle_UAV_catapult_launcher_2005-04-16.jpg

⁷ <http://www.army-technology.com/projects/shadow200uav/shadow200uav2.html>



Fig. 2 MP21283X motherboard of three independent autopilots – with voting logics ⁸

As MiroPilot emphasize each of three has enough information to continue the mission – in the event of failure. The MP21283X includes provision for multiple communication links, backup high current drivers, backup power supplies, and independently-generated servo signals. Moreover, two different types of global positioning system receivers are used to improve its reliability [[6]].

Ground control system – The most “stable” by position, but higher responsible for proper work of all system is the GCS and its habitants. The advanced UAV systems are use inherently doubled workstations for uninterruptible control where all necessary functions are reached for both operators. That should planned thoroughly and as rule is working fine – in exception some mistake in design multiplied by pilot error as reported [[7]].

The border patrol Predator UAV crashed in Arizona – because operator switching the control from console PPO-1 (Pilot Payload Operator) to PPO-2 not verified by checklist if they are in equal position. Unfortunately at the PPO-2 the “FUEL CUTOFF” switch stayed still in before start position and the engine shouted down immediately.



Fig. 3 The happening⁹ and the reason – red sticks at left hand of pilot ¹⁰

But what was the reason – by official Predator UAV crash report the following:

„The flight was being flown from a ground control station (GCS) located at HFU. The GCS

⁸ <http://www.micropilot.com/news-2010-nov-10.htm>

⁹ <http://lemonodor.com/archives/001391.html>

¹⁰ <http://coreydonovan.com/test/predator-drone-pilot>

contains two nearly identical consoles, pilot payload operator (PPO)-1, and PPO-2. During a routine mission, a certified pilot controls the UAV from the PPO-1 console and the camera payload operator (typically a U.S. Border Patrol Agent) controls the camera from PPO-2. The aircraft controls (flaps, stop/feather, throttle, and speed lever) on PPO-1 and PPO-2 are identical. However, when control of the UAV is being accomplished from PPO-1, the controls at PPO-2 are used to control the camera.

The pilot reported that during the flight the console at PPO-1 "locked up", prompting him to switch control of the UAV to PPO-2. Checklist procedures state that prior to switching operational control between the two consoles, the pilot must match the control positions on the new console to those on the console, which had been controlling the UAV. The pilot stated in an interview that he failed to do this. The result was that the stop/feather control in PPO-2 was in the fuel cutoff position when the switch over from PPO-1 to PPO-2 occurred. As a result, the fuel was cut off to the UAV when control was transferred to PPO-2.

The pilot stated that after the switch to the other console, he noticed the UAV was not maintaining altitude but did not know why. As a result he decided to shut down the GCS so that the UAV would enter its lost link procedure, which called for the UAV to climb to 15,000 feet above mean sea level and to fly a predetermined course until contact could be established. With no engine power, the UAV continued to descend below line-of-site communications and further attempts to re-establish contact with the UAV were not successful."

That was the factual official report and lesson can be learned as follows:

Pilot – as professional – should not be stay alone. (In actual situation the second pilot went away and told some suggestion by telephone to primary according to failure. The "border patrol agent" can not take effective part in a hurry, responsible operations.)

The implementation should have been a simple "flip of a switch" rather than a multiple-step checklist to re-figure PPO-2 under contingency conditions. (Here was certainly more than "pilot error" the design philosophy of PPO was an underlying cause. Using the same lever for engine condition and camera iris setting [[8]] – that is more than „frivolity”)

All system should be preliminary attentively tested not allowing – even intentional – faulty operation. (So expensive UAVS like Predator should not make so elementary mistakes.)

THE UNIVERSITY'S RESEARCH – INCREASING SAFETY OF UAV SYSTEMS

The National University of Public Service – earlier National Defense University – playing a vital role in UAVS research in Hungary. We take part in UAVNET international workshops since 2001 with many presentations. In this years more than 10 PhD aspirants finished own work with UAVS-related thesis. At last Conference of Aeronautical Science in 2012 author and coauthors from University's student presented papers in topics related to redundancy at UAVS [[9]][[10]][[11]][[12]][[13]][[14]]. Behind all theoretical issue there are many hours of practice and experiments. We work on UAVs with different size and purposes as well their part and development whole system. The general rules are at our research the safety – for

civilian and the reliability – for military applications. Thanks to cooperative work together with civilian institutes and developers we can accept request both kind of users. One of our favorite topics is “Avoid Aircraft Accident – Scaring Birds with UAVs at Airports [[15]][[16]][[17]]. Those results are universally used at airfield/airport areas of course. Here we base on related “redundancy for UAV” project’s results. Also is related to UAVs the “Infrared Thermography for Non Destructive Testing and Evaluation (NDT & E) – in Airspace Technology” research program. Until now we published numerous articles according to NDT like [[18]][[19]][[20]][[21]]. As far as composites are – almost exceptionally – use for UAV’s constructions the NDT & E is related to timely as well. The infrared cameras – together with proposed by us ultrasonic and microwave excitation – provide the new level of quality in UAV industry.

CONCLUSIONS

As mentioned above the redundancy are extra cost until the second/third line must step to charge – but in this case may spare much more money (and tear) equals the possible lost. All pieces of chain should be strong and safe enough – the UAVS are highly complicated and expensive to make some of them lightly. We work on all elements – just the Ground Control Stations was analyzed briefly. That was our goal – to show our possibilities in this interesting topic. This is only the surface – we welcome cooperative researchers, developers for further deeper discussion.

Acknowledgements:

The project was realised through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund. "Critical Infrastructure Protection Research TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001" it enjoys the support.



REFERENCES (Internet sources: 4 of December 2012)

- [1] <http://www.youtube.com/watch?v=K9LA1s3OJts>
- [2] <http://www.youtube.com/watch?v=IaIVcwVWps4>
- [3] <http://www.youtube.com/watch?v=XOh5mzSzoQU&feature=endscreen&NR=1>
- [4] <http://www.naval-technology.com/projects/scaneagle-uav/>
- [5] <http://www.micropilot.com/products-new.htm>
- [6] <http://www.micropilot.com/news-2010-nov-10.htm>
- [7] <http://www.system-safety.org/ejss/past/novdec2008ejss/livingston.php>
- [8] CARRIGAN G., LONG D., CUMMINGS M.L., DUFFNER J. Human Factors Analysis of Predator B Crash - MIT Humans and Automation Lab AUVSI report
http://web.mit.edu/aeroastro/labs/halab/papers/Carrigan_AUVSI.pdf
- [9] MAKKAY I., KOSZTOLÁNYI T., KOVÁCS G., KUBOVICS B., PAPP T. Robotrepülőgépek redundáns rendszerei - Repüléstudományi Közlemények Különszám: pp. 908-917. (2012) HU ISSN 1789-770X
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/73_Makkay_Imre-at_all.pdf
- [10] MAKKAY I., KUBOVICS B. Robotrepülőgépek magasságmérő rendszerei - Repüléstudományi Közlemények Különszám: pp. 942-951. (2012) HU ISSN 1789-770X
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/76_Makkay_Imre-Kubovics_Balazs.pdf

-
- [11] MAKKAY I., PAPP T. Robotrepülőgépek kommunikációs rendszerei - Repüléstudományi Közlemények Különszám: pp. 952-960. (2012) HU ISSN 1789-770X
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/77_Makkay_Imre-Papp_Timea.pdf
- [12] MAKKAY I., KOSZTOLÁNYI T. Robotrepülőgépek indító-leszállító berendezései - Repüléstudományi Közlemények Különszám: pp. 918-926. (2012) HU ISSN 1789-770X
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/74_Makkay_Imre-Kosztolanyi_Tamas.pdf
- [13] MAKKAY I., KOVÁCS G. Robotrepülőgépek hasznos terhei - Repüléstudományi Közlemények Különszám: pp. 927-941. (2012) HU ISSN 1789-770X
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/75_Makkay_Imre-Kovacs_Gabor.pdf
- [14] MAKKAY Imre: Redundancy for UAS - Fail Safe Engineering, Proceedings of the 16th International Conference Transport Means 2012 Kaunas, pp. 192-195. ISSN 1822-296 x
- [15] MAKKAY I. Robotrepülőgépes madárriasztó rendszer Repüléstudományi Közlemények Különszám: pp. 961-969. (2012) HU ISSN 1789-770X
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/78_Makkay_Imre-Robotrepulogepes_madarriaszo_rendszer.pdf
- [16] MAKKAY I., POKORÁDI L., VÁNYA L. Repülőtéri madárütközés-veszélyt csökkentő rendszer. - Repüléstudományi Közlemények Különszám: pp. 1-7. (2009) HU ISSN 1789-770X
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2009_cikkek/Makkay_I-Pokoradi_L-Vanya_L.pdf
- [17] MAKKAY I. Repülőgépek és madarak ütközésének elkerülése – robotok segítségével - Szolnoki Tudományos Közlemények Különszám:(XIII) pp. 1-8. (2009)
http://www.szolnok.mtesz.hu/sztk/kulonszamok/2009/cikkek/Makkay_Imre.pdf
- [18] MAKKAY I. Légi jármű diagnosztikai vizsgálatok – dinamikus termográfia - Repüléstudományi Közlemények Különszám: pp. 748-753. (2012) HU ISSN 1789-770X
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/61_Makkay_Imre_Dinamikus_termografia.pdf
- [19] MAKKAY I. A „Thermo PRO TP8S” hőkamera és alkalmazása repülőgépek DIAGNOSZTIKAI vizsgálata során - Repüléstudományi Közlemények Különszám: pp. 310-318. (2011) HU ISSN 1789-770X
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2011_cikkek/Makkay_Imre_4_THERMO.pdf
- [20] MAKKAY I., LUDÁNYI L., TERÉKI Cs. Termo-diagnosztikai eljárások lehetőségei repülőgépek sárkány, hajtómű és fedélzeti rendszereinek vizsgálata során - Repüléstudományi Közlemények (Különszám) pp. 1-8. (2010) HU ISSN 1789-770X http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2010_cikkek/Makkay_I-Ludanyi_L-Tereki_Cs.pdf
- [21] MAKKAY Imre: Thermal Imaging for Non-Destructive Testing in Aerospace Transport Means 2012: Proceedings of the International Conference. Kaunas: pp. 117-120. ISSN 1822-296 X

Nagy András¹ – Jankovics István²

LABORATÓRIUMI BERENDEZÉSEK MÉRŐ ÉS ADATGYŰJTŐ RENDSZEREINEK KORSZERŰSÍTÉSE A BME REPÜLŐGÉPEK ÉS HAJÓK TANSZÉK HŐ- ÉS ÁRAMLÁSTECHNIKAI LABORATÓRIU- MÁBAN³

E cikk, a BME Repülőgépek és Hajók Tanszék hő- és áramlástechnikai laboratóriuma, azon oktatásban használt mérőeszközén elvégzett korszerűsítési munkálatokat mutatja be, melyet a Hő- és Áramlástan I-II, tantárgy alapoktatásához kapcsolódó laboratóriumi gyakorlatok méréseihez használunk. A teljes korszerűsítésen átesett eszköz, új mérő és adatgyűjtő rendszerének felépítését az alábbiakban mutatjuk be.. A tervezési és gyártási munkákat a tanszék mikroelektronikai laboratóriumában végeztük, ahol az ehhez szükséges eszközök rendelkezésre álltak. A fejlesztésbe a tanszék munkatársai mellett hallgatók is részt vettek, így a munka haszna nem csak a modernizált mérőeszközök előállításában, hanem az ő elektronikai ismereteik bővülésében is megmutatkozik. A itt bemutatott eredmények a TÁMOP-4.2.2.B-10/1--2010-0009 projekt támogatásával valósultak meg.

MODERNIZATION OF MEASUREMENT SYSTEMS IN THE AERO- AND THERMOTECNICS LABORATORY OF THE DEPARTMENT OF AIRCRAFT AND SHIPS

In this article, the modernization of the measurement systems in the laboratory of the Department of Aircraft and Ships is shown. Both of the measurement systems shown here are used in practical training of basic science subjects like Aero- and Thermotechnics I-II. The systems have been fully improved, this article shows how have been the measurement systems rebuilt and modernised. All of development- and manufacture works have been done in the microelectronics laboratory of the Department, in which all equipment necessary are present for works like this. The results discussed in this article are supported by the grant TÁMOP-4.2.2.B-10/1--2010-0009.

„LÉGERŐ MÉRÉS SZÁRNYON” LABORATÓRIUMI GYAKORLATHOZ TARTOZÓ MÉRŐESZKÖZ KORSZERŰSÍTÉSÉNEK BEMUTATÁSA

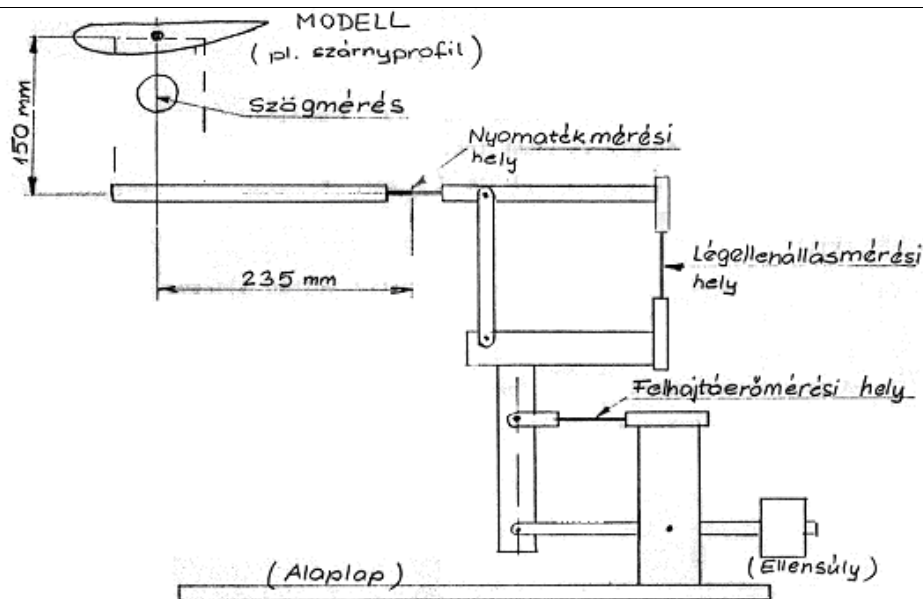
A mérés célja a szárnyprofil felhajtóerő, ellenálláserő és nyomatéki jelleggörbéinek meghatározása [1]. A hallgatók ennek során gyakorlatban is megismerhetik a szárnyon keletkező lég-erők kialakulásának módját és mérésének egy lehetséges eszközét, az aerodinamikai mérleget, melynek oldalnézeti vázlatrajzát az 1. ábra mutatja be.

Ezen látható, hogy a felhajtóerő és a légellenállás külön határozható meg, mivel a mérésükre alkalmazott rugólap csak a megfelelő irányú erő hatására deformálódik detektálható mértékben, azaz a nyúlásmérő bélyegek jeladásáig. A nyomatékmérő elem tulajdonképpen a teljes erő (eredő légerő) hatását méri az erőösszetevők ismeretében, az eredő számítható és annak abszolút értékét valamint a nyomatékát ismerve meghatározható az eredőerő hatásvonala.

¹ tanársegéd, BME Repülőgépek és Hajók Tanszék, nagy@rht.bme.hu

² doktorandusz, BME Repülőgépek és Hajók Tanszék, jankovics@rht.bme.hu

³ Lektorálta: Óvári Gyula, egyetemi tanár, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Katonai Repülő Tanszék, ovari.gyula@uni-nke.hu



1. ábra „Légerőmérés szárnyon” laborméréshez használt aerodinamikai mérleg rajza [2]

A mérleg az erőket rugólapok deformációján érzékelik, amit a nyúlásmérő bélyegek alakítanak analóg elektromos jellé, ezt dolgozza fel a – cikkünkben bemutatott – mérő- és adatgyűjtő rendszer.

Utóbbi felújítása több okból is szükségszerű és halaszthatatlan volt:

- a védőbevonat nélküli nyúlásmérő bélyegek közel 15 évesen, garantált élettartamukon túl voltak, az általuk szolgáltatott jel igen zajos és szinte már használhatatlan volt;
- az adatfeldolgozó rendszer része volt egy HBM Spider8-as A/D átalakító, amit más eszközökhöz kellett átcsoportosítani;
- a mérőrendszer részét képező szárny profilja és geometriai jellemzői - a rendelkezésre álló szélcsatornát figyelembe véve nem volt megfelelőek, az évek alatt mechanikai sérüléseket szenvedett, ami tovább rontotta tulajdonságai

A felsoroltak miatt a 2012/13 őszi félévben laboratóriumi oktatást ezen az eszközön már nem lehetett volna folytatni, a szükséges felújítások elvégzése nélkül, mely az alábbi munkákat foglalta magába:

- az eszköz fémvázának mechanikai felújítása, a régi nyúlásmérő bélyegek helyeinek megtisztítása;
- új nyúlásmérő bélyegek felragasztása és megfelelő védőbevonattal történő ellátása;
- a mérőeszköz teljes mérő és adatgyűjtő rendszerének újjáépítése;
- a működéshez szükséges szoftverek (mikrovezérlő és PC) megírása, tesztelése;
- a mérés során gyakran fellépő, öngerjesztő rezgés csillapítása;
- a mérés objektuma, az elhelyezett szárny (profil) újratervezése és legyárttatása;
- az eszköz kalibrálása, a hallgatói mérési segédlet frissítése.

A mérőeszköz korszerűsített mérő és adatgyűjtő rendszerének bemutatása

A mérőeszköz mérő és adatgyűjtő rendszerét teljes egészében tanszékünkön terveztük, készítettük, teszteltük és kalibráltuk. Az ehhez szükséges eszközöket tanszéki mikroelektronikai laboratóriumunk biztosította, amely alapítása óta számos diplomaterv, szakdolgozat és PhD



kutatói munka mérő, adatgyűjtő, jelfeldolgozó eszközeinek tervezéséhez és gyártásához nyújtott segítséget [pl. 3,4,5,7].

A korszerűsítése után a mérőeszköznek az alábbi igényeknek kellett megfelelnie:

- legyen képes 3 db nyúlásmérő bélyeg nyers jelét kondicionálni és digitalizálni;
- mérje a környezeti hőmérsékletet és az állásszög jeladóból származó jeleket;
- laptop-hoz is közvetlenül csatlakoztatható legyen, ne igényeljen plusz hardvert, illetve speciális drivert vagy szoftvert;
- az adatközlés módja tegye lehetővé, hogy hallgatók is fejleszthessenek programot az adatok feldolgozására, amennyiben ez szükségesé válik;
- ne igényeljen külső tápellátást, a csatlakoztatott számítógép USB-portjáról üzemeltethető legyen.

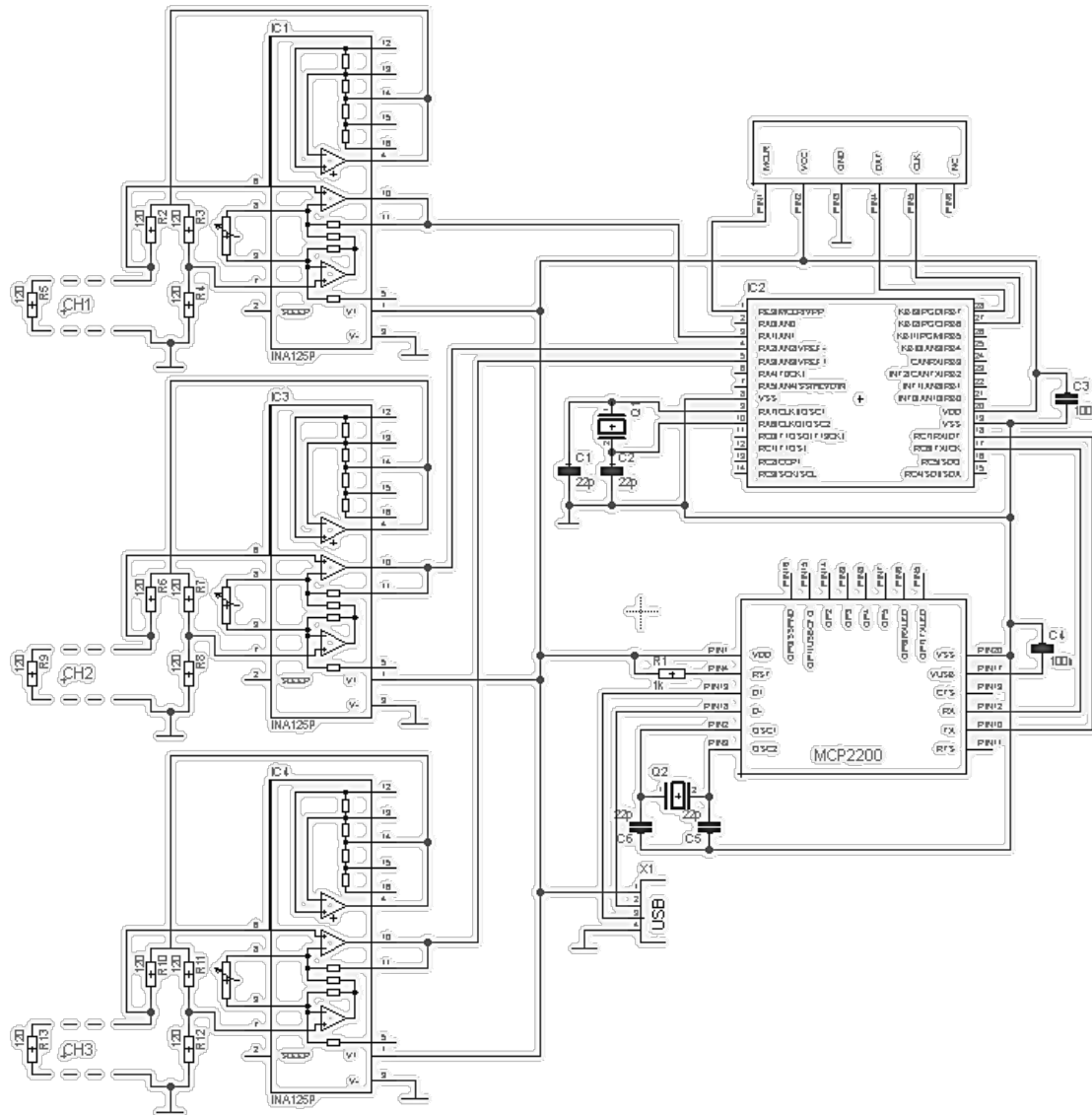
A fenti igényeknek megfelelő áramkör elvi kapcsolási rajza látható a 2. ábrán.

Az áramkör központi egysége a Microchip által gyártott PIC18F2523 típusú mikrovezérlő, mely többek között tartalmaz egy 13 csatornás, 12 bites A/D átalakítót, UART soros porttal és 256 byte EEPROM-mal is rendelkezik. A programmemóriája 32 kbyte, az adatmemóriája 1536 byte méretű, ami bőségesen elegendő az elvégzendő feladatokra fejlesztett szoftvernek. A gyors adatfeldolgozás érdekében a mikrovezérlő 20 MHz-es órajellel dolgozik.

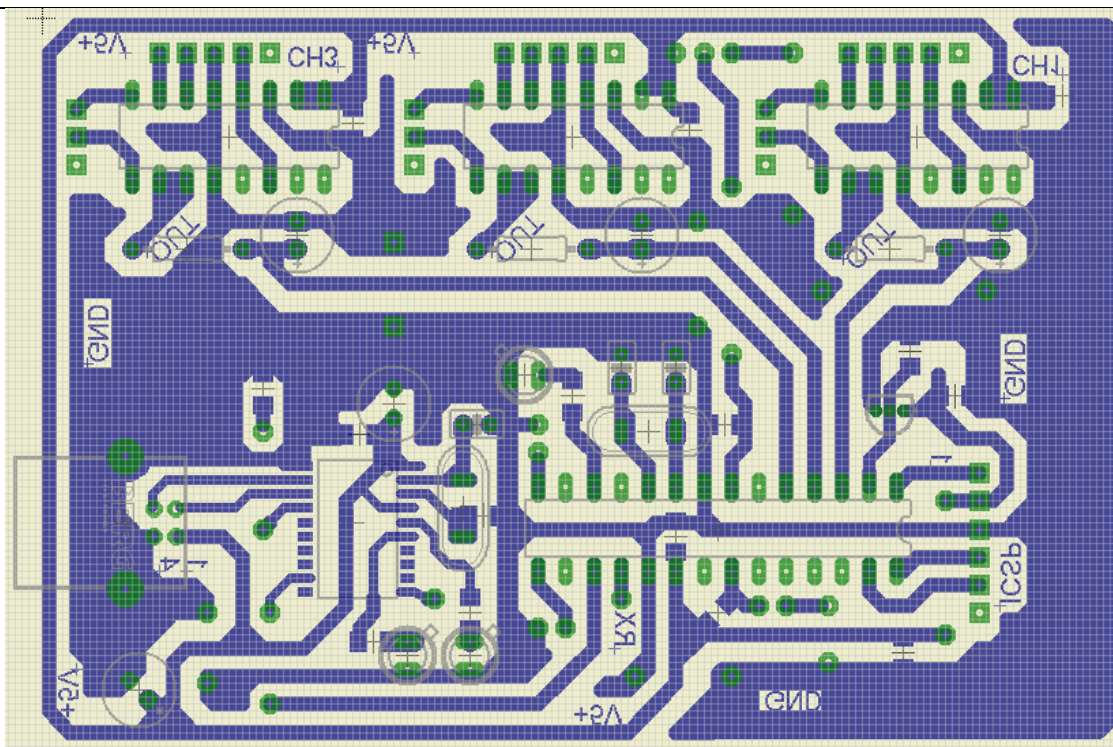
A nyúlásmérő bélyegek egy hagyományos Wheatstone-hídba kapcsolva működnek, amit egy mérőbélyeg és 3 precíziós, passzív ellenállás alkot. A hidak jelét egy-egy Texas Instrument INA125 típusú híderősítő integrált áramkör erősíti és állítja be a megfelelő offsetet (2. ábra bal oldala).

Az áramkör úgy alakítottuk ki, hogy a híderősítő egy potenciométerrel fokozatmentesen állítható legyen 100÷8000-szeres értékek között [6]. Így a mérőrendszer (újra kalibrálás után) módosítás nélkül felhasználható más áramlásba helyezett testeken keletkező légerők mérésére is. A mérőhíd által felerősített jel a mikrovezérlő A/D átalakítójába jutása előtt egy passzív, aluláteresztőszűrőn halad keresztül, amely levágja a jel spektrumából a 30 Hz feletti összetevőket, így biztosítva a zajszűrést.

A kommunikáció az áramkör és a hozzá csatlakoztatott PC között soros vonalon valósul meg, 19200 b/s sebességgel. Ez a kommunikáció lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy egyszerű, széles körben elterjedt protokollt használva saját igényeiknek megfelelő PC szoftvert írjanak az adatok feldolgozására. Mivel az RS-232 szabvány szerinti csatlakozók a laptopokról, sőt mára már az asztali számítógépekről is szinte teljesen eltűntek, a soros vonalon a kommunikáció USB porton keresztül valósul meg. A számítógépen az eszköz csatlakoztatása után egy USB-s virtuális soros port jelenik meg, amelyen keresztül a mérési adatok kiolvashatóak. Az ehhez szükséges protokollt a Microchip MCP2200 típusú integrált áramköre valósítja meg. Ez a számítógéppel USB vonalon, míg a mikrovezérlővel TTL jelszintű soros vonalon kommunikál. Működéséhez nem szükséges driver, mert a legtöbb mai operációs rendszerbe (Windows 7, Debian 6, MacOS X, stb.) beépített VCP driver kompatibilis az IC-vel. Tesztelést csak Windows XP SP3 és Windows 7 SP1 operációs rendszerekkel hajtottuk végre az eszközön.



2. ábra Aerodinamikai mérleg mérő és adatgyűjtő rendszerének elvi kapcsolási rajza

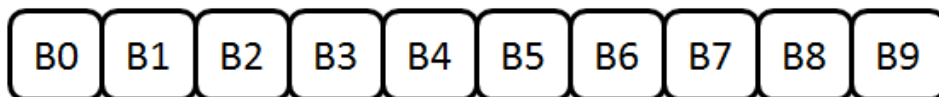


3. ábra Mérő és adatgyűjtő áramkör NYÁK terve

A környezeti hőmérséklet mérésére a Microchip MCP9700A típusú hőérzékelő IC-t építettük be. Ez 0-70 °C tartományban $\pm 2^\circ\text{C}$ pontossággal képes a hőmérséklettel arányos feszültséget szolgáltatni, amely egy aluláteresztő szűrőn keresztül jut a mikrovezérlő A/D átalakítójának 0-s csatornájára. A környezeti hőmérséklet mérése lehetővé teszi a mérőeszköz aktuális hőmérsékletéhez történő automatikus kalibrációját.

Az elvi kapcsolási rajz alapján tervezett áramkör NYÁK-terve a 3. ábrán látható. Az elkészült panel 65x100 mm befoglaló méretű, egyoldalas, hibrid szerelésű panel és tartalmaz minden szükséges áramköri egységet. A számítógéphez történő csatlakozáshoz egy USB-B típusú csatlakozót építettünk be.

A mikrovezérlő programja nagyon egyszerű, folyamatábra ezért nem is készült hozzá. Az A/D átalakítás eredményét nyers formában küldi el a PC felé, semmilyen digitális szűrést, feldolgozást, vagy kalibrációt nem végez. Erre az egyszerűsítésre azért volt szükség, mert ha a jelenlegi szárnyat később lecserélik más profilúra, vagy teljesen már testre, az újabb kalibrációt igényel, ami a mikrovezérlő program módosítását követelné meg. Ez a hallgatók számára indokolatlanul tovább bonyolítaná a mérés összeállítását, ráadásul az eredeti PC szoftverrel elveszítené az eszköz a kompatibilitását. Minden kalibrációs feladat ezért a PC programjára van bízva, ami hallgatók által is könnyen átírható, újrarendíthető és alkalmazható. A mikrovezérlő programja a bekapcsolás utáni inicializációkat követően 500 ms-onként elvégzi az összes A/D csatornán a digitalizációt, a kapott értékeket pedig rendezve elküldi soros vonalon keresztül a PC-nek. Egy-egy adatblokk a 4. ábrán látható módon épül fel.



4. ábra Adatblokk struktúra, ahol:

B0: mondat kezdete byte: értéke: 122; B1, B2: környezeti hőmérséklet: $T_0 = B1 \cdot 100 + B2$, értéke: 0..4095;
 B3, B4: Nyomatékmérési hely nyúlás érték: $\varepsilon = B3 \cdot 100 + B4$, értéke: 0..4095; B5, B6: Ellenálláserő mérési hely nyúlás érték: $\varepsilon = B5 \cdot 100 + B6$, értéke: 0..4095; B7, B8: Felhajtóerő mérési hely nyúlás érték: $\varepsilon = B7 \cdot 100 + B8$, értéke: 0..4095; B9: Állásszög jeladó, értéke 0..255

A PC szoftver bemutatása

Az alkalmazott szoftvert Delphi nyelven implementáltuk. Ezt a programnyelvet a karunk hallgatói is tanulják alapképzésük alatt, így szükség esetén könnyen alkalmazzák a program saját igényeiknek megfelelő módosításra.

A mérőeszközhöz fejlesztett PC program feladatai:

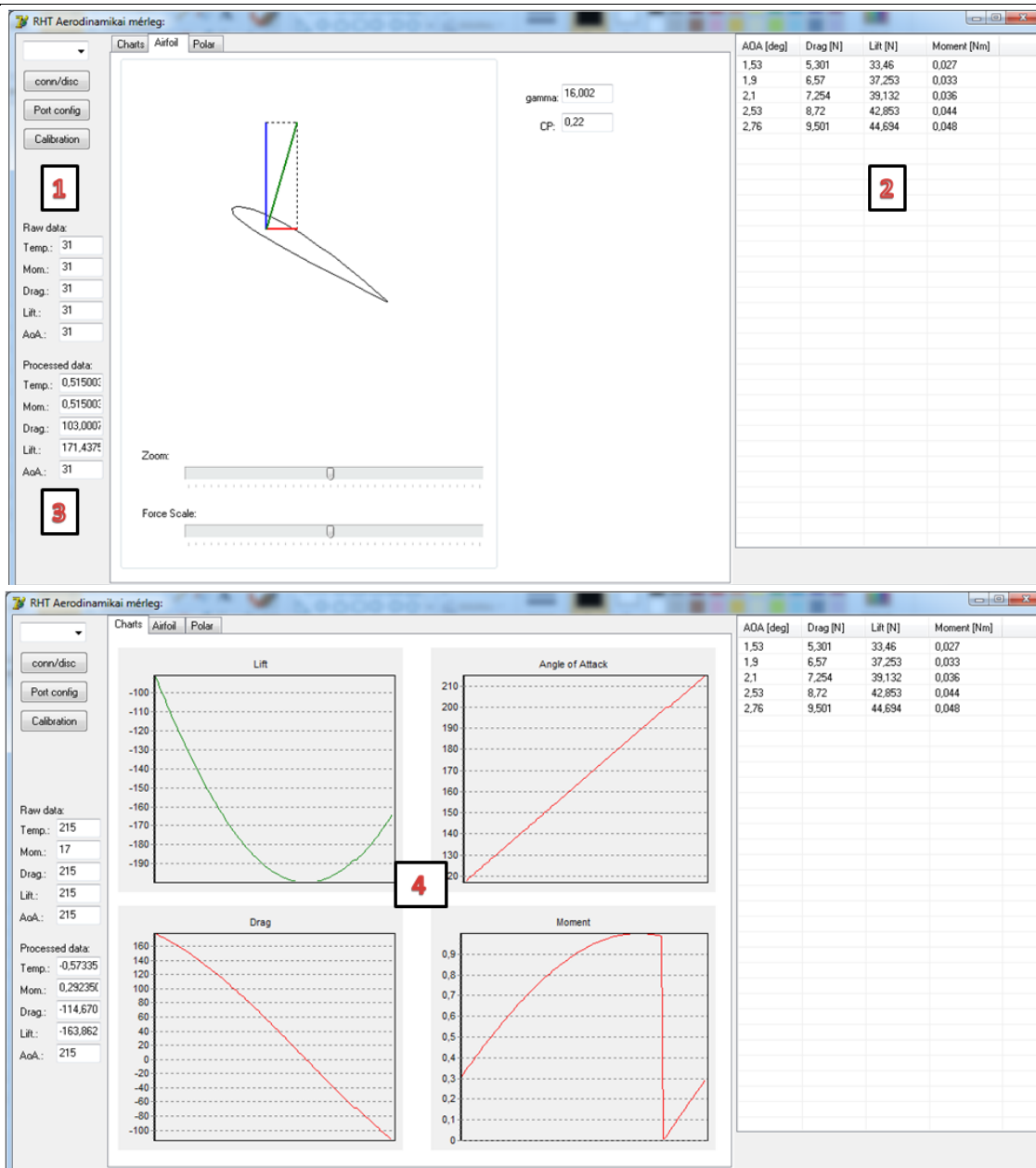
- adatok fogadása soros vonalon keresztül,
- kalibrációs függvények alkalmazása a nyers adatokra, ezzel az erőösszetevők meghatározása;
- mérési eredmények időbeni lefolyásának on-line, diagramon történő megjelenítése;
- szemléltető erőábra on-line rajzolása;
- egy méréssorozat után a $C_l(\alpha)$, $C_d(\alpha)$, $C_m(\alpha)$ görbék megrajzolása.

A szoftver minden Windows XP SP3 vagy Windows 7 operációs rendszert futtató számítógépen alkalmazható, telepítést vagy driver-t nem, de egy szabad USB portot természetesen igényel.

A PC szoftver felhasználói interfésze az 5. ábrán látható módon 4 fő részből áll:

1. adatátviteli (port) beállítások megadása;
2. kapott adatok táblázatos és grafikonos on-line kijelzése;
3. kalibrációs függvény paramétereinek megadása;
4. a polárdiagram ($C_l(\alpha)$, $C_d(\alpha)$, $C_m(\alpha)$ görbék) megjelenítése.

Az 5. ábrán látható, PC szoftvert bemutató kép a tesztelési szakaszban készült, valós fizikai tartalom nem jelenik meg a diagramokon.



5. ábra A mérőeszközhöz fejlesztett PC szoftver kezelőfelületének képe

A mérőeszköz kalibrálása

Azért, hogy a mérőrendszer segítségével ne csak változások, hanem abszolút mennyiségek is meghatározhatóak legyenek, azt kalibrálni szükséges. Ennek során meghatározásra kerülnek azok a függvények, amelyek segítségével az A/D átalakítóból érkező adatokat fizikai mennyiségekké alakíthatóak. Az erőmérők kalibrálását precíziós súlyokkal terhelve végeztük, az állásszögjeladónál ehhez szögmérőt használtunk. A hőmérsékletérzékelőt az eszköz adatlapjában található összefüggés alkalmazásával kalibráltuk, az ellenőrzésére $\pm 1\% + 3\text{digit}$ hibájú multimétert használtunk, kiegészítő hőérzékelő szondával. A mérőeszköz további mechanikai változtatások miatt újrakalibrálásra szorul, így jelen cikkben az eredeti eszköz kalibrációs eredményeit nem közöljük.

Köszönetnyilvánítás

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0009 program támogatja.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] PÁSZTOR Endre: Hő- és Áramlástechnika Laboratóriumi gyakorlatok. Egyetemi jegyzet 71043, Műegyetemi kiadó, 2007
- [2] JANKOVICS István, GYÖRGY Dávid: Hő- és áramlástan II, Laboratóriumi gyakorlatok, 2011
- [3] SZABÓ András: Pilóták fiziológiai jellemzőinek repülés közbeni mérésére alkalmas kormány szerv fejlesztése. Diplomamunka, 2012
- [4] Andras NAGY, Prof. Jozsef ROHACS: Barometric sensor for smartphones used by sport and recreational pilots. Airtec „Supply on the wing”, 2011
- [5] Andras NAGY, prof. Jozsef ROHACS: Unmanned measurement platform for paragliders, ICAS2012-P1.4, 2012
- [6] TEXAS INSTRUMENTS: Instrumentation Amplifier With Precision Voltage Reference. Application Note, Datasheet, 1998
- [7] NAGY András: Mérőrendszer siklóernyők repülésdinamikai vizsgálatához, Repüléstudományi Közlemények, 2012/2 különszám 970. oldal

Dr. Szabó Sándor András¹ – Hornyik József²

UAV (PILÓTA NÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰ) MŰVELETEK REPÜLŐEGÉSZSÉGÜGYI FELTÉTELRENDSZERÉNEK BIZTOSÍTÁSA³⁴

A pilóta nélküli légijárművek elmúlt 20 évben bekövetkező fejlődése mind a katonai, mind a civil repülésben új felhasználási irányokat nyitott. Bár definíció szerint az UAV légijárművet nem fedélzeti pilóta irányítja, a működtetésért felelős földi operátor felelőssége, a műveleti célok eléréshez szükséges elvárt mentális teljesítménye, érzékszervi teljesítőképessége szükségessé teszi az adott beosztásra jelentkezők megfelelő egészségügyi alkalmassági vizsgálatát, szelekciós kritériumok meghatározását. Történeti áttekintés után a cikk ismerteti és elemzi a NATO Egységes Védelmi Előírásban is rögzített kritériumokat, melyek az operátori munkakör speciális jellemzőiből erednek. A polgári (kereskedelmi) repülésben kialakított repülőegészségügyi standardokat is tárgyalja.

AEROMEDICAL ASPECTS AND SUPPORT IN UAV OPERATIONS

The development of unmanned aerial vehicles (UAVs) in last 20 years opened new dimensions in utilization both for civilian and military flights. Although by definition the UAV is not controlled by pilot onboard, but the responsibility of the operator on the ground, the mental performance and sensory capacity requirements for the operational tasks make necessary the medical evaluation of candidates, defining selection criteria as well. Reviewing the history of UAVs and operator standards the author is going to analyse the aspects of medical fitness ratified in NATO Standardization Agreement as well, originating from the specific features of operator's workload. The aeromedical standardization process in civilian (commercial) flight is also discussed.

BEVEZETÉS

A katonai repülésben a korszerű vadászgépek repülése és taktikai fegyverzetük kezelése magasan képzett, „tökéletesen egészséges”, a repüléssel járó kombinált élettani stressz helyzetekre földi szimulációs helyzetekben felkészített pilóták rendszerben tartását követeli meg. A pilóták kiválogatásának, felkészítésének és rendszerben tartásának összköltsége vetekszik a korszerű harci technika és csapásmérő képesség árával.

Az 1990-es évektől ezért került előtérbe a pilóta nélküli légijárművek, mint harceszközök alkalmazása meghatározott műveleti feladatokra: az UAV légijármű építésének, üzemeltetésének tényleges költsége nagyságrendekkel kisebb, mint a 4.-5. generációs harci géké.

¹ o. alezredes, MH Honvédkórház Kecskeméti Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Kutató Intézet Intézet parancsnok helyettese, sasi19620@gmail.com

² alezredes, MH Honvédkórház Kecskeméti Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Kutató Intézet Pszichológiai Osztály vezetője, pszicholab@gmail.com

³ TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001. sz. pályázat; "Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások". Adatintegráció alprogram, A pilóta nélküli légijárművek alkalmazásának humán aspektusból történő vizsgálata

⁴ Lektorálta: Prof. Dr. Grósz Andor orvos dandártábornok, Intézetparancsnok, Kecskeméti Repülőorvosi-, Alkalmasság-vizsgáló és Kutató Intézet, grosz.andor@hm.gov.hu

Ugyanez vonatkoztatható a humán faktorra is: a távolból irányító UAV operátor kiválogatásának, kiképzésének és rendszerben tartásának költsége – az egészségügyi vizsgálatok spektrumának szűkítése, a szimulátoron történő képzés és az UAV irányítás analógiáján alapuló képzés egyszerűsítése – lényegesen alacsonyabb anyagi ráfordítást eredményez, bizonyos típusú emberi hibák és hajlamosító háttértényezők (gyorsulás-túlterhelés és hypoxia okozta cselekvőképesség) pedig egyszerűen kiiktathatók.

Ugyanakkor az UAV légijárművek eszköztárának épsége – akár harcászati felderítésről, akár csapásmérésről van szó – nemzetbiztonsági problémát is felvet, nem kerülhet az ellenség kezébe, még műszaki meghibásodás esetében sem, még elemezhető roncsok formájában sem. Ilyen szempontból az operátor egészségi állapota, cselekvőképessége is ugyanolyan harci-műveleti-tényező, mint például a „valódi” pilóta gyorsulás-túlterhelés elleni tűrőképessége. Az egészségügyi szakmai követelmények megfogalmazása, a NATO-n belüli harmonizált szabványok megfogalmazása kb. 20 év alatt történt meg.

TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

Az UAV (Pilóta nélküli Légijárművek) bármilyen célú katonai alkalmazása, a polgári hasznosítás diverzifikálása (és a katonai alkalmazásokkal történő harmonizációja) már a 20. század utolsó évtizedében felvetette az UAV-ok működtetésével kapcsolatos technikák, harcászati eljárások és műveletek összességét.

Erre az eddig legmagasabb szintű intézkedés a NATO Katonai Bizottság Légügyi Standardizációs Testület (MCASB⁵) „Pilóta nélküli Légijárművekkel kapcsolatos doktrínák és taktikai eljárások, technikák és műveletek áttekintése”⁶ című összefoglaló munkája és a JUAV (közös UAV) Panel szintű standardizációs csoport fennhatósága alatt a tapasztalatok, célok és a terminológia egységesítése volt 2005. október 01-ig.

Ennek a folyamatnak a részeként a Repülőegészségügyi Panel (AMDP⁷) az MCASB Légi Műveleteket Támogató Munkacsoport (AOSWG⁸) szakmai paneljeként 2004. május 31-én tartott ülésén tűzte napirendre a kérdést⁹, a humán tényező – az irányító operátor - fontosságára felhívva a figyelmet. Figyelembe véve a rendkívül sokcélú alkalmazási lehetőséget (felderítés, precíziós csapásmérés, ellenséges légvédelem lefoglalása, stb.) és **az időkeret drámai lecsökkenését** a célpont azonosításától a harcérintkezésig, **szükség van a humán munkavégzőképesség kiterjesztésére, javítására: ez magában foglalja az UAV irányítópult tervezését, a légijárművek interoperabilitását, a sokszoros UAV eszközkészlet felügyeletét-menedzselését.** (A humán operátor és az UAV közötti kapcsolat lehet direkt kontroll irányítású, mint a „Predator”-nál és lehet autonóm – önálló vezérlésű, mint a „Global Hawk”-nál,

⁵ MCASB: Military Committee Air Standardization Board

⁶ Review of doctrine and tactics, techniques, and procedures (TTP) for applicability to unmanned aerial vehicles (UAVs)

⁷ AMDP: Aeromedical Panel

⁸ AOSWG: Air Operation Support Working Group

⁹ BRUCE, D.L.: Medical Standards for UAV operators, workshop összefoglaló 2007. 09. 07. e-dok: url:

www.nsa.nato.int, ASB, AMDP Forum honlapján regisztrációval elérhető, nem minősített. (2008. 05. 13.)

földi irányító állomás révén. (LRE¹⁰:– indító- visszatérő elem, MCE¹¹: – bevetés irányító elem). A jövőben pedig elképzelhető, hogy egy „mission manager” (bevetési menedzser vagy irányító) számos UAV-ot irányít egyszerre.

Már az első elemző dokumentum felhívta a figyelmet a standardizációs dokumentumok párhuzamosságának, proliferációjának veszélyére, a NATO-n belül ugyanis számos bizottság, munkacsoport kezdett foglalkozni a témával: AG 7 (Air Group 7), HFM (NATO Védelmi és Kutatási Ügynökségen belül a Humán Faktor, Orvosi csoport) és az UAV Panel.

Figyelembe kellett venni a kissé eltérő nemzeti gyakorlatot az UAV operátorok kiválasztásában, egészségügyi alkalmassági minősítésében:

Az USAF Amerikai Légierő a „Global Hawk”-on nehéz szállító, tanker üzemanyag szállító, helikopter/felderítő pilótákat alkalmazott, ezt a bevetések összetettsége, a változó harci körülmények és a rövid reagálási idő indokolták. (Németországban az Euro Hawk operátorai, amely Global Hawk platformmal rendelkezett, 3 x 8 órás missziós időbeosztással dolgoztak.)

A „Predator”-ral harci/bombázó pilóták dolgoztak, 2 fős személyzetként, 12 órás misszió esetén 2 órás blokk után váltották egymást, 18 órás missziók esetén (akár 3 hetes bevetési időre is számítva!), 2,5 órás blokkokat teljesítettek.

Az egészségügyi követelmények az USAF AFI 48-123 szerint: II. katonai hajózó egészségügyi osztály standardok és a III. osztály szerinti FAA (polgári) egészségügyi standardok teljesítése (kereskedelmi műszeres repülési szint a pilóták és navigátorok számára). A minősített UAV operátorok 2 éves forgásban kerültek ebbe a beosztásba. A Haditengerészetnél és a Tengerészgyalogságnál a haditengerészeti repülőkhöz lehettek UAV „mission commander” bevetési parancsnokok, egyéb személyzet magánpilóta engedéllyel csak operátor. A US ARMY-nál nem kellett minősített repülő-hajózó állományi besorolás, csak földi kiképzés, minden szakaszban felderítő tiszttel.

Olaszországban aktív pilóták repülték a „Predator”-t. Németországban az akkori szabályozás szerint az UAV operátor mint parancsnoki pilóta („pilot in command”) dolgozik, de az egészségügyi követelmények még megegyeznek az AT¹² (légiforgalmi irányító) standardjaival.

A közös NATO egészségügyi standardok kialakításához a következő speciális tényezőket kellett figyelembe venni:

- közös kiképzési és oktatási elvek a közös (több-nemzeti) hadműveletekhez és az interoperabilitáshoz;
- fizikai és mentális munkaterhelés;
- pszichomotoros és térbeli tájékozódó képesség;
- attitűd (gép állásszög, magasság, stb.) tudatosság és kontrol;
- szituációs/helyzeti tudatosság (például légi összeütközés: MAC elkerülése);
- új kijelzők képességei;

¹⁰ LRE: launch and recovery element

¹¹ MCE: mission control element

¹² ATC: Air Traffic Controller



- CRM (crew resource management): légiszemélyzet komplex humán erőforrás menedzselése, az együttműködés javítása;
- többszörös légijármű terhelés (párhuzamos irányítás).

Nem volt egyértelmű, hogy az operátorokra ugyanazok a standardok vonatkoznak-e, tekintet nélkül az UAV hatótávolságára, működési magasságára és arra, hogy milyen (kontrollált, szabad, vagy lezárt/tiltott légtérben) tevékenykednek-e?

A minimum követelményeket az ATC (légiforgalmi irányító) szintjéhez kell-e igazítani?

Akut egészségügyi probléma vagy tartósabb földi szolgálat/betegség esetén (ami egyébként repülésről letiltással jár) mi legyen a repülőorvosi döntés?

Meglepő, de az USAF Légiharc Parancsnokság¹³ közben újraértékelte (megkérdőjelezte) a tényleges saját repülési tapasztalat (saját, pilótafülkében szerzett ismeretek) jelentőségét az UAV operátorok szempontjából.

2005. szeptember 07-én Nagy-Britanniában az előzetesen Németország (mint STANAG felelős) által köröztetett standardizációs egyezmény vázlatát tekintették át, még mindig sok eltérésre rámutatva az UAV operátorok minősítési követelmény rendszerében megpróbálta az álláspontokat közelíteni.

Például: A brit RN (Királyi Haditengerészet) már 50 éve használ automatizált légicélokot, jelenleg MASE (Medium Altitude – 5000-25000 láb közötti magasságon repülő, Short Endurance < 4 óra időtartamú) UAV típust használ, nagyrészt előre programozott, szükség esetén a kezelő által felülvezérelhető. Jelenleg nincs előírt légitapasztalat/hajózó minősítés, az éves ATC (Légiforgalmi irányító) standardot kell teljesíteni. (Közeljövőben hajófedélzeti UAV-t terveznek, melyet a Sea King Mk7 fedélzetéről operátor irányít.)

A brit Hadsereg (ARMY) „Predator”-ait a Királyi Tüzérség (Royal Artillery) személyzete üzemelteti, noha az AAC (Hadsereg Légi Hadtest) szabja meg az egészségügyi követelményeket.

A brit Légierő (RAF Royal Air Force) „Predator”-okat repül az USA-ban, hajózó státuszon vannak (FLY (P)).

Az Amerikai Hadsereg (ARMY)-ben a tüzérség üzemeltet UAV-okat.

Az USAF –nál pilóták működtetik az UAV-okat, de az UAV-ok típusa és szerepe különböző, több tényleges pilóta (légi vezetési) tapasztalatot kíván, mivel kevésbé automatizáltak az ARMY verziójához képest.

FAA (Amerikai Polgári Légügyi Hatóság): transzkontinentális járatokra dolgoz ki irányelveket az UAV-ok működtetésére (pl. FEDEX¹⁴-nél).

Az elhangzott nemzeti vélemények alapján az egészségügyi követelményeket:

- a felmerülő kockázatok alapján kell megszabni, nem lehetnek túlságosan megszorító

¹³ Air Combat Command

¹⁴ FEDEX: Federal Express: Szövetségi Gyorsposta szolgálat

jellegűek;

- a funkcionális képességekre kell a standardokat építeni, hogy az UAV irányítását képes legyen fenntartani (és a potenciális kontrol vesztés követelményeit ki tudja védeni);
- a hadsereg által használt UAV-ok (Predator és Watchkeeper) egyszerűen kontrollálhatók (egér + billentyűzet), csak minimálisan van szükség a hagyományos kéz-szem koordinációra. A személyzet valamely tagjának pillanatnyi cselekvőképzetlensége nem kiemelt kockázati tényező, mivel az UAV-ok általában előre programozottak és az operátorok nem egyedül dolgoznak;
- alapvető a jó látási és hallási teljesítmény az elvárt magas audio/vizuális input, információfeldolgozási kapacitás igénye miatt;
- az UAV működtetés megfelelő lehet olyan légiszemélyzet számára, aki többé már nem alkalmas repülőszolgálatra;
- külön értékelendő a kontrol vesztés potenciális kockázata az UAV típusától, szerepétől függően (pl. nagy UAV (polgári) ellenőrzött légtérben, versus kis, automatizált UAV katonai légtérben);
- a meglévő létező egészségügyi standardokból kell kiindulni, ezeket kell finomítani az UAV típusától, szerepétől és a kockázattól függően;
- a toborzási és a kiképzett repülő-hajózt megtartó követelmények alapvetően a funkcionális képességektől függenek: mennyire képes kontrollálni az UAV-ot, megfelelni az általános haderőnemi alkalmassági követelményeknek, mennyi a hirtelen cselekvőképzetlenség kockázata.

A nemzeti tapasztalatok alapján három Egészségügyi Osztály javasoltak az UAV operátorok számára: ezek közül kettő kockázat alapú egészségi állapotértékelés, a harmadik tartalmazza azt a követelményt, hogy legyen képes az UAV irányítására a repülőfedélzeti platformról is (legalább utasként repülésre alkalmas legyen).

- alap UAV (brit toborzási standardnak megfelel A4G1/2Z1, ahol A4G1: földi szolgálatnak megfelel, utasként kabinfedélzeti repülőszolgálatra alkalmas, kontrollált klímában.);
- haladó UAV (a Légiforgalmi Irányítóval szemben támasztott követelményeket tükrözi, éves orvosi vizsgálat (PME-Physical Medical Examination, beleértve a rendszeres EKG-t);
- repülőfedélzeti UAV (FC-Flight Crew: repülőszemélyzeti repülőalkalmassági követelmények, pl. E3 légiirányító központ fedélzetén).

A következő években (2007. szeptember 24-25, valamint 2008. március 31-április 4. közötti Joint UAV Panel, azaz közös UAV Panel ülésekről az összekötő beszámolója alapján) a STANAG gazda Németország mellett főleg Kanada volt aktív az Egységes Védelmi Előírás szövegtervezetének formálásában, pl. UAV kategóriák módosítási javaslatát tekintve:

- III. osztály > 600 kg, 65 000 láb magasságig;
- II. osztály, 150-600 kg, 10 000 láb magasságig;
- I. osztály < 150 kg, 5 000 láb magasságig.

Ezt a kategória beosztást egy külön JCGUAV (Joint Capability Group on UAV, a közös képességfejlesztéssel foglalkozó) munkacsoport értékeli.

KATONAI UAV OPERÁTOR EGÉSZSÉGÜGYI KÖVETELMÉNYEI

A repülő-hajózó állomány kiválogatásának menete a legtöbb légierőben azonos: a jelöltnek először az általános, katonatiszti pályaalkalmassági (beleértve az egészségügyi) vizsgálatokon kell megfelelnie, alapvető pszichomotoros (műszeres) és kognitív tesztekkel kell megoldania, és egyúttal speciális repülőorvosi vizsgálaton kell megfelelnie. Ezek után pedig a repülő alapkiképzés során rendszeres szűrésen és válogatási teszteken kell átmennie, a legrosszabb teljesítményűek „kirostálásával”. Nyilvánvaló, hogy a specializált repülőorvosi intézetek képesek a többcélú, teljes szűrési igénynek megfelelni, akár több vonatkozó alkalmassági rendelet minősítését alkalmazva, ezzel térben és időben lerövidítve a szelekció folyamatát. Itt döntő szerepe van a pszichológiai műszeres vizsgálatok computerizált, számítógépes teszt battréájának, amelyek folyamatosan újra validáltak, előjelzik a jelölt teljesítménye alapján a beválási esélyt.

Ugyanez az elv követhető az UAV operátorjelöltek esetében, azzal a különbséggel, hogy tekintve a bevetések harcászati jellegét, a legtöbb légierő saját állományából válogat, és a korábbi repülőfedélzeti, pilóta tapasztalat határozottan előnyt jelent. Felmerül a kérdés, hogy a nagyobb, általánosabb populációból válogatva kiszűrhető-e a jelentkezők azon csoportja, akik jobb eséllyel, nagyobb valószínűséggel lesznek jó UAV operátorok. Erre a videojátékokban nyújtott teljesítményt vizsgálták a Német Repülőorvosi Intézetben, összevetve a pilóták minősítéséhez is használt tesztekben nyújtott teljesítménnyel.¹⁵

Több szerző szerint a videojátékokat gyakran játékosnál jobb a szem-kéz koordináció, jobb a vizuális rövidtávú memória, és jobb a mentális térbeli forgatásos képesség. Gyorsabb lehet a reakcióidő, jobb a szelektív figyelmi képesség, tökéletesebb a párhuzamos feladatok megoldási képessége („multi-tasking”). A konkrét összefüggést a videojátékokban és a pszichomotoros alkalmassági teszteken nyújtott teljesítmény között kevesebben vizsgálták: Goeters és Lorenz 1985-ben úgy találta, hogy egy adott videojáték (PAC MAN) javította a térbeli tájékozódó képességet és koncentrációt, felfogási-érzékelési sebességet, reakcióidőt és koordinációt. Lang-Ree és Martinussen pedig 2008-ban írta le, hogy a számítógépes PC szimulátorokon szerzett tapasztalatok javítják a pszichomotoros koordinációt és térérzékelést.

A kialakítandó NATO Egységes Védelmi Előírás **STUDY 7192 (4. Tanulmány Tervezet¹⁶)** az UAV operátorok számára olyan egészségügyi standardokat állít föl, melyek növelik a bevetés hatékonyságát, a NATO-n belüli kölcsönös és közös hadműveleti képességet (interoperabilitást) és fenntartják a repülésbiztonságot (ilyen repülőeszköz balesete esetén más személy sérülését megelőzi).

1. A résztvevő nemzetek egyetértenek, hogy az Egyezményhez csatolt, Függelékben részletezett feltételeket alkalmazzák **minimum követelményként, mind a repülőorvosi kiválogatás, mind az éves vizsgálatok során** azon UAV-ok operátorainál, melyeket az emberes/pilóta vezette repülőeszközökre vonatkozó nemzeti szabályok szerint alkalmaznak.

¹⁵ Reeb, C., Eisl, M., Schwab, A.: PC-based flight simulator Experience as a predictor for Success in the German Armed Forces Pilot Aptitude Test Battery 2010. 05. 11. ASMA konferencia előadása, www.asma.org, 2010. 12. 06.

¹⁶ www.nsa.nato.int, ASB, AMDP Forum honlapján regisztrációval elérhető, nem minősített. 2012. 12. 10.

2. Olyan UAV operátoroknál, melyek látótávolságban-néhány száz láb magasságban, lezárt vagy katonai műveleti légtérben működnek, csak néhány alapvető követelményt kell teljesíteni.
3. Speciális követelményrendszert kell érvényesíteni olyan UAV-ok operátorainál, ahol kontrollált (légtérirányítás alatt álló) légtérben polgári vagy katonai pilóta vezette repülőeszközzel kell együtt repülni, vagyis nemzetközi útvonalakat kell használni. Ezeknél az operátoroknál a nemzeti hatóság által kibocsátott licenz (szakszolgálati engedély) szükséges, mely megfelel a nemzeti és nemzetközi jogi szabályozásnak.

Az Egyezményben referenciaként az UA-k következő osztályozása alkalmazható:

- 1. kategória: Kisméretű, rövid hatótávolságú UA, amely nem igényel licenz (szakszolgálati) engedélyt vagy regisztrációt, korlátozott/zárt/műveleti katonai területen működik;
- 2. kategória: közepes UA, amely licenz engedélyt vagy regisztrációt igényel. A felszállás és leszállás katonai / korlátozott területen, a repülési útvonal korlátozott légtérben történik;
- 3. kategória: közepes vagy nagyméretű UA, amely licenz engedélyt vagy regisztrációt igényel, mind korlátozott, mind ICAO által ellenőrzött (polgári) területen és légtérben működik, IFR vagy VFR (műszeres vagy vizuális) repülési szabályok szerint. A légtér használata megosztott más polgári, pilóta vezette repülőgépekkel.

Katonai repülőorvosi standardok

1. Az UAV operátorok egészségügyi követelményrendszere alapvetően kockázat-alapú és nem megszorító jellegű. Kezeli a különböző UA kategóriák eltérő követelményeit a műveleti jellegtől függően (hatótávolság, magasság, légtérbe integráltság foka, összetett feladatok pilóta nélküli és pilóta által vezetett repülőgépek közös hadművelete során)
2. Az 1. kategóriájú UA operátorok egészségügyi standardjai nem igényelnek speciális repülőorvosi értékelést. A vizsgálati alanyoknak a vonatkozó nemzeti standardokat kell teljesíteni a folyamatos hivatásos szolgálat során (esetleg további nemzeti standardokat kell alkalmazni).
3. A 2. kategóriájú UA operátorok és idesorolt minősített kezelő személyzet számára a földi légiirányító egészségügyi követelményeit kell teljesíteni.
4. A 3. kategóriájú UA operátorok számára a légiszemélyzet / pilóta egészségügyi standardjait kell teljesíteni, a vonatkozó nemzeti standardok szerint. Légiszemélyzetnek számít minden fedélzeten tartózkodó a repülés alatt. E dokumentum vonatkozásában a személyzet fedélzeti pozíciója egyenértékű a navigátor vagy fedélzetmester (rakodás és hasznos teher felelőse) beosztásával.

A 3. kategóriájú UA operátor legyen képes fenntartani az UA határozott irányítását egész időtartamban, a cselekvőképtelenség minimális kockázatával. Kielégítő látóélességgel és színlátással kell rendelkeznie. Alapvetően a légiszemélyzet repülőorvosi standardja megfelel a 3. kategóriájú UA operátoroknak. Ugyanakkor mivel az operátor nincs kitéve a valós repülési körülmények fizikai követelményeinek, a nemzetek kialakíthatják a saját speciális UAV operátor egészségügyi követelményrendszerét, biztosítva, hogy ez nem befolyásolja kedvezőtlenül a repülésbiztonságot (sem a földön levőket, akik fölött átrepülnek, sem azokat, akik ugyanabban a légtérben tartózkodnak).

5. Külön értékelési eljárás lehet szükséges azon személyek (jelöltek vagy tervezett operátorok) szűrésekor, akik repülési tapasztalattal nem rendelkeznek (alapvetően a személyiség releváns minőségi jegyeit és a kognitív / megismerési funkciókat kell mérni).
6. A 2. és 3. kategóriájú UA operátoroknak éves repülőorvosi vizsgálaton kell részt venniük, beleértve a kórelőzmények felvételét is.

UAV OPERÁTOR KIKÉPZÉSI KÖVETELMÉNYEI

Az UAV-ok gyakorlati alkalmazásánál természetesen nemcsak a **STANAG 7192** (UAV Operátor Egészségügyi Követelményei) 4. Tanulmány Tervezet repülőorvosi követelményrendszerét, hanem a **STANAG 4670** (Kinevezett Pilóta nélküli Légijármű Operátor / DUO¹⁷ kiképzésével kapcsolatos Útmutató) 1. Kiadásában megfogalmazott, humán faktorral kapcsolatos általános kiképzési követelmény-rendszerét¹⁸ is figyelembe kell venni.

Az Egyezményt 2009. április 28-án fogadta el a NATO Standardizációs Ügynökség (NSA) Bár a STANAG címében csak „ajánlás” szerepel az irányelvek tekintetében, mind az operátor, mind a kiképző/instruktor operátor vonatkozásában számos egyedi képességet tekint kötelezőnek és a készségek felmérését és fejlesztését javasolja.

Az USA például csak fenntartással ratifikálta, nagyobb koherenciát és a repülőorvosi minősítő standardokkal való tényleges harmonizációt tart szükségesnek. Helyesebbnek tart egy - az FAA (polgári Szövetségi Légügyi Hatóság) előrehaladó programjában (Advanced Qualification Program) előírt standardizált, struktúrált protokolhoz hasonló – kiképzési program összeállítását. Több más ország csak az elnevezésben él fenntartással (Kanada az „AVO” – Légijármű Operátor nevet alkalmazza, Anglia szintén a nemzeti nomenklatúrához ragaszkodik.) Az Egyezményt a Magyar Honvédség már ratifikálta (nemzeti referencia: HKF/50-61/2009/htf. intézkedés.)

Az UAV személyzet kiválasztásánál a következő alapelvek javasolhatók:

- csak a 3. kategóriájú UA operátorok számára kell a légiszemélyzet / pilóta egészségügyi standardjait teljesíteni, a vonatkozó nemzeti standardok szerint. Légiszemélyzetnek számít minden fedélzeten tartózkodó a repülés alatt. *(Nem egyértelmű, hogy a kategória besorolás az UA magassági és súlykategória alapján is történik-e, pl. III. osztály > 600 kg, 65000 láb¹⁹ magasságig?)* A magyar Rendelet (22/2005 HM-EüM, a szakszolgálati engedély egészségügyi feltételeiről) rovatrendje szerint ez legjobban a V.-VI. rovat szerint sorolható be (szállító helikopter és merevszárnyú szállító gép, egyéb fedélzeti személy.);
- a 2. kategóriájú UAV operátorok és idesorolt minősített kezelő személyzet számára a földi légiirányító egészségügyi követelményeit kell teljesíteni. (A magyar HM Rendelet rovatrendje szerint IX. rovat szerint, de a Rendelet módosítása során szükség van a

¹⁷ DUO: Designated UAV Operator

¹⁸ Recommended Guidance For The Training Of Designated Unmanned Aerial Vehicle Operator (Duo) e-dok. url: <https://nsa.nato.int/protected/unclass/stanags/4670Eed01.pdf> (nem minősített, regisztrációhoz kötött), 2012. 08. 28.

¹⁹ Láb (foot, tsz. feet vagy kilo-feet) repülési magasság kifejezésére 1 láb: kb. 0,3 méter

kategória külön nevesítésére: UAV operátor nem egyenlő a légiforgalmi irányítóval!) Itt valószínűleg csak földi beosztású operátorok illetve II. osztályú UAV-ok lehetnek **(II. osztály, 150-600 kg, 10000 láb magasságig.)**);

- az 1. kategóriájú harctéri dronoknál az általános nemzeti katonai egészségügyi alkalmassági-minősítői rendeletek (Magyarországon a 7/2006 HM Rendelet) mérvadóak;
- 4 órásnál hosszabb bevetési idő fölött a kétfős kezelői csapatok rotációja javasolt 2 órás éles periódusokkal, 2 óras pihenővel (stand by) váltakozva;
- 2 fős kezelői csapat esetén a legmagasabb fokozatban (ICAO légtérben történő repülés esetén is) a hirtelen cselekvőképtelenség kockázatának minimalizálása alapvető. Tekintve, hogy egyéb fizikai alkalmasság/terheléses vizsgálat (kimondott repülőorvosi stresszor: barokamra, centrifuga) alkalmazása nem indokolt, 40 év fölött szűrővizsgálati jelleggel a terheléses EKG bevezetése és a laboreredmények alapján az általános szív-érrendszeri rizikóprofil értékelése indokolt (SCORE táblázat²⁰ alapján az 5 éves halálozás kockázatának jellemzése). Magas rizikóprofil esetén (ülő foglalkozásnak számít!) indokolt lehet a tandem életkori tényezőinek figyelembe vétele, pl. egyik legyen 50 évesnél fiatalabb, vagy egyik se legyen 60 évesnél idősebb;
- az érzékszervi vizsgálatok (látás, hallás elvárt jó értékei) mellett a pszichológiai vizsgálatokban a stabil személyiség jegyek explorációján és a jó kognitív teljesítményen van a hangsúly. A STANAG 4670-ben felsorolt repülési (szimulátor) kiképzés (FTD: flight training devices) a német elképzelésnek megfelelően alapvetően nemzeti tesztbattériát jelent, a monotonia-tűrésen, térlátáson kívül a folyamatok időbeli projekciója/előrevetítése lehet fontos. A megfelelő „repülési” UAV irányítási részfeladatok számítógépes modellezése, a szükséges készségek adaptív lemodellezése és a szimulátoron elvárt teljesítmény validálása 3-5, célzottan kiválasztott műszeres pszichológiai teszt végrehajtásával (többszörös választásos reakcióidők, hibaszázalék mérése mellett) képzelhető el;
- bizonyos alapvető repülési-aeronautikai/navigációs tudás és készség/képesség (a 15. pontban részletezve) halmaz közös szinte valamennyi UAV rendszer műveletében, így a kiképző tanfolyam tervezése és tartalma ezeket a témákat – minimum szintként – magában foglalja. Ugyanakkor az UAV rendszerek diverzitása (beleértve a tervezést, a bevetést és a technológia szerkezeteket is) megnehezíti, hogy egy univerzális standard követelményrendszert írjunk elő a DUO minősítéséhez. Pl. a magasan automatizált rendszerek esetében a kézi vezérlés elhagyható és a DUO operátor vezérlési készsége a billentyűzet kezelésére (adatbevitel vagy „rámutat és kattint”) korlátozódik. (Hasonlóképpen nagyon sok UAV rendszer a GPS navigációra hagyatkozik, és nem képes a rádióforgalmazással történő navigációra és megközelítésre. Ilyen esetekben a kiképzési követelmények a navigáció területén a GPS használatára vonatkoznak.) Így módon a STANAG 4670 Egyezmény „A” Függelékben felsorolt képzési követelmények nem alkalmazhatók valamennyi UAV rendszerre;
- pilóta nélküli repülőeszköz működtetése olyan képességeket igényel, amely közelít a pilóta által irányított repülőeszköz vezetőjével szemben támasztott elvárásokhoz. Azo-

²⁰ SCORE: Systematic COronary Risk Evaluation, a koszorúérbetegség részletes rizikó elemzése (magyarázata e-dok.<http://www.escardio.org/communities/EACPR/toolbox/health-professionals/Pages/SCORE-Risk-harts.aspx>, illetve url: http://www.debkard.hu/upload/file/dkn/2012/ujdonsagok_padosgy.pdf honlapon, 2012. 12. 07.)

kon túlmenően elvárt egyedi képesség pl. a szintetikus / művi megjelenítésekre való hagyatkozás illetve a térbeli tudatosság kiépítése ez alapján. A G gyorsulási erők és más fizikai hatások hiánya (amelyek a teljesítmény indikátorai) szintén egyedi kihívás a DUO számára. A vezérlőrendszerek is széles változatosságot mutatnak, némely rendszer csak manuálisan irányítható, más rendszerek kevert (kézi és automatikus) megoldást alkalmaznak, vagy csak automatizált modulokat. A kontroll / vezérlés típusától függetlenül a DUO operátornak képesnek kell lennie az UAV biztonságos vezetésére, beleértve a vészhelyzetekre adott pontos és hatékony választ. Ezen egyedi képességek különösen kritikusak, ha más (pilóta vezette vagy pilóta nélküli) légieszközökkel kell együttműködni a levegőben;

- a kiképzési költségek is jelentősek, egy DUO számára szükséges repülés (időtartam, magasság, sebesség és hatótávolság) más rendszerek számára elfogadhatatlan lenne. Pl. látótávolságon belül (néhány száz láb magasságig) működtetett UAV operátora számára nem szükséges olyan terjedelmű oktatás, mint az interkontinentális hatótávolságban dolgozó, műholdas adat (parancs, vezérlés) közvetítést alkalmazó operátorok esetében;
- az UAV operátorok kiképzése során a CRM (humán erőforrás menedzsment) technikát is alkalmazni kell. A DUO operátornak képesnek kell lennie a hatékony kommunikációra a repülésbiztonság érdekében;
- az operátor legyen képes arra, hogy megértse és használja a standard eljárási műveleteket és ellenőrzési listákat a bevetés során, meg kell értenie a rendszerek működését a légierő rendszerén belül és hogyan járulnak hozzá a légierő általános célkitűzéseéhez;
- az operátornak képesnek kell lenni arra, hogy koordináltan együttműködjön az ATSP (Légiforgalmi Irányító Szolgálat) szakembereivel, ha szükséges. Átfogóan értenie és ismernie kell a vonatkozó nemzeti és nemzetközi irányító hatóságok repülési szabályzatát és a katonai műveletekkel történő integrációját.

1. Földi kiképzés. A következő témák (nem kimerítő jelleggel) általánosságban tükrözik a földi kiképzés követelményeit, melyek a STANAG 4670 Egyezmény „A” Függelékben vannak részletezve:

- a) légtér jellemzők/tervezés és műveleti követelmények;
- b) ATC légiforgalmi irányítói eljárások és légtér szabályok;
- c) aerodinamika, beleértve a kormánysszervek hatásait;
- d) repülőgép rendszerek;
- e) teljesítmény;
- f) navigáció;
- g) meteorológia;
- h) kommunikációs eljárások (beleértve a kompetens aeronautikai/repülési angol szaknyelvet);
- i) bevetési előkészületek.

2. Repülő kiképzés. A DUO operátornak alapos gyakorlati repülőképzésben kell részt vennie, melynek egy része történhet jóváhagyott repülőképzést segítő szimulációs eszközön (FTD). A repülőképzés képessé teszi a DUO operátort arra, hogy bizonyítsa: képes vezetni a specifikus UAV rendszert a teljesítmény paraméterek és a potenci-

ális műveleti feltételek teljes spektrumában, beleértve a vészhelyzetek és rendszer meghibásodások korrekcióját a bevetés bármely fázisában.

3. **Jártasság fenntartása.** A DUO operátor tartsa fenn jártasságát a nemzeti előírásokkal összhangban. Minden operátor vegyen részt a kijelölt katonai vizsgáztatók előtti rendszeres elméleti és gyakorlati vizsgákon.
4. **Bizonyítvány.** A DUO operátor, ha sikeresen bizonyítja kielégítő tudását és jártasságát a földi és légi műveletekben mind szóbeli, mind írásbeli vizsgáztatás, mind repülési ellenőrzések során, a katonai hatóságtól a standardoknak megfelelő Bizonyítványt kap. Más nemzetek – amelyek UAV műveleteket saját légterükben biztosítanak – kötelesek elfogadni a kiképzési bizonyítványokat és programokat, hasonlóan a jelenlegi (kölcsonös) pilóta engedély elfogadási egyezményekhez.

Az US Army Szárazföldi Hadsereg Repülőorvosi Kutató Laboratóriumának parancsnoka (Ft. Rucker, Alabama) az UAV-ok műveleti felhasználásban a humán szempontokat és hibalehetőségeket elemezte.²¹

Katonai repülőorvosi szempontból a következő UAV képességek a legfontosabbak:

1. Kiterjesztett repülési időtartam (akár 24 óránál hosszabb idő)
2. Függőleges fel-leszállási képesség – tipikusan helikopteres UAV (VTOL)
3. Ember által szállítható („hátizsákként”)
4. Opcionálisan pilóta által is irányítható (OPV)
5. Mikro kiterjesztésű (MAV: egyik dimenziója sem nagyobb 15 cm-nél)
6. Taktika célú (50-1000 font, azaz 25 -500 kg közötti súllyal) az ellenséges frontvonal mögé küldhető a következő célokkal: felderítés, célpont keresés, harci károk felmérése, korlátozott légtér felügyelet, hasznos teher specifikus bevetés. (Ezek műveleti zónája kiterjeszthető akár 75 km-re, ha „átjátszó relé UAV vagy helikopter is a légtérben tartózkodik, pl. az AH-64-es helikopter a Hunter rendszert használja a távoli célmegjelölés és kárbecslés kivitelezésére.)

Ezekre a szárazföldi hadsereg által használt képességekre az UAV operátori kiképzés **földi szakasza** 23 hétig tart:

1. magánpilóta elméleti tanfolyam – 4 hét;
2. felszállási zóna tevékenység – 3 hét;
3. felderítési alapelvek – 3 hét;
4. hasznos teher elméleti tanfolyam - 1 hét;
5. légijármű irányítás elméleti tanfolyam - 3 hét;
6. szimulátor tréning – 3 hét – 26 repülés;
7. repelőtti /hajtómű indítási gyakorlat laboratóriumban - 2 hét;

A **repülési szakasz** 3-4 hétig tart:

1. 5 légijármű irányítás , 1,5 órás repülések;
2. légijármű irányítás, ellenőrző felszállás;

²¹ McGHEE, J.: Unmanned Aerial Vehicles. Human Factors-US Army Perspective. Aerospace Medical Association éves kongresszusa 2010. e-dok: url: <http://www.asma.org>. Letöltve 2010. december 06.

3. 5 hasznos teher célba juttatás, 1,5 órás repülések;
4. hasznos teher célbajuttatás, ellenőrző felszállás;
5. 2 repülés előtti ellenőrzés, felbocsátás és visszatérés kontrollált körülmények között;
6. 2-3,5 órás helyi repülőképzés, légijármű repültetés.
(összesen kb. 23 óra repült idővel.)

Külsős civil pilótajelöltek esetén a teljes kiképzési idő 48-52 hét:

1. földi kiképzés - 1hét;
2. távirányítós földi model irányítás (50 repülési óra);
3. 1/3 arányú model repültetése (45 repülési óra);
4. mérethelyes model repültetése (35 repülési óra, 1 óra/nap);
5. éjszakai repülések (5 repülési óra, 1 óra/nap).
(közel 135 repülési óra, ami kb. megegyezik a hadsereg pilótaképzési időtartamával.)

Az US Army rendszerében az UAV pilóták jelenleg Army Class 3 (nem hajózásszemélyzeti tag) besorolást kapnak, a helyi repülőorvos - aki jobban látja a tényleges követelményeket, mint a központi hatóság Ft. Ruckerben, - dönthet a különleges/egyéni elbírálás lehetőségéről, egyúttal alapellátó, háziorvosa is az állománynak. Kiemelten kell megítélnie az alábbi képességeket:

1. tartós koncentrációs képesség;
2. kéz-szem koordináció;
3. mentális többszörös feladatmegoldás;
4. 2 dimenziós képi információ alapján 3 dimenziós teljes kép megalkotása és eszerinti gondolkodási folyamat képessége.

UAV OPERÁTOR EGÉSZSÉGÜGYI KÖVETELMÉNYEI A POLGÁRI REPÜLÉSBEN

Az Amerikai Polgári Légügyi Hatóság (FAA) aktuális irányelve²² alapján az is összefoglalható, hogy a **polgári repülésben** - a jelenlegi és a jövőben tervezett pilóta nélküli légijárművek (UAV) esetén - milyen repülőorvosi alkalmassági kritériumokat kell alkalmazni a kiválogatás során, milyen technikai lehetőségek vannak a térbeli tájékozóképesség fenntartásának elősegítésére, és tartós bevetés során hogyan lehet az operátor szellemi teljesítményét magas szinten tartani, a kifáradást megelőzni.

A kiválogatás során - az amerikai repülőorvosi osztályba sorolás elvei szerint - a 2. Egészségügyi osztály egészségügyi követelményeinek alkalmazása tűnik a legmegfelelőbbnek, figyelembe véve azt, hogy a hirtelen cselekvőképtelenség kockázata sokkal kisebb, mint valós repülés esetén (nyomásváltozás, oxigénellátás változása, túlterhelések élettani kockázata kiesik, de helyette bizonyosan fellép a térbeli dezorientációs stressz okozta kockázat). A cselekvőképtelenség „végeredménye” megegyezik azzal a helyzettel, amikor az UAV légijárművel megszakad az adatátvitel, az operátor itt sem tud effektív utasítást kiadni. Erre az esetre pedig

²² WILLIAMS, K. W.: *Unmanned Aircraft Pilot Medical Certification Requirements*. Federal Aviation Administration, DOT/FAA/AM-07/3. 2007. 02.; (2012. 02. 07.)

vannak már kidolgozott átmeneti technikai eljárások, amíg az adatáramlás helyreáll, illetve vannak olyan magasan automatizált UAV-ok (pl. Global Hawk), amelyek minden további nélkül tudják folytatni a bevetést.

Bár maga a „pilóta nélküli” kifejezés a humán közreműködés és közrehatás hiányát sugallja, a valóságban a humán operátor/pilóta továbbra is kritikus eleme az UAV műveletek sikerének. A balesetek jelentős részében pedig a humán tényező vezető szerepet tölt be. Az FAA-nek vezető szerepet kell betöltenie annak eldöntésében, hogy ki, milyen feltételekkel „repülhet” UAV-val, milyen kiképzés szükséges. Vizsgálnia kell, hogy az irányítópult kijelzői (interfész kapcsolatok) hogyan hatnak a pilóta teljesítményére, a bevetési profil hogyan befolyásolja aktuálisan a pilóta munkaterhelését, éberségi szintjét, kifáradását, és teljesítményét. Fontos annak elemzése is, hogy a korábbi repülési tapasztalat kell-e az UAV kiképzéshez és tényleges UAV irányításhoz. Újra át kell tekinteni az egészségügyi követelményeket, hogy a valamilyen szempontból egészségileg korlátozott, valós repülésből kizárt jelentkezők vajon egészségileg, pszichológiailag alkalmasak lehetnek-e operátori munkakörben?

Fenti FAA jelentés hivatkozik az egyik legkorábbi elemzésre: ez Fogel és munkatársai által még 1973-ban történt. Három pilóta csoport tevékenységét vizsgálták Strike UAV típuson: Az első csoport haditengerészeti támadó pilótái kiterjedt harci tapasztalattal rendelkeztek, a második csoport rádió távirányítású repülőgépek hobbi pilótái voltak. A harmadik csoportnak sem repülési, sem rádió távirányítási tapasztalata nem volt. A kísérlet tapasztalatai azt mutatták, hogy bár a haditengerészeti pilóták jobb eredményt értek el, de a *nem-pilóta* csoportban is a tapasztalatlan jelölteket előadásokkal, szimulációs gyakorlatokkal, kiképzéssel a kívánt képességszintre lehetett felhozni.²³ Bár az irányítói interfész egyszerűsítve volt (nem volt rudder oldalkormány) a kutatók két különböző vezérlési elvet hasonlítottak össze: az elsónél a botkormány (joystick) direkt módon közvetlenül mozgatta a repülőgép szimulált kormányfelületeit, a második (kifinomultabb) módszernél a joystick csak a beöntés-bólintás mértékét vezérelte (közvetett teljesítmény vezérlés). A kutatók véleménye szerint a második módszer hatékonyabb, a pilóta tapasztalatától függetlenül.

Schreiber és munkatársai (2002) a korábbi pilóta tapasztalatok hatását vizsgálták a Predatoron történő kiképzés során, hét csoportba sorolva a jelentkezőket a korábbi tapasztalat szerint. Fenti FAA jelentésben részletezett tapasztalatuk szerint, akik semmilyen repülési tapasztalattal nem rendelkeztek, szignifikánsan rosszabbul teljesítettek, ugyanakkor, akik bármilyen szintű repülési tapasztalattal már rendelkeztek, közel azonos szinten teljesítettek: a hasonló kezelési elvek kedvező hatással bírtak a kiképzésre a Predator rendszeren is. (A tanulmány csak a joystick és oldalkormány pedál kezelésére vonatkozott, más alapvető repülési képességeket, kommunikációt, légtér kezelést nem vizsgálta, illetve a kiképzés, a szimuláció típusának hatását sem vizsgálta az eredményességre a Predatoron.) Vannak rendszerek – pl. a US Army „Hunter and Shadow” (Vadász és Árnyék) rendszere – amelyek sikeresen és biztonságosan repülhetők olyan operátorokkal, akik repülési tapasztalattal nem rendelkeznek. De a közforgalom számára nyitott légte-

²³ WILLIAMS, K.W., DOT/FAA/AM-07/8, Office of Aerospace Medicine Washington, DC 20591 An Assessment of Pilot Control Interfaces for Unmanned Aircraft E-dok. url: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA46565> (2012. 12. 06.)

rekben történő repültetés itt is kérdéses, repülésbiztonsági szempontból.

Repülőegészségügyi szempontból az alkalmassági követelmények a polgári repülésben sem koherensek: általában a reális pilóta tapasztalat és az ehhez köthető meglévő egészségügyi alkalmasság előnyt jelent, így az operátori követelmény is azonos szintű lehet.

Az FAA 2005 júliusi konferenciája összegezte az egészségügyi követelmény rendszer alapelveit. Eszerint az UAV pilótáknak, megfigyelőknek az amerikai osztályozás szerinti, legalább 3. Egészségügyi osztályos érvényes minősítéssel kell rendelkezniük. (Ez megegyezik a magánpilóta szakszolgálati engedély egészségügyi előírásaival, külön egészségügyi osztály létrehozását nem tartották célszerűnek.) Alternatívaként felmerült a légiforgalmi irányító (ATCO) és a gépjármű jogosítvány, mint vonatkoztatási alap, de elvetették: az ATCO követelmény közelebb áll a kereskedelmi pilóta besoroláshoz, a jogosítvány pedig a sportpilótáknál elfogadott, de más a szükséges felelősségvállalási és a jártassági szint.

Az egészségügyi követelmények meghatározása két módszerrel történhet: az első módszerben a munkaköri követelmények felmérése történik meg először (legyen képes 2 órát állni, 25 kg-t emelni, stb), és ez alapján nyilatkozik az orvos a fizikai és egyéb terhelhetőségről és teljesítmény követelményről. Az egyedi munkakör-elemzés (job analízis) miatt nincsenek általánosítható egészségi követelmények. (A munkáltató újra is tervezheti a munkaköri követelményeket, ha az nem veszélyezteti a munkavállaló vagy mások biztonságát. A szubjektív elemek miatt gyakoriak a pereskedések).

A másik megközelítés (a közlekedésben és a nukleáris iparban gyakran alkalmazott elv), hogy előre megállapított egészségügyi követelményrendszer védi a lakosságot a foglalkozással járó veszélyektől. Itt elsődleges az egészségtromlás és cselekvőképtelenség kockázatának mérlegelése, és másodlagos a munkaköri térkép. Gyakran magukba foglalják a drog és alkoholfogyasztással kapcsolatos tiltó rendelkezéseket illetve az ellenőrző tesztek lehetőségét.

Az UAV pilóták esetében egyértelmű, hogy az utóbbiak miatt van szükség világos egészségügyi követelményrendszer megteremtésére. Ugyanakkor nehéz meghatározni a társadalom számára elfogadható kockázati szintet az UAV működésképtelenség / operátor cselekvőképtelenség okán. Ez nem annyira tudományos vagy mérnök-műszaki küszöb, hanem „politikai küszöb” – mit visel el az adott közösség? A polgári kereskedelmi repülésben ez az ún. **„1 %-os szabály”** – a pilóta éves szinten számított 1 %-os cselekvőképtelensége a közösség számára még elfogadható rizikószint. Így az UAV-okra vonatkozóan is először a politikai döntéshozónak kell megállapítani egy elfogadható kockázatszintet, amihez viszonyítva az egészségügyi minősítő rendszer méri az aktuális kockázatot.

UAV-ok esetében a földi platform maga kiküszöböli a nyomásváltozással – hypoxiával kapcsolatos kockázati elemeket. Az adatátvitel meghibásodására már kidolgozott vészhelyzeti eljárások a pilóta (mint alrendszer) meghibásodása, cselekvőképtelensége esetén is alkalmazhatók. Ehhez járul még a rendszer automatizáltsági foka: magasan automatizált rendszerek minden további nélkül folytatják a bevetést normális üzemmódban, attól függetlenül, hogy a pilóta/operátor jelen van vagy nincs.

Ezek alapján a „magánpilóta” 3. Egészségügyi osztály szerinti minősítése biztonsággal alkal-

mazható, az egyéni (különleges) elbírálás lehetőségének is teret engedve (pl. alsóvégtagi bérülés nem kizáró ok). Ugyanakkor lehetnek olyan alkalmazások, melyek akár 2., sőt 1. Egészségügyi osztály szerinti szigorúbb minősítést igényelnek. Így az UAV osztályok és a pilóta jogosítvány kategóriák szoros összehangolása szükséges. 3. Egészségügyi osztály követelménye elégséges a kereskedelmi-polgári alkalmazások esetén (határőrizet). Kivétel lehet, ahol az UAV vizuális kontrollja elengedhetetlen (a 3. Egészségügyi osztály 20/40-es (Kettesy féle magyar látóélesség táblázat szerint 0,5-s) látóélességet követel meg, ami nem biztos, hogy elégséges, pl. a légi összeütközés elkerülésére).

UAV operátorok egészségügyi követelményrendszere

(FAA Amerikai Polgári Légügyi Hatóság javaslata)

Egészségügyi Osztály	1. eü. osztály légitársasági pilóta	2. eü. osztály kereskedelmi pilóta	3. eü. osztály magánpilóta / UAV		
Távoli látás	20/20 vagy jobb mindkét szemem külön, korrekcióval vagy anélkül		20/40 vagy jobb mindkét szemem külön, korrekcióval vagy anélkül		
Közeli látás	20/40 vagy jobb mindkét szemem külön (Snellen ekvivalens), korrekcióval vagy anélkül, 40 cm-ről				
Közbenső látás	20/40 vagy jobb mindkét szemem külön (Snellen ekvivalens), korrekcióval vagy anélkül, 80 cm-ről 50 év fölött			nem követelmény	
Színlátás	A feladatok végrehajtásához szükséges biztonságos színfelismerés				
Hallás	Csendes szobában normális társalgási beszéd megértése (mindkét fülön 2 méter távolságból, háttal állva), vagy audiometria				
Audiológia	Audiometriás beszéd felismerési teszt legalább 70 %-os eredménye az egyik fülön :				
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz
	Jobbik fül	35 dB	30 dB	30 dB	40 dB
	Roszbabbik fül	35 dB	50 dB	50 dB	60 dB
Fül-orr gége	Nincs olyan fül-orr-gégészeti betegsége, amely várhatóan szédülést, egyensúlyzavart, vagy beszédzavart okoz				
Vérnyomás	Maximum 155/95 Hgmm engedélyezett				
EKG	35 éves korban, majd 40 éves kortól évente		Rutinszerűen nem követelmény		
Mentális teljesítmény	Semmilyen pszichózis (elmebetegség) vagy bipoláris rendellenesség, vagy személyiségzavar nem lehet a kórelőzményben.				
Alkohol és drogfüggőség	A kórelőzményben szereplő alkoholizmus vagy kábítószer- és gyógyszer függőség (beleértve a nyugtatók-altatók, marihuána, kokain, PCP, amfetamin, opiátok, hallucinogén szerek és más pszichoaktív szerek használatát) kizáró ok (FAA Hatósági főorvosa adhat engedélyt kivételes esetben, ha a gyógyulás és teljes absztinencia dokumentáltan legalább két éve tart)				
Kizáró tényezők (csak speciális orvosi bizonyítvány adható ki, különleges elbírálással)	Cukorbetegség (alacsony vércukor epizódokkal), angina pectoris (mellkasi fájdalom tünetegyüttes), koszorúérbetegség , szívizomelhalás, szívbillentyű műtét, elmebetegség-bipoláris betegség (mánia-depresszió), személyiségzavar, drogfüggőség, epilepszia, ismeretlen okú eszméletvesztés vagy központi idegrendszeri zavar.				

ÖSSZEFOGLALÁS

Bár az „ember nélküli repülőeszköz” kifejezés az emberi kölcsönhatás és interakció hiányát sugallja, de a humán operátor még mindig kritikus eleme az UAV műveletek sikerének. Az UAV operátorokkal szemben támasztott követelmények nagymértékben függenek a pilóta nélküli repülőeszköz rendszereinek tervezésétől, a személyzet összetételétől és a bevetés profiljától. A feladatok és a műveletért, valamint a biztonságért viselt általános felelősség az UAV esetében gyakran ugyanakkora, mint a pilóta vezette repülőgép pilótájának feladata. A legtöbb nemzet számára, és mert az UA rendszerek ritkák, az UAV operátorok kulcs személyzetnek számítanak, kiterjedt és drága kiképzést igényelnek. Az UAV-okkal történt baleset ugyanolyan jogi szempontok szerint kerül kivizsgálásra, mint a pilóta vezette repülőgép balesete, különösen ha a bevetés polgári légitérter is érint.

Nyilvánvaló, hogy szükség van egészségügyi standardokra ott, ahol a repülésbiztonság potenciálisan veszélybe kerülhet. Ezen személyzetek számára az egészségügyi standardok nemcsak azon alapszanak, hogy elemzik a speciális feladatoknak történő megfelelést, de számításba kell venni a hirtelen cselekvőképtelenség vagy teljesítményromlás kockázatát is, bármilyen előzetesen fennálló egészségi állapotromlás patológiája (kórbonctani elváltozása) miatt. Műveleti feladataik sokszínűsége miatt előfeltétel a fizikai és mentális alkalmasság e repülőeszközök üzemeltetéséhez. Ezen túlmenően viszont szinte valamennyi UA rendszerrel bizonyos alapvető repülési tudásra, gyakorlatra és képességekre is szükség van. Ennek terjedelmére és tartalmára, minősítési követelményire a tárgyalt két NATO Egységes Védelmi Előírás teremt jogszabályi keretet.

Az UAV operátor jelöltek szükséges mentális és érzékszervi teljesítményének meghatározásában alapvetőek a pszichológiai műszeres vizsgálatok, a computerizált, számítógépes teszt battériák, amelyek folyamatosan újra validáltak, előjelzik a jelölt teljesítménye alapján a beválási esélyt. Ugyanebben az irányban folynak szimulátor használatával longitudinális vizsgálatok, melyek révén a jelölt teljesítménye alapján előre jelezhető az UAV operátori munka minősége. ***Ebben a feladatban a Nemzeti Köszolgálati Egyetem és a MH Honvédkórház szakállománya is részt vállal, TÁMOP pályázat keretében a „A pilóta nélküli légijárművek alkalmazásának humán aspektusból történő vizsgálata” kezdődött meg. (TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001. sz. pályázat, "Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások".)***

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BRUCE, D.L.: Medical Standards for UAV operators, workshop összefoglaló 2007. szept. 7. én. e-dok: url: www.nsa.nato.int, ASB, AMDP Forum honlapján regisztrációval elérhető, nem minősített. (2008. 05. 13.)
- [2] MCGHEE, J.: Unmanned Aerial Vehicles. Human Factors-US Army Perspective. Aerospace Medical Association éves kongresszusa 2010. e-dok url: <http://www.asma.org> (2010. 12. 06.)
- [3] REEB, C., EISL, M., SCHWAB, A.: PC-based flight simulator Experience as a predictor for success in the German Armed Forces Pilot Aptitude Test Battery 2010. május 11. ASMA konferencia előadása, e-dok. url: <http://www.asma.org>. (2010. 12. 06.)
- [4] STANAG 7192 (4. Tanulmány Tervezet): UAV Operátor Egészségügyi Követelményei, www.nsa.nato.int. ASB, AMDP Forum honlapján regisztrációval elérhető, nem minősített. (Letöltve: 2012. dec. 10.)
- [5] STANAG 4670 (1. Kiadás): Kinevezett Pilóta nélküli Légijármű Operátor (DUO) kiképzésével kapcsolatos Útműtató, www.nsa.nato.int ASB, AMDP Forum honlapján regisztrációval elérhető, nem minősített. (2012. 08. 28.)
- [6] WILLIAMS, K.W.: Unmanned Aircraft Pilot Medical Certification Requirements. Federal Aviation Administration, DOT/FAA/AM-07/3. Office of Aerospace Medicine Washington, DC 2007. február. e-dok. url: <http://www.fas.org/irp/program/collect/ua-pilot.pdf> (2012. 02. 07.)
- [7] WILLIAMS, K.W., An Assessment of Pilot Control Interfaces for Unmanned Aircraft. Federal Aviation Administration DOT/FAA/AM-07/8, Office of Aerospace Medicine Washington, DC 20591 e-dok. url: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA46565> (2012. 12. 06.)

Komlósi István¹

A MIG VADÁSZREPÜLŐK FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE²

A MiG vadászpilóták fejlesztése szignifikánsan járult hozzá a szovjet légierő sikereihez és döntő szereppel bírt a hidegháború helyi háborúinak kimenetelében. A MiG–15 a Koreai háborúban aratott légi győzelmei révén a Koreai háború szimbólumává vált, míg a MiG–21 a világ egyik legnagyobb példányszámban gyártott sugárhajtású vadásza. A MiG–25 magassági és sebességi rekordjával sokáig megfelfedezetlen titkot jelentett a NATO szakemberei számára. A MiG-ek a második világháborútól kezdve részt vettek a legjelentősebb légi ütközetekben és méltó ellenfeleinek bizonyultak az amerikai gépeknek. Jelen tanulmány a MiG harci repülőket ötvenéves fejlődéstörténetét hivatott bemutatni, a MiG–1-től a MiG–35-ig, továbbá szó esik legjelentősebb bevetéseikről is.

THE DEVELOPMENT HISTORY OF THE MIG FIGHTERS

The development of the MiG fighters has greatly contributed to the world's aviation history and to the success of the Soviet air force. Since it is one of the most preferred and most frequently used fighters, its role in the outcome of most of the local wars can not be ignored. Beginning from World War II where most of the MiGs had fallen to the German fighters, the MiG–15 in the Korean War had become an air superiority fighter while it also became a symbol of the Korean war. Similarly, the MiG–21 that is recorded as the most widely purchased jet fighter and the altitude and speed record breaker, MiG–25 was an opponent not to underestimate by NATO forces in the local wars during the cold war. This article attempts to give a brief overview over the fifty years' development of MiG fighters and over their combats.

BEVEZETŐ

A MiG vadászpilóták az orosz illetve egykori szovjet és szovjet befolyás alatt álló államok légi erejének alapvető vadászpilótái, köztük 2010-ig Magyarország légierijében is MiG-ek voltak szolgálatban. Emellett szovjetbarát államok, mint Észak-Korea, Kína és Vietnám légierijének is meghatározó vadászgépei. A MiG–15, az első nagy példányszámban gyártott sugárhajtású vadászpilóta a Koreai háborúban komoly kihívást jelentett az amerikai pilóták számára, az amerikai bombázóállományban végzett pusztításuk révén pedig a háborút megfordító veszteségeket okoztak, ahogy a Vietnámi háborúban a MiG–17 és MiG–19, valamint MiG–21 repülőket követelték számos amerikai pilóta életét.

Ezen felül India, Pakisztán, valamint számos arab ország, mint Egyiptom, Szíria, Líbia, Irán és Irak vásárolt MiG vadászpilótákat, melyek aztán az Izraellel való konfrontációkban, mint a Hatnapos háború légi ütközeteiben vettek részt, valamint az Irán-iraki háborúban, az Indo-pakisztáni háborúban, az angolai polgárháborúban, valamint az Öbölháborúban kerültek bevetésre. Egy nemrég írt jelentés szerint a szír kormány is MiG–21 repülőket vetett be a civil lakosság

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, komlosisti@gmail.com

² Lektorálta: Dr. Kavas László egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, kavas.laszlo@uni-nke.hu

körzeteiben a felkelők ellen Aleppo-ban.

Míg az első szovjet vadászrepülők a MiG–1 és MiG–3 vadászgépek jórészt áldozatául estek a német légierő Barbarossa-terv szerinti operációinak, a MiG–15 vadászrepülők fogalommal nevesültek a Koreai háború alatti bevetéseik során, kiváltva az ún. „MiG-Örületet” az amerikai vezetés körében. A folyamatos fejlesztésnek köszönhetően az 1970-es évekre a MiG–21 a világ egyik legnagyobb példányszámában gyártott és legnépszerűbb vadászgépe, a MiG–25 magassági és sebességi rekordjával pedig már komoly kihívást jelent a NATO országok fejlesztőmérnökei számára. A legfejlettebb verzió a MiG–35, mely először 2007-ben mutatkozott be.

Jelen tanulmány a MiG vadászrepülők ötvenéves fejlődéstörténetét hivatott bemutatni [36], a MiG–1-től a MiG–35-ig. Elemzésre kerülnek a fontosabb típusok főbb tulajdonságai, kevésbé koncentrálva a technikai adatokra, mint inkább a fejlesztésük mögött megmutatkozó igényekre és bevetéseikre. A tanulmányban részletesebb tárgyalásra kerül a MiG–15 jelentősége a Koreai háború légicsatáinak tükrében, valamint a MiG–21 bevetései a Közel-Kelet konfliktusainak keretében. Meg kell említeni, hogy a típusokról festett kép jórészt orosz szerzők műveiben fellelhető megítéléseken alapul, ugyanezen repülőgépekről amerikai és más nyugati értékelések kevésbé kedvező véleményt tárnak elénk.

Szó esik továbbá a fejlesztők, Artyom Mikojan és Mihail Gurjevics életéről és mérnöki munkásságáról.

MIKOJAN ÉS GURJEVICS ÉLETE ÉS MUNKÁSSÁGA

Mikojan és Gurjevics révén a második világháborútól kezdve számos MiG példány látott napvilágot, mérnöki munkásságuk jórészt ezen repülőgépek megtervezésére és megépítésére irányult [1]. Az első komolyabb siker a Koreai háború hőse a MiG–15, az első nagy példányszámban gyártott sugárhajtású szovjet vadászrepülő (a prototípus a MiG-9 volt, de kevés példány látott napvilágot). Innentől kezdve a MiG–17, MiG–19 és MiG–21 repülők komoly szerephez jutottak a hidegháború helyi háborúinak légi csatáiban, Vietnámtól egész az Öbölháborúig szinte minden légi konfliktusban megtalálhatóak. A további fejlesztések a MiG–23-tól kezdve már fejlettebb radar-rendszerrel rendelkeznek. A MiG–25 konstrukciójából következően magassági és sebességi rekorddöntő, a világ leggyorsabb vadászgépe, extrém teljesítménye mögött álló konstrukció a NATO számára Viktor Belenko 1976-os dezertálásáig teljes rejtély volt. A további MiG konstrukciók a MiG–29-től a MiG–35-ig már jórészt ugyanazon elv szerint épültek, noha egyre fejlettebb fegyverzetrel és szenzor rendszerrel rendelkeznek.

Artyom Ivanovics Mikojan 1905. augusztus 5-én született Szanahin városában, a mai Örményországban. Mihail Joszifovics Gureviccsel együtt ő tervezte a MiG vadászrepülők többségét. Iskolai tanulmányainak befejezése után gépkezelő munkásként dolgozott Rosztov-ban, később pedig a Dynamo gyárban dolgozott Moszkvában, mielőtt besorozták a hadsereghez. Miután leszerelt a hadseregtől 1937-ig a Zsukov Légi Akadémián folytatta tanulmányait, első repülő terve is ebből az időből származik. Innentől Polikarpovval együtt dolgozott 1939-ig, mikor is Polikarpov kegyvesztett lett Sztálin szemében, és Mikojan Gurjevicscsel együtt megalapította



a Mikojan-Gurjevics tervező irodát, mely ma Moszkvában a Begovoj körzetben található.

Kétszer tüntették ki a Szocialista Munka Hőse érdemrenddel, hatszor nyerte el a Sztálin-díjat, 1962-ben a Lenin-díjat, továbbá a Nagy Honvédő Háború és a Vörös Csillag érdemrenddel is kitüntették, mindemellett hat turnuson keresztül volt a Szovjet Legfelsőbb Tanács küldötte.

Mikojan 1970. december 9-én bekövetkezett halála után a Mikojan-Gurjevics irodát átnevezték Mikojan-ra. A Novogyevicsi-tetemőben áll sírja Moszkvában.

Mihail Joszifovics Gurjevics 1893. január 12-én született Rubanscsina (Kurszki régió) városában egy borász családba, 1910-ben zárta iskolai tanulmányait ezüstéremmel, és a Harkovi Egyetem matematika fakultációján kezdte meg egyetemi tanulmányait. Forradalmista tevékenységei miatt egy év múlva viszont kicsapták az egyetemről, és Montpellier-ben folytatta tanulmányait, mint repülőgép tervező mérnök. 1914-ben egy otthoni látogatása során robbant ki az első világháború. Ez, és az azt követő polgárháború tanulmányainak ismételt megszakítását követelte, így 1925-ben végzett a Harkovi Technikai Intézet repüléstani szakán, majd pedig mérnökként kezdett dolgozni. 1929-ben Moszkvába költözött, hogy repülőgép tervezőként helyezkedhessen el, 1937-ben már Polikarpov irányítása alatt egy fejlesztő csapat vezetője, 1957-től főmérnök a Mikojan-Gurjevics tervező irodában.

Több ízben nyerte el a Sztálin-díjat, 1962-ben a Lenin-díjat, továbbá kitüntették a Szocialista Munka Hőse érdemrenddel. 1976. november 12-én hunyt el.

Mikojan és Gurjevics vezetése alatt egy teljes mérnök generáció nőtt fel, akik a MiG repülők fejlesztéséhez kapcsolódó mérnöki tevékenységeik révén kihatással voltak az 1950-es évektől a legtöbb helyi háború kimenetelére, ugyanakkor egy vadászpilóta generáció nevelkedett a MiG vadászrepülőkön szerte a világon.

Ma a cég számos mérnökséget foglal magába, mint pl. a Kamov helikopter üzem. 2006-ban az orosz kormány egy fedél alá vonta a Mikojan-t az Iljusin, Irkut, Sukhoj, Tupoljev, és Jakovlev mérnökségeivel, megalkotva ezáltal az Egyesült Repülőgépfelvező Tervezőséget [1].

A MIG–1 ÉS MIG–3 A MÁSODIK VILÁGHÁBORÚBAN

A MiG–1 fejlesztése eredetileg Polikarpov irányítása alatt kezdődött el, viszont 1939-es kegyvesztettsége következtében Mikojan és Gurjevics vette át a továbbfejlesztést. A MiG–1 és kicsit később a MiG–3 is alapvetően egy nagy magasságú vadászbombázó követelményeinek kellett megfeleljen, viszont a tesztek során számos hiányosságára derült fény, melyeket sorozatgyártása előtt nem tudtak kijavítani a fejlesztők. Körülbelül száz példány készült belőle, mielőtt elkezdtek volna áttervezését a MiG–3-ra. A MiG–1 egy nehezen kezelhető, számos problémával küszködő konstrukció volt, és nagy részük áldozatul esett a német légierő előrenyomulásának 1941 júniusán [2].



1. ábra A MiG-1

Forrás: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:MiG-1.jpg>

A MiG-3 fejlesztése a MiG-1 tesztelése során felmerülő problémák és hiányosságok kiküszöbölésére irányult [3]. 1940 decemberétől nagy számban gyártották, 1941-ben már 981 példány áll a szovjet légierő szolgálatában. Noha a MiG-3 fejlesztése során sikerült a MiG-1 több hiányosságát orvosolni és viszonylag nagy tűzerővel rendelkezett, egy nehezen kezelhető gép maradt, továbbá nagyobb magasságokban ugyan eleget tett a sebességre vonatkozó elvárásoknak, de mivel a légi csaták alacsonyabb magasságokban zajlottak, elvesztette sebességéből származó előnyét a német Messerschmitt Bf 109-el szemben. Vadászbombázóként való használata szintén nem mutatott fel jelentős sikereket, 1941-ben több MiG-3 állt szolgálatban, mint ahány pilótát kiképeztek rá.

A második világháborús szovjet légiutközetekekről bővebben a [4] és [5] irodalom számol be.



2. ábra A MiG-3

Forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/File:MiG-3_at_Mochishche.jpg

MiG–5, MiG I–250, MiG–8

A MiG–DIS a MiG–5 prototípusa volt, mely sosem került gyártásba. Alapvetően egy nagy hatótávolságú felderítő illetve vadászbombázó gépnek szánták, de két példánynál több nem készült belőle.

A MiG I–250 fejlesztése 1944-ben vette kezdetét, azzal a céllal, hogy versenytársát képezze a második világháború végén megjelenő első sugárhajtású Messerschmitt Me–262-nek. A Mikojan-Gurjevics társaság az addig a Szovjetunióban még tesztfázisban lévő sugárhajtómű helyett egy kevert megoldással állt elő, mely egy sugárhajtóművel összeépített csillagmotor volt. Noha a tesztrepülések ígértesnek látszottak, a modell gyártási problémákkal küszködött és 1948-ban elvaluttá vált.

A MiG–8 egy tesztrepülő volt, ami később kutatási alapként szolgált a MiG–15 fejlesztéséhez a szárnyszerkezetét illetően. A fent említett modelleket a [6] és [7] irodalom bővebben tárgyalja.



3. ábra A MiG–5

Forrás: http://www.testpilot.ru/russia/mikoyan/i/250/img/13_02.jpg

A MiG–9

A MiG–9 volt az első szovjet sugárhajtású repülőgép, melyet rögtön a második világháború után kezdtek el fejleszteni egy a németektől zsákmányolt BMW 003 hajtóművet választva alapul. Első repülésére 1946. április 24-én került sor, összesen 610 darab készült belőle [8].

A MiG–9 a sugárhajtómű számos gyerekbetegségével küszködött, mint pl. a hajtómű gyakori lángkilövellései nagyobb magasságokban a gépágyúk használatakor. Sok különböző hajtóműn alapuló megoldás született ezen probléma kiküszöbölésére, de mivel a hamarosan megjelenő MiG–15 sokkal ígértesebbnek bizonyult minden tekintetben, a MiG–9 gyártását 1948-ban be-
szüntették, pilótáikat pedig átképezték a MiG–15-re.

Bevetésükre 1950-ben került sor, amikor is a Szovjetunió 372 MiG–9 példányt bocsátott a Kínai Néphadsereg rendelkezésére, melyek aztán a kínai városokat védték az 1946-os kínai polgárháborúban [9].



4. ábra A MiG–9

Forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/File:MiG-9_VVS_museum.jpg

A MIG–15 ÉS A KOREAI HÁBORÚ

A MiG–15 az első igazi siker és egyúttal az első sugárhajtású, hátra nyílazott szárnyú vadászgép, mely felülmúlta szinte minden téren egyenes szárnyú vetélytársait Korea egén. Egyúttal fejlesztési alapot biztosított a későbbi MiG–17 és MiG–19 gépekhez, mely az első szovjet szuperszonikus vadászgép volt. A MiG–15 a világ egyik legnagyobb példányszámban gyártott sugárhajtású vadászgépe, bizonyos adatok szerint 12000, más adatok szerint több mint 18000 példány készült belőle [9][10].



5. ábra A MiG–15

Forrás: <http://worldsairforce.webs.com/apps/photos/photo?photoid=58871368>

Mivel a MiG–9 nem rendelkezett megfelelő teljesítménnyel és számos a sugárhajtóműből eredő problémával küszködött, Sztálin küldöttséget menesztett Nagy-Britanniába [11], hogy információt, valamint gyártási engedélyt szerezzenek a Rolls-Royce Nene hajtóműhöz. Később a licenszért a Rolls-Royce 207 millió fontot követelt, sikertelenül.

A második világháború végére szovjet fennhatóság alá került a legtöbb német repülőgépgyártó üzem. A hátrafelé nyilazott szárnyakat is a német Messerschmitt gépeken használták először, a MiG mérnökei alaposan tanulmányozták ezeket a konstrukciókat, továbbá átépítették a Rolls-Royce hajtóművet, melynek eredményeképp 1947 decemberében először repült a MiG–15, mely már akkor 1000 km/h sebesség fölé tudott gyorsulni. Vetélytársat számára csak a rendkívül hasonló konstrukciójú amerikai F–86 Sabre jelentett [12]. Itt kell megemlíteni, hogy valószínűleg mindkét modell német kutatások eredménye, melyek megszerzéséért komoly versenyfutás zajlott a NATO és a Szovjetunió között.

Első bevetésükre a kínai polgárháborúban került sor, amikor Sanghai-t védelmezték a Taiwan-ról érkező légi támadásokkal szemben. Kivételes képességei már akkor megmutatkoztak, de igazi színrelépése 1950-ben a Koreai háborúban következett be [13].

1950. június 25-én Észak-Korea megkezdte támadását Dél-Korea ellen, de csekély légierijét mely jórészt idősebb szovjet légszaváros gépekből állt, melyet alulképzett pilóták vezettek, hamar elsöpörték, miután az Egyesült Államok bevetette légierijét. Ezután hónapokig B–29 bombázók uralták Észak-Korea eget, mialatt a Kreml beleegyezett, hogy nagyszámú MiG–15 modellt, valamint az azt repülni tudó pilótákat bocsát Kína és Észak-Korea rendelkezésére, valamint ezzel egyidejűleg megkezdték pilótáik kiképzését is.

Az első ütközetre 1950. november 1-én került sor, amikor nyolc MiG–15 megtámadott tizenöt P–51 Mustang-ot, később azon a napon sor került a világtörténelem első „jet-vs-jet” párbajára, amikor három MiG–15 támadásba lendült tíz F–80C vadászgép ellen, mely egy amerikai pilóta életét követelte [14].



6. ábra MiG–15-ösök a Koreai háborúban, egy amerikai B–29 támadása közben

Forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/File:MiG-15s_curving_to_attack_B-29s_over_Korea_c1951.jpg

1951. április 12-e az ún. „Fekete csütörtök” [15], amikor három MiG–15 osztag (kb. 30 gép) megtámadott három B-29 rajt (36 nehéz bombázó), melyet körülbelül száz F–80 Shooting Star

és F–84 Thunderjet védelmezett. Az ütközetnek 12 B–29 bombázó esett áldozatául a szovjet oldalon zero veszteséggel. Ez az amerikai vezetésben kiváltotta az ún. „MiG-örületet” és vezetést a légi operációik több hónapra való beszüntetésére kényszerítette és a MiG–15-höz hasonló F–86 Sabre sorozatgyártására kapacitálta.

Az F–86 már felvette a versenyt a MiG–15-el, a Koreai háború légi csatái ezen két típus párviadalaiból állt [16]. Az ún. „MiG-folyosó”, vagy „MiG-sikátor” Észak-Koreának Kínával határos területe, ahol a legtöbb légicsata zajlott a háború során a két gép pilótái között, ezt a területet tartják a „jet-vs-jet” küzdelmek szülőföldjének [17].

A Szovjetunió sokáig tagadta részvételét a Koreai háborúban, a gépek is kínai illetve észak-koreai felségjelzéssel repültek. Mint később a hidegháború végével kiderült, a szovjet pilótáknak titokban kellett tartaniuk ténykedéseiket és nem támadhattak meg amerikai gépeket Kína légterében [18].

A MiG-sikátor légicsatái több ászpilotát neveltek ki mind szovjet, mind amerikai oldalon [19].



7. ábra A MiG-Sikátor néven elhíresült terület

Forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/File:MiG_Alley_Map.JPG

A MIG–17 ÉS A MIG–19

A MiG–17 a MiG–15 továbbfejlesztett változata, melynek konstrukcióját röviddel a MiG–15 bevezetése után kezdték. Konstrukciójából fakadóan könnyen manőverezhető hangsebesség közeli sebességeken, ahol a MiG–15 üzemeltetése már nem volt biztonságos, továbbá már utánégetője is van, mely által a hajtómű megnövekedett tolóerőt volt képes kifejteni.

A MiG–17 komoly fenyegetést jelentett a Vietnámi-háborúban a szuperszonikus amerikai gépek számára, mivel a légicsaták jórészt szubszonikus sebességeken zajlottak, ahol ki tudta használni a jobb manőverező képességéből származó előnyét, míg az előbbieket inkább szuperszonikus sebességeken való manőverezésre voltak tervezve. Noha a legtöbb MiG–17 variáns nem hordozott rakétákat, sok gép esett áldozatul gépágyúknak [20]. Mivel alapvető feladata a bombázók elleni küzdelem volt, a szuperszonikus bombázók bevezetésével a modell elavulttá vált.



8. ábra A MiG-17

Forrás: <http://worldsairforce.webs.com/apps/photos/photo?photoid=36077384>

A MiG–19 már egy második generációs szuperszonikus vadászgép, mely egy iker-sugarhajtóművel és nehéz fegyverzettel rendelkezett. Az első szovjet szuperszonikus vadászbombázó, első repülésére 1952-ben került sor, mely által a világ első szuperszonikus repülője is.

A MiG–19 megtalálható a Vietnámi háborúban [21], a kínai polgárháborúban, továbbá a hatnapos háborúban, valamint több helyi háborúban az afrikai államok között. Noha az egyiptomi légierő legtöbb MiG–19 példánya (több MiG–21-essel együtt) megsemmisült a leszállópályákon a hatnapos háború során, izraeli szakértők komoly fenyegetésként mérték fel a MiG–19-es manőverezhetősége és fegyverzete miatt.



Picture taken by: Bangladesh Air Force

9. ábra A MiG-19

Forrás: <http://www.combataircraft.com/en/Military-Aircraft/Mikoyan-Gurevich/MiG-19-Farmer/>

A MiG–21 a világ egyik legnépszerűbb harci repülőgépe, melynek készült elfogóvadász, frontvadász és vadászbombázó változata is [22]. Négy kontinens mintegy ötven állama felett repült ez a típus, és ötven évvel első repülése után még mindig szolgálatban van. Az első modellek második generációs, a későbbi verziók pedig már harmadik generációs kategóriába tartoznak. Sárkányszerkezetében is úttörő, mivel az első szélesebb körben elterjedt delta szárnyú repülőgép, valamint a Je–166 kísérleti változat rekorddöntő is.

A Vietnámi háborúban több MiG–19-es pilótát átképeztek MiG–21-esekre, mintegy 13 ászpilóta ezeken a gépeken aratta légi győzelmeit [23]. Noha a deltaszárny miatt kevésbé volt fordulékony, mint a MiG–17, teljesítményében és sebességében, valamint tűzerejében messze felülmúlta elődjét.



10. ábra Az egyiptomi légierő egy MiG–21 repülője

Forrás: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:MiG-21PFM-Egypt-1982.jpg>

Az Indo-pakisztáni háborúban a MiG–21 az indiai légierőnek teljes légi fölényt biztosított Pakisztánnal szemben a stratégiailag kritikus pontok felett. Az 1971-es háborúra visszatekintve, a MiG–21 teljes győzelmet aratott a pakisztáni légierő felett és döntő hatással volt a háború kimenetelére [24].

A MiG–21 kivételes képességei miatt több náció, köztük Irak is megkörményezte Indiát, hogy képezze ki pilótáit MiG–21-esekre. Az 1970-es évek elejére az India több mint 120 iraki pilótát képzett ki [25]. Ennek hatására a MiG–21 a legtöbb közel-keleti konfliktusban bevetésre került, úgymint az Irán-iraki háborúban, a líbiai polgárháborúban, valamint az Egyiptom, Szíria, Izrael közötti konfliktusokban [26].

A jelenleg is folyó szíriai polgárháborúban több forrás szerint többek között MiG–21-esek is bevetésre kerülnek a kormány részéről felderítő és bombázó akciókban [27].

A MiG–21 repülőgép rendszerbe állításának, üzemeltetésének, és első repülésének fontosabb

lépéseit Szabolcsi mutatta be [37].



Photo taken by: Munnaf H. Joarder

11. ábra A MiG-21 egy légbemutatón

Forrás: http://www.combataircraft.com/aircraft/fmig21_p_09_1.jpg

A MIG-23 ÉS A MIG-25

A MiG-23 egy változtatható szárnygeometriájú harmadik generációs vadász, a MiG-21-hez hasonlóan ennek is létezik frontvadász és vadászbombázó változata is. A korábbi koncepciókkal szemben a nagyhatótávolságú radar teljesen elfoglalja az orrküpot. Mintegy 5000 példány készült belőle [28].

A MiG-25 magassági és sebességi csúcsával a világ leggyorsabb vadászgépe, csúcsebessége Mach 3,2, magassági rekordja 37 650 méter, mely rekordok a Je-266 típushoz fűződnek. Emellett nagyteljesítményű radar rendszerrel és levegő-levegő rakétákkal van felszerelve [29].

Az első felderítő fényképeken a hatalmas sárkányszerkezet egy jól manőverezhető és hatékony gépre utalt. Ebben az időben az amerikai konstruktőrök is egy légi csatákban hatékony szerkezeten dolgoztak, így a MiG-25 megjelenése komoly aggodalmat keltett, mely aztán a McDonnell Douglas F-15 Eagle megszületéséhez vezetett. A MiG-25 képességeire igazán akkor derült fény, amikor Viktor Belenko Japánon keresztül dezertált egy MiG-25-össel az Egyesült Államokba [30].

Bevetésre került az Irán-iraki háborúban, és az Öbölháborúban. Teljesítményének igazi mutatója, hogy az Öbölháború egy incidense során két MiG-25 harcba bocsátkozott két F-15-össel. Ugyan a MiG-ek rakétáit az F-15-ösöknek sikerült elkerülniük, a MiG-ek legyorsulták az amerikai gépeket. A MiG-ek üldözéséhez ezután két másik F-15 is csatlakozott, és összesen vagy tíz levegő-levegő rakétát lőttek ki rájuk, de egy rakéta sem érte utol a MiG-eket [31][32].

A MiG-25 a hidegháború egy szimbólumává vált.



12. ábra A MiG-25

Forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Russian_Air_Force_MiG-25.jpg

MIG-27, MIG-29, MIG-31, MIG-33, MIG-35

A MiG-27 egy szintén változtatható szárnygeometriájú gép, a MiG-23 továbbfejlesztett, levegő-föld támadásokra optimalizált változata [28]. A MiG-23-al ellentétben kisebb népszerűségnek örvendett és a Szovjetunió kívül nemigen volt használatban.

A MiG-29 egy negyedik generációs sugárhajtású frontvadász, melyet alapvetően légi harcokra fejlesztettek ki, az orosz légierőben mind a mai napig aktívan jelen van. Alapvetően az F-15 és F-16 vadászgépek ellen szánták [33].

A MiG-31 a MiG-25 továbbfejlesztett változata, melynek fejlesztését alapvetően Viktor Belenko 1976-os dezertálása indította el [34].



13. ábra A MiG-31

Forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Russian_Air_Force_MiG-31_inflight_Pichugin.jpg

A MiG–33 szintén az amerikai F–16-os vadászgépek ellen szánták alapvetően, de 1986-ban beszüntették gyártását.

A MiG–35 a MiG család legfejlettebb tagja, negyedik generációs sugárhajtású vadász, a MiG–29 továbbfejlesztésének tekinthető, sokáig MiG–29 M2-nek jegyezték a leírásokban. Jelenleg is gyártásban van 2007-től kezdve. Fejlett lokátor rendszerének és fegyver rendszerének köszönhetően multifunkciós feladatokban bevethető [35].



14. ábra A MiG–35

Forrás: <http://toad-design.com/migalley/index.php/jet-aircraft/mig35/>

ÖSSZEGZÉS

Összegzésként elmondhatjuk, hogy Mikojan és Gurjevics munkássága jelentősen hozzájárult az elmúlt ötven év légicsatáinak alakulásához, döntő fontosságúnak bizonyult a Koreai háborúban és a Vietnámi háborúban is. Az általuk fejlesztett MiG vadászrepülők méltó vetélytársai voltak a kor NATO vadászgépeinek, és a világ több mint húsz országának légigerejében vannak jelen mind a mai napig.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] GORDON, Yefim and Dmitry KOMISSAROV: OKB Mikoyan: A History of the Design Bureau and its Aircraft. Hinckley, England: Midland Publishing, 2009, ISBN 978-1-85780-307-5.
- [2] BERGSTRÖM, CHRISTER: Barbarossa - The Air Battle: July–December 1941. London: Chervron/Ian Allen, 2007. ISBN 978-1-85780-270-2.
- [3] GORDON, Yefim: Soviet Airpower in World War 2. Hinckley, England: Midland Publishing, 2008. ISBN 978-1-85780-304-4.



-
- [4] STAPPER, HANS-HEIRI: Early MiG Fighters in Action (Aircraft number 204). Carrollton, TX: Squadron/Signal Publications, 2006. ISBN 0-89747-507-0.
 - [5] GORDON, Yefim and KHAZANOV, Dmitri: Soviet Combat Aircraft of the Second World War, Volume One: Single-Engined Fighters. Earl Shilton, Leicester, UK: Midland Publishing, 1998. ISBN 1-85780-083-4.
 - [6] BELYAKOV, R. A.; MARMAIN, J.: MiG: Fifty Years of Aircraft Design. Shewsbury, UK: Airline (1994). ISBN 1-85310-488-4.
 - [7] GUNSTON, Bill: The Osprey Encyclopaedia of Russian Aircraft 1875–1995. London, Osprey, 1995 ISBN 1-85532-405-9
 - [8] GORDON, Yefim: Early Soviet Jet Fighters: The 1940s and Early 1950s. Red Star. 4. Hinckley, England: Midland Publishing (2002). ISBN 1-85780-139-3.
 - [9] ZHANG, Xiaoming: Red Wings Over the Yalu: China, the Soviet Union, and the Air War in Korea. Texas A & M University Military History. 80. College Station, Texas: Texas A & M University Press (2002). ISBN 1-58544-201-1.
 - [10] GORDON, Yefim and Vladimir RIGMANT: Warbird History: MiG-15 – Design, Development, and Korean War Combat History. St. Paul, Minnesota: Motorbooks, 1993. ISBN 978-0-87938-793-8.
 - [11] GORDON, Yefim: Mikoyan-Gurevich MiG-15. Leicester, UK: Midland Publishing, 2001. ISBN 1-85780-105-9.
 - [12] WERRELL, Kenneth. Sabres Over MiG Alley: The F-86 and the Battle for Air Superiority in Korea. Annapolis, Maryland: U.S. Naval Institute Press, 2005. ISBN 978-1-59114-933-0.
 - [13] MESKO, Jim: Air War over Korea. Carrollton, Texas: Squadron/Signal Publications Inc., 2000. ISBN 0-89747-415-5.
 - [14] KRYLOV, Leonid and Yuriy TEPsurKAEV: Soviet MiG-15 Aces of the Korean War. Botley, Oxford, UK: Osprey Publications, 2008. ISBN 1-84603-299-7.
 - [15] STAPPER, HANS-HEIRI: MiG-15 in action (Aircraft number 116). Carrollton, Texas: Squadron/Signal Publications Inc., 1991. ISBN 0-89747-264-0.
 - [16] WILSON, Stewart: Legends of the Air 1: F-86 Sabre, MiG-15 and Hawker Hunter. London: Aerospace Publications Pty Ltd., 2003. ISBN 1-875671-12-9.
 - [17] DAVIS, Larry: MiG Alley Air to Air Combat over Korea. Warren, Michigan: Squadron/Signal Publications Inc., 1978. ISBN 0-89747-081-8.
 - [18] ZALOGA, Steven J.: The Russians in MiG Alley: The nationality of the "honcho" pilots is no longer a mystery. The Soviets now admit their part in the Korean War. Air Force Magazine, volume 74, issue 2, February 1991
 - [19] THOMPSON Warren, DORR Robert, LAKE Jon: Korean War Aces. Botley, Oxford, UK: Osprey Publications, 1995. ISBN 1-85532-501-2.
 - [20] TOPERCZER, Istvan: MiG-17 and MiG-19 Units of the Vietnam War (Osprey Combat Aircraft: 25). Oxford, UK: Osprey Publishing, 2001. ISBN 1-84176-162-1.
 - [21] MICHEL III, Marshall L. CLASHES: Air Combat Over North Vietnam 1965-1972. Annapolis, Maryland, USA: Naval Institute Press, 2007, First edition 1997. ISBN 1-59114-519-8.
 - [22] GORDON, Yefim: MiG-21 (Russian Fighters). Earl Shilton, Leicester, UK: Midland Publishing Ltd., 2008. ISBN 978-1-85780-257-3.
 - [23] BONIFACE, Roger: Fighter Pilots of North Vietnam: An Account of their Combats 1965 to 1975. Gamlingay, Sandy, UK: Authors On Line, 2005. ISBN 978-0-7552-0203-4.
 - [24] TILL, Geoffrey: Globalisation and Defence in the Asia-Pacific. London: Taylor & Francis, 2008. ISBN 978-0-415-44048-6.
 - [25] COOPER, Tom.: Arab MiG-19 and MiG-21 Units in Combat. Oxford, UK: Osprey Publishing, 2004. ISBN 978-1-84176-655-3.
 - [26] "Syrian MiG 'shot down' - 8,000 regime forces killed". Arab Times. 30 August 2012.
 - [27] CENCIOTTI, David.: L-39 Albatros jet trainer spotted over Aleppo, Syria. The Aviationist, 25 July 2012. Retrieved: 13 September 2012
 - [28] GORDON Yefim and Keith DEXTER: MIG-23/27 Flogger: Soviet Swing-Wing Fighter/Strike Aircraft. London: Aeropofax, 2006. ISBN 978-1-85780-211-5.



-
- [29] GORDON, Yefim. Mikoyan MiG-25 Foxbat: Guardian of the Soviet Borders (Red Star Vol. 34). Hinckley, UK: Midland Publishing Ltd., 2008. ISBN 978-1-85780-259-7.
 - [30] BARRON, John: MiG Pilot: The Final Escape of Lt. Belenko. New York: McGraw-Hill, 1980. ISBN 0-380-53868-7.
 - [31] ALONI, Shlomo: Israeli F-15 Eagle Units in Combat. Oxford: Osprey Publishing, 2006. ISBN 978-1-84603-047-5.
 - [32] ATKINSON, Rick: Crusade: The Untold History of the Persian Gulf War. New York: Houghton Mifflin Company, 1993. ISBN 978-0-395-71083-8.
 - [33] GORDON, Yefim and Peter Davison: Mikoyan Gurevich MiG-29 Fulcrum. North Branch, Minnesota: Specialty Press, 2005. ISBN 978-1-58007-085-0.
 - [34] GORDON, Yefim: MiG-25 'Foxbat,' MiG-31 'Foxhound:' Russia's Defensive Front Line. Hinckley, UK: Midland Publishing, 1997. ISBN 1-85780-064-8.
 - [35] "Russia to Unveil Latest MiG-35 at Bangalore During Aero India 2007." India Defence, 2 February 2007
 - [36] BELYAKOV, R.A. and J. Marmain: MiG: Fifty Years of Secret Aircraft Design. Annapolis, Maryland: US Naval Institute Press, 1993. ISBN 978-1-55750-566-8.
 - [37] BELYAKOV, R.A. and J. Marmain: MiG: Fifty Years of Secret Aircraft Design. Annapolis, Maryland: US Naval Institute Press, 1993. ISBN 978-1-55750-566-8.
 - [38] SZABOLCSI, R.: Modern Automatikus repülésszabályozó rendszerek, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Katonai Robotika Tanszék, egyetemi tankönyv, ISBN 978-963-7060-32-8, Budapest, 2011.

Dr. Kavas László¹

A HELIKOPTER TÍPUSVÁLTÁSSAL KAPCSOLATOS GONDOLATOK ÉS A KIVÁLASZTÁST MEGALAPOZÓ ELVÁRÁSOK²

A haditechnikai eszközök beszerzése, rendszerbe állítása sajátos szempontok alapján történik. A beszerzés nem egyszerűen csak egy „vásárlás”. A kiválasztás viszonylag hosszú időtartamra, akár 30 éves tervezett üzemeltetési intervallumra is vonatkozhat. Egy ilyen hosszú időszakban a harcászati, műszaki alapkövetelmények szinte bizonyosan megváltoznak, a technológiai elavulás akár többször is jelentkezhet. E körülmények a lehető legjobban megfontolt, a legalaposabban végigvitt helikopter beszerzést követelik meg az illetékesektől. A döntéshozók szakmailag megalapozott döntését egy előkészítési folyamat alapozza meg. E folyamat csak akkor lehet eredményes, ha a kezdeti lépésektől, a harcászati-műszaki követelmények helyes megállapításától, az értékelési szempontok kidolgozásáig és a mérendő paraméterek helyes kiválasztásáig megfelelő döntés előkészítő tevékenység zajlik le. A cikk e döntéshozó folyamatot megalapozó kiinduló gondolatokat vázolja fel.

THOUGHTS RELATED TO THE HELICOPTER TYP CONVERSION AND REQUIREMENTS TO SUPPORT THE SELECTION PROCESS

Procurement and introduction of military equipment has special requirements. It is not a simple purchase or especially not “buying” something. Planned operation of the actual equipment can last for a long period, many times up to 30 years. For such a long time the technical and tactical requirements almost surely change and the technological obsolescence can happen several times. These conditions require carefully weighed and thoroughly organised helicopter procurement process from the decision makers. Professional decision of the assigned experts must be based on a careful preliminary process. This process can be successful if from the initial step, namely from the proper statement of tactical-technical requirements to the completion of evaluation aspects and proper selection of measuring parameters, the preparation of the decision making is correct. This paper sketches some initial ideas, which can support this decision theory process.

AZ ÉRTÉKELŐ ÖSSZHASZNOLÍTÁSOK ELMÉLETI HÁTTERE

A haditechnikai eszközök – mint a műszaki eszközök egyfajta speciális kategóriája – rendelkeznek néhány sajátos, a kiválasztásban el nem hanyagolható szemponttal. Mint azt a cikk elején említettem, az eszközök több évtizedig is eltartó használata, a közben bekövetkező doktrinális változások, és a funkciók változásának a bizonytalan ismerete előtérbe helyezi a többfunkciós haditechnikai eszközök rendszerbe állításának célszerűségét. A számunkra kedvező haditechnikai eszköz, jelen esetben helikopter kiválasztása nem egyszerű és nem is rövid előkészítési munkát kíván meg.

A vázolt probléma megoldása egy meglehetősen összetett, úgynevezett többszempontú döntés. A feladat megoldásához az alábbi lépések vezetnek:

I. A döntés feladat előkészítése:

¹ Dr. Kavas László okl. mk. alezredes, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, kavas.laszlo@uni-nke.hu

² Lektorálta: Dr. Békési Bertold okl. mk. alezredes, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, bekesi.bertold@uni-nke.hu

- cél megfogalmazás;
- alternatívák kiválasztása;
- szempontrendszer kialakítása.

II. A döntési feladat megoldása:

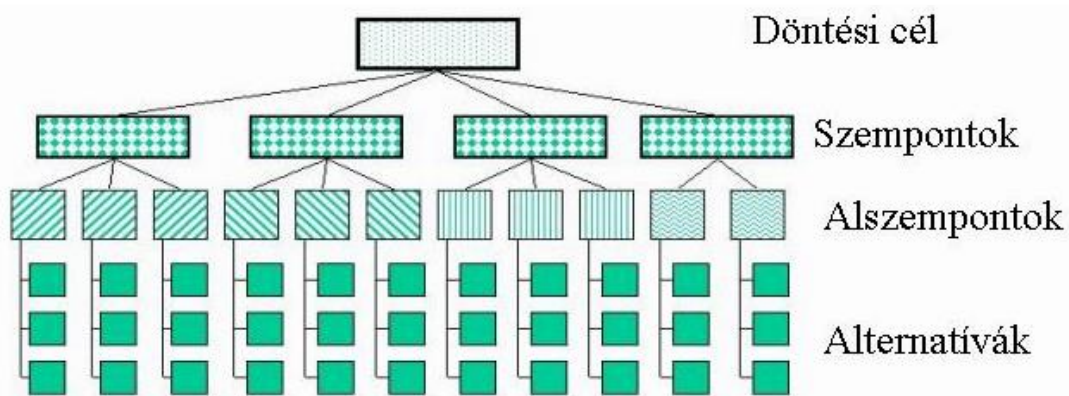
- az alternatívák kiértékelése szempontonként;
- a szempontokhoz súlysúlyszámok meghatározása;
- összegzés, értékelés.

A többszempontú döntési eljárás kiválasztására általános, egyértelmű szabály nem található a szakirodalomban (ez is döntési feladat), a konkrét probléma ismeretében lehetséges a legmegfelelőbb módszer meghatározása. Haditechnikai eszközök összevetésére a vonatkozó szakirodalom az eddigi próbák alapján mintegy 8 numerikus módszert említ, közülük - saját tapasztalatomra alapozva - két eljárás emelhető ki:

- KESSELRING eljárás;
- AHP (Analytic Hierarchy Process) eljárás.

Az első módszer viszonylag egyszerű. Az eljárás az alternatívákat egy ötfokozatú verbális skálán helyezi el minden egyes szempont szerint, ahol a legkedvezőbb fokozat egy ideális berendezés adott szempont szerinti ideális képességét jellemzi. Az ötfokozatú skálán való mérés eredménye alapján p_{ij} értékekkel pontoz (az i -edik alternatíva j -edik szempont szerinti pontértéke és $p_{ij} \in \{0,1,2,3,4\}$). Minden szempontokhoz fontosságukat jellemző súlysúlyszámot rendel (ω_j), ahol $2 \leq \omega_1 \leq 10$. Ez az eljárás már alkalmas preferencia sorrend felállítására és a legjobb alternatíva kiválasztására. Figyelembe vehető az egyes szempontok fontossága is. Hátránya, hogy az alkalmazásához intervallum, illetve arányskálán mért szempontokra van szükség.

Az AHP módszer szerint a döntési probléma az áttekinthetőség érdekében egy többszintű fastruktúráként ábrázolható. A legfelső szinten a döntési cél, az alatta lévő szinteken a szempontok, az alszempontok stb; a legalsó szinten pedig az alternatívák helyezkednek el. A legalacsonyabb szinten lévő szempontokat levélszempontoknak nevezzük. A döntési modell szerkezeti felépítését az 1. ábra mutatja.



1. ábra Az AHP döntési modell felépítése

Az optimális döntés – mint döntési cél – elérése érdekében a szempontok csoportjába a következő elemek sorolhatók:

- *katonai szempontok*, vagy másképpen a harcászati jellemzők csoportja, amelyek a harcászati - technikai jellemzőkkel mérhetők;
- *műszaki szempontok*: amelyek főleg a légi üzemeltetési és a földi műszaki üzemeltetési oldalt tükrözik;
- *pénzügyi és gazdasági szempontok*: amelyek legfőképpen a rendszerbe állítás, rendszerben tartás költségeit reprezentálják.

Más megközelítésben, az elméletileg lehetséges módszerek helyett a közbeszerzésekre vonatkozó állami előírások érvényesülnek. Ezen megkötő, korlátozó előírás rendszer gyakran két módszerre redukálja a figyelembe vehető értékelési módokat:

- a legalacsonyabb összegű beszerzés;
- összességében a leoptimálisabb kiválasztása.

Az első eset minden kétséget kizáróan a legolcsóbb ajánlat meghatározását célozza. Az értékelési eljárás egyszerű, jól áttekinthető és számokban értelmezve egyértelmű. A legfőbb hátrány a korszerűség, a műszaki minőség szemléletének elhanyagolásából adódik, hiszen a „legolcsóbb” műszaki termék sohasem lesz csúcsmínőség.

Az optimális megoldás megkeresése ezzel szemben pontosan a fent említett negatívum kiküszöbölésére szolgál. Cserében az előnyökért, egy meglehetősen bonyolult, gyakran nehezen áttekinthető értékelési rendszert kell kezelni.

A KORSZERŰ KATONAI HELIKOPTEREK FŐ JELLEGZETESSÉGEI

Alapkövetelményként kell szem előtt tartani, hogy az átfegyverzés eredményeként a légierő helikopter ereje képes legyen mind légvédelmi feladatok ellátására, mind a szárazföldi csapatok támogatására. A feladatok maradéktalan megoldására, lényegében a következő elemekből álló követelményrendszernek kell megfelelniük a beszerzendő/rendszerbe állítandó harci és szállító helikoptereknek:

- műveleti alkalmazásra való képesség;
- interoperabilitás;
- rugalmasság;
- gyors alkalmazhatóság, a kijelölt területre való kijutásban is;
- mozgékonyság;
- hatékonyság;
- vezetési és kommunikációs rendszerünkhöz illeszkedés;
- megfelelő önvédelmi és túlélő képesség.
- gazdaságos rendszerben tarthatóság.

Mindezek azt jelentik, hogy amikor a végleges harcászati-műszaki követelményrendszer megszületik (a szakmai – politikai – gazdasági egyeztetési folyamatok lezárásaként), az abban megfogalmazott – és vélhetően a fent felvázoltakkal nagymértékben egybe vágó – követelményeknek való megfelelést kell mérni az egyes pályázó típusoknál.

A KATONAI CÉLÚ HELIKOPTEREKRŐL ÁLTALÁNOSÁGBAN

Orosz Zoltán altábornagy úrnak, a 2008-as Repüléstudományi konferencián elhangzott szavaival: *”Mindenki előtt ismert az a nagyfokú manőverező képesség és sokoldalú alkalmazási lehetőség, amely tulajdonságok miatt a helikopter, mint repülő szerkezet széles körűen alkalmazható katonai műveletekben. Napjaink igénye, - mely prognosztizált volt évekkel ezelőtt -, egyre inkább kikényszeríti, hogy a helikopteres képesség jelen legyen a hadműveleti területeken, mert csak így biztosítható a siker. Egyre inkább igaz ez az aszimmetrikus hadviselés korában, amikor a váratlanul és nem prognosztizálható kihívásokra csak az azonnali és rugalmas reagálás adja meg a siker esélyét.”*

A NATO elvek szerint a helikopter erőkre a következő főbb feladatcsoportok hárulhatnak [3][4][5]:

- **Légi mozgékony hadműveletek**
 - melyek során a szárazföldi erők számára megnövelt mozgékonytságot biztosítanak helikopterek alkalmazásával, a harcoló erők helikopterrel manővereznek a meglepetés-szerű és hatékony harcbevétel érdekében.
- **Csapatok és anyagok, harci-technikai eszközök szállítása**
 - a helikopterek alkalmazásának legszélesebb köre, melybe beletartozik a legösszetettebb légi mozgékonytságu műveletektől kezdve az egyszeri szállítási feladatokig minden szállítási tevékenység.
- **Speciális erők érdekében végzett műveletek**
 - a műveletek közös jellemzője, hogy a speciális erők helikopterek alkalmazásával jutnak a harc feladat végrehajtási körzetébe. Ezen feladatcsoporton belül jól elhatárolható tevékenységek szerepelnek, mint például:
 - közvetlen légi támogatás – Close Air Support (CAS);
 - felderítés és a harcmező megfigyelés;
 - tűzvezetés;
 - vezetés és irányítás légi vezetési pontról;
 - légi aknatelepítés;
 - elektronikai harc;
 - kutatás és mentés;
 - logisztikai támogatás;
 - sebesültek evakuálása;
 - humanitárius segélyakciók.

A fenti feladatok egy része szállító helikopterekkel hajtható végre, más esetben kifejezetten harci helikopterek alkalmazása kívánatos [3].

A harci helikopter kiemelkedő manőverezési képességgel rendelkezik, viszonylag hosszú időt képes a levegőben tartózkodni, mely biztosítja a több órás őrzőjáratok lehetőségét, a légtér ellenőrzési feladat ellátását, sokoldalúan alkalmazható különböző földi és légi célok ellen. Példaként (és talán etalonként) is említhető, hogy a Mi-24-es harci helikopter olyan nagymértékben variálható fegyverzetrel rendelkezik, mely a megfelelő elrettentést, és ha szükséges pusztítást képes megvalósítani. Fontos a helikopter túlélő képessége, melyet a szükséges páncél védelem jelenthet, de ebbe a tulajdonságba tartozik a sárkányszerkezet megfelelő, ütközés elnyelő konstrukciós kialakítása is.

A HELIKOPTEREK ÖSSZEVETÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

A katonai légijárművek jelenleg korszerűnek tekinthető típusai egységesnek mondható követelmények alapján készültek világszerte, amely elvárások az előző időszakokban lezajlott fegyveres konfliktusokból leszűrt tapasztalatokon alapulnak.

Amennyiben több, azonos fejlettségi szinten elhelyezkedő katonai helikoptert próbálunk összevetni, azt tapasztaljuk, hogy például a hajtóművekre vonatkozó teljesítmény paraméterek egyértelműen megállapíthatóak, de a sárkányszerkezet jósága, korszerűsége, vagy például a helikoptervezető fülke ergonómiája közvetve minősíthető. Az értékelési procedúra egyik sarkalatos kérdése a megfelelő megítélést lehetővé tevő, valóban mérhető szempontok kiválasztása, és az értékelési skálák helyes hozzárendelése.

A többszempontú döntésemélet módszertanának ismeretében ésszerűnek tűnik a helikopter beszerzés esetére is, a korábban, a harcászati repülőgépekre kidolgozott leegyszerűsített AHP modellt felállítani:

Főszempont	Súlyozó érték	Alszezpont	Súlyozó érték	Mérhető jellemzők és értékek
Harcászati jellemzők		Légi mozgékony hadműveletekre való alkalmasság		
		Szállítási képesség		
		Speciális műveletekre való alkalmasság		
Repülőműszaki- technikai jellemzők		Műszaki – technikai adatok		
		Fegyverzet		
		Navigáció		
		Kommunikáció		
		Túlélő képesség		
Üzemeltethetőségi mutatók		Meghibásodások közötti repült idő		
		Élőkészítési normaidő		
		Automatizáltság szintje		
		Repülőgép vezetői ergonómia		
Pénzügyi jellemzők		1 helikopter beszerzési ára		
		1 repült óra költsége		
		Repülőtéri infrastruktúra költsége		

1. táblázat Egy lehetséges értékelési szempontrendszer

A súlyozási értékek meghatározás, egy későbbi folyamat eredménye. Tapasztalat a repülőgép beszerzés teréről, hogy a politikai, gazdasági, repülő hajózó és repülő műszaki szakemberek véleménye jelentősen eltérő volt, mind a repülőgépek megítélésében, mind a főszempontok súlysúlyának meghatározásában. A döntéselőkészítő csoport feladata a konszenzus kialakítása, a megfelelő matematikai eljárásokkal alkalmazása, illetve az értékelési szintek súlyának mérlegelése.

A táblázat utolsó oszlopába kerülnek a „levélszempontok” azaz a valóban számszerűen, vagy verbálisan mérhető helikopter paraméterek. Az adatokkal való feltöltés igényli az egyes típusok kiemelt adatainak számszerűsítését, egységes rendszerben történő összehasonlítását. A feladat elvégzéséhez elsődlegesen a gyártó által kibocsátott műszaki leírások, gyakorlati aerodinamikai jellemzők és előre meghatározott tesztelési célú repülési feladatokból nyerhetünk információkat. Egyes paraméterek egyértelműen rendelkezésre állnak (pl. hajtómű teljesítmény, geometriai adatok, megengedett túlterhelések határértékei, stb.), más jellemzők viszont közvetett módon származtathatóak (stealth jellemzők, fordulékonyság, gyorsulóképesség stb.).

A helikopterek összehasonlításának igénye már korábban is megjelent a Magyar Honvédségben. A fegyverzet korszerűsítés elindítása idejéből Prof. Óvári Gyula ez irányú kutatásai emelendők ki, és az általa

összeállított elemző-összehasonlító táblázat az akkor érdemben figyelembe vehető típusok adatait tartalmazta. Az itt látható táblázat annak egy, a mai viszonyokra átalakított változata, tekintve, hogy a konkrét pályázó típusok nem ismeretesek, ezek a tender kiírása után válnak ismertté.

Nº	Vizsgált jellemző	Mi-24D	Mi-8	Mi-17	Pályázó 1	Pályázó 2	Pályázó 3
1.	Szériagyártás kezdete (év)	1965					
2.	Max. (min.) túlterhelés $n_{v,max}$	1,7–0,5					
3.	Max. rep. sebesség (km/h)	320					
4.	Max. emelkedő képesség $H=0$ (m/s)	14					
5.	Hajtóművek száma (db)	2					
6.	Ütközésbiztos futómű, energiae-nyelő törzs és vezetőülés	–					
7.	Komplex páncélvédelem	+					
8.	Komplex stealth jellemzők	–					
9.	Személyzet (fő)	2					
10.	Üres tömeg m_0 (kg)	8400					
11.	Max. felszálló tömeg $m_{max\ felsz}$ (kg)	11500					
12.	Max. fegyverterhelés m_{fe} (kg)	2700					
13.	Fajlagos fegyverérték $(-)^*$	0,23					
14.	Harci hatósugár R_H (km)	250					
15.	Harci hatékonyság SWR^{**}	59					

2. táblázat Gyűjtő táblázat műszaki adatok összevetéséhez

ahol:

* Fajlagos fegyverérték : $m_{fe}/m_{max\ felszálló}$

** $SWR = m_{fe}/R_H$

Az ilyen vizsgálati rendszer végső célja a légijárművek egymással való összevetése műszaki képességeik alapján.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KAVAS L.: Harcászati repülőgép kiválasztásának módszere gazdasági-hatékonysági mutatók alapján, kis létszámú haderő légierejének korszerűsítésére, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, PhD értekezés, Budapest, 2009.
- [2] GYARMATI, J., KENDE, Gy., RÓZSÁS, T., TURCSÁNYI, K., Haditechnikai eszközök összehasonlításának korszerű módszerei és ezek alkalmazása, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Tanulmány, Budapest, 2002.
- [3] OROSZ, Z. Repülő és helikopter erők alkalmazásának időszerű kérdései, Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2008.
- [4] KOLLER J. Az összhaderőnemi műveletek érdekében végrehajtott hazai és külföldi törekvések a helikopterek többcélú alkalmazásában, Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2008.
- [5] OROSZ, Z.: A Magyar Honvédség szállítórepülő- és helikopter alegységek alkalmazási lehetőségei a NATO szövetségi rendszerében, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, PhD értekezés, Budapest 2011.

Komlósi István¹

MULTI-ROTOROS LÉGI JÁRMŰVEK ALKALMAZÁSA KATONAI ÉS NEM KATONAI FELADATOKBAN²

A katonai és civil szektorokban mind nagyobb és nagyobb igény mutatkozik robotokkal történő alkalmazásokra. A multi-rotoros légi járművek ezen robotok olyan csoportját alkotják, melyek kis méretükből és súlyukból adódó hordozhatóságuk, valamint extrém mobilitásuk révén univerzálisan használhatók megfigyelési feladatokban a katasztrófavédelem, nemzetbiztonság, környezetvédelem területeken, valamint számos egyéb lehetőség kínálkozik számukra tudományos missziók végrehajtásában, valamint kommunikációs és média szolgáltatások támogatására. A katonai alkalmazások között számos megfigyelési és kommunikációs feladatot el tudnak látni, elfogási és túszermentő akciókban való részvételük szintén lehetséges. A tanulmány célja beszámolni az ember nélküli multi-rotoros légi járművek jelen katonai és nem katonai alkalmazásairól, valamint felmérni a jövőben relevánsnak ígérkező alkalmazási lehetőségeket.

THE APPLICATION OF MULTI-ROTOR UAVS IN MILITARY AND CIVILLIAN MISSIONS

A significant increase in the need for the use of mobile robots in various military and civilian applications has been shown in the recent years. A group of the most widely used robots are the multi-rotor air vehicles. Based on their extreme mobility and portability which is due to their relatively small size and weight these devices can fundamentally support aerial surveillance applications in the fields of disaster prevention, environmental protection, homeland security and also they form an excellent basis for communication and media applications. In the military area all surveillance and mapping functions can be generally carried out by such devices and also their use in anti terrorist actions can be regarded. This paper aims at giving a general overview on the most current applications of multi-rotor air vehicles while an attempt is made to get an insight to some future applications that could have high relevance.

BEVEZETÉS

Az autonóm robotok az alkalmazások széles spektrumában foglalnak helyet, mely az ezen területen végbement ugrásszerű fejlődésnek köszönhető. A katonai és civil szektorok nemcsak befogadjává váltak a robotokkal támogatott alkalmazásoknak, hanem bizonyos veszélyesnek minősülő feladatok elvégzésében konkrét igények mutatkoznak robotok használatára. Ezen a téren a hadászat, a katasztrófavédelem, és az antiterrorista akciók robotikai alkalmazásai úttörőnek minősülnek. Az autonóm járművek a velük szemben támasztott szigorú elvárásoknak és követelményeknek esetenként extrém környezetben kell eleget tenniük (pl. katasztrófavédelmi alkalmazásokban), korszerű szenzoraiuknak és irányító rendszerüknek köszönhetően ezen járművek képesek önállóan, emberi beavatkozás nélkül véghezvinni komplett missziókat ilyen feltételek mellett is.

Az autonóm légi járművek (Unmanned Aerial Vehicle, a továbbiakban UAV) között egyre nagyobb figyelem irányul a multi-rotoros helikopterek felé. Alkalmazhatóságuk sokféleségének

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, komlosisti@gmail.com

² Lektorálta: Dr. Békési Bertold okl. mk. alez; egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, bekesi.bertold@uni-nke.hu

háttérben jórészt kis méretükből adódó hordozhatóságuk, valamint extrém mobilitásuk és manőverezhetőségük áll. Merev szárnyas társaikkal szemben előnyként mutatkozik meg azon képességük, hogy képesek sokáig egy pozícióban stabilan megmaradni, valamint képesek gyorsan és dinamikusán áthaladni két pozíció között minimális hosszúságú trajektórián, mely a helikopterek nemlineáris modellek szabadságfokainak viszonylag nagy számából következik.

A tanulmány célja általános áttekintést adni a multi-rotoros UAV-k, köztük különös tekintettel a quadrotor UAV-kra, melyek ezen csoport legismertebb képviselői, jelenlegi alkalmazásairól és várható jövőbeli alkalmazási lehetőségeiről katonai és nem katonai területeken. A közlemény felépítése a következő: a következő részben rövid ismertetem a gyakorlatban használt főbb UAV típusokat, röviden számot adva azok fejlődési háttéréről különös tekintettel a multi-rotoros UAV-kra, majd a jelen katonai és nem katonai alkalmazások elemzése következik. Ezek után az UAV rendszerek előnyeinek, illetve hátrányainak tárgyalása következik alternatíváikkal szemben, végül néhány valószínű jövőbeli alkalmazást említek. A munkát összegzés zárja.

FŐBB UAV TÍPUSOK ÉS FEJLŐDÉSI HÁTTÉRÜK

A jelen UAV alkalmazások többségére jellemző, hogy magán a járművön csak a lokális irányításhoz szükséges rendszer, illetve a kommunikációs rendszer található meg. Az UAV egy nagyobb irányítási rendszer (ún. Unmanned Aerial System, a továbbiakban UAS) részét képezi, melynek része maga az irányított jármű, az irányító rendszer, mely általában egy földi állomás, valamint a kettő között kapcsolatot biztosító kommunikációs hálózat. Célszerű ezen rendszert egységes egészként kezelni, mivel minden rendszerelem kritikus fontosságú a missziók végrehajtásában. A továbbiakban ezen a koncepciót követve, az UAV-t az UAS rendszer részeként, azzal együtt tárgyalom.

Az ember nélküli légi járművek négy nagy csoportba sorolhatók repülési magasság, repülési idő, repülési távolság, teherbírás, valamint a függőleges felszállás és leszállás képessége alapján. Ezek alapján a főbb UAV típusok rendre a következők: a micro, illetve mini UAV típusokra az alacsony repülési magasság, mely maximuma általában 300 méter [1], rövid repülési idő (maximum két óra) és kis teherbírás (maximum 30 kg) jellemző. Ilyen kis teherbírású, kis repülési idejű UAV pl. az md4-200 helikopter, mely a MicroDrones vállalat terméke [2].



1. ábra A MicroDrones md4-1000 helikopter

Forrás: http://www.cbsnews.com/8301-205_162-57575637/will-tv-news-helicopters-be-replaced-by-drones/

A harcászati gyakorlatban egyre nagyobb szerepet vállaló közepes repülési magasságú (kb. 15 km) és hosszú repülési idejű (kb. 24–48 óra), viszont nagy teherbírású (kb. 7000 kg) UAV-k az afganisztáni háborúból jól ismert Predator és Reaper, valamint a Talarion és Altair robotrepülők [1]. A nagy repülési magasságú (20 km) és hosszú repülési idejű UAV-k csoportjába tartozik a Global Hawk, illetve az Euro Hawk, valamint az RQ-170 Sentinel kémrepülő, melyek jelenleg jórészt megfigyelési, illetve kommunikációs feladatokat látnak el.



2. ábra A Global Hawk

Forrás: <http://htka.hu/2010/07/06/tanker-global-hawk/>

A függőleges felszállás és leszállás képességével rendelkező UAV-k pl. a Nano Hummingbird, illetve az MQ-8 FireScout, melyek robothelikopterek. Az általunk tárgyalt multi-rotoros helikopterek is ebbe a csoportba tartoznak. A jelenleg elterjedt típusok három, négy vagy nyolc rotorral rendelkeznek.

A multi-rotoros helikopterek fejlődésének hátterében nagyrészt a modern irányításelméletben végbement előrehaladás áll. A quadrotor helikopter univerzális eszköz a modern irányításelmélet algoritmusainak kipróbálására, így az irányítási kérdéseket illetően is bőséges szakirodalom áll rendelkezésre [3], [4], [5]. A multi-rotoros helikopterek esetén alkalmazott közkezdvelt és jó tulajdonságokat mutató irányítási séma például az ún. visszalépéses irányítás [6], továbbá a mozgó horizontú prediktív irányítás (RHC) [7]. Léteznek kevert megoldások is, a [8] irodalom például bemutat egy megoldást, ahol a rotációs mozgás szabályozása RHC elvű, míg a translációs mozgást a robosztus irányítások elvén működő H_∞ szabályzó felügyeli. Eredményes alkalmazások születtek neurális hálózatok segítségével a modellreferenciás adaptív irányítás különböző fajtái [9], valamint az adaptív fuzzy irányítások [10].

Az UAV-k és köztük a multi-rotoros UAV-k fejlődéstörténetéről átfogó képet ad [11]. Mint sok hasonló esetben, a katonai szektor mutatott először nagyobb érdeklődést ezen eszközök iránt, így az első komolyabb fejlesztések is harcászati jellegűek voltak. Az UAV-k rohamosabb fejlődése a hidegháború alatt indult útnak, melyhez abban az időben elsősorban a kémrepülések szolgáltattak lehetőséget, komolyabb harcászati jelentőségre pedig az első Öböl-háború és az

afganisztáni háború alatt tettek szert, ahol már bombázási és egyéb hasonló jellegű műveletek hajtottak végre, mely akciók jórészt a Predator repülőgép nevéhez fűződnek. Napjaink UAV fejlesztéseinek háttérében már erősen közrejátszanak a civil szektor igényei is. Mivel bizonyos típusok, mint pl. a Global Hawk, nagy repülési magasságot képesek elérni, és felszerelhetők komplex mérőrendszerekkel, alkalmasak atmoszferikus mérések elvégzésére, valamint képesek megfigyelni nagy magasságból a hurrikánok kialakulásának folyamatát, ezáltal valós alternatíváivá válnak pl. a meteorológiai műholdaknak. Bár a legnagyobb felvásárló még mindig a katonai szektor, a nem katonai alkalmazásokra is alavető igény mutatkozik. A következő részben ezt tárgyalom.



3. ábra A Talarion UAV

Forrás: <http://xairforces.net/newsd.asp?newsid=783&newst=4#.UXlqnqWVUxo>

NEM KATONAI ALKALMAZÁSOK

Napjainkban a civil szektor multi-rotoros helikopter alkalmazásainak bevezető fázisát éljük, a bennük rejlő potenciál még koránt sincs teljesen kiaknázva. A quadrotor helikopterek egyik legnagyobb előnye a folyamatos légi megfigyelés lehetőségében rejlik, a civil és katonai szférában jórészt ezen képességét kihasználva alkalmazhatóak. Noha az alkalmazási területek között nem húzató éles határ sem a katonai, sem a civil oldalról, a feladatok hat nagyobb csoportba oszthatók. A tágabb értelemben vett alkalmazási területek a környezetvédelmi feladatok, katasztrófavédelmi és katasztrófa megelőzési feladatok, kommunikációs és média alkalmazások, nemzetbiztonsági és rendvédelmi alkalmazások, kritikus infrastruktúrák védelméhez kapcsolódó feladatok, valamint tudományos missziók, melyekről átfogó képet ad [1]. A következőkben ezen területek mindegyikét röviden elemzem.

A katasztrófavédelem területén, a katasztrófa megelőzéséhez, annak szakszerű kezeléséhez, szignifikáns segítséget nyújt a légi megfigyelés. Várható vulkánkitörések előtt felderítő repülések elvégzése és a vulkán kráterében a gázok kémiai elemzése lehetőséget teremt egy esetleges lakossági evakuáció időbeni lefolytatására. Földrengések, földcsuszamlások illetve lavinák, szökőár és árvíz események bekövetkezte után, valamint pusztító erejű viharok és hurrikánok után a túlélők és eltűnt személyek keresése elsődleges feladat. A quadkopterek mobilitásuk révén gyorsan és

nagy területen derítik fel a katasztrófa sújtotta helyszínt, így a túlélők megtalálásának esélye nagymértékben növekszik [12]. Ipari katasztrófák, nukleáris balesetek esetén a helyszín felderítése, a kontamináció mértékének megállapítása, szerkezetileg meggyengült és omladozó épületekben biztonságosan elvégezhető ilyen robotok segítségével, továbbá tüzeseteknél a tüzeset közben és után a tűzszín felderítéséhez hathatós segítséget nyújtanak a tűzoltóknak. Sebesültek és fuldoklók keresésében itt is hatékonyan alkalmazhatóak robotok, továbbá erdőtüzek terjedési irányának megállapításában is eredményt mutattak fel. Tömegbalesetek esetén, legyen az közúti vagy vasúti baleset, esetleg légi katasztrófa, az áldozatok megtalálása a repülőgép vagy vasúti szerelvény roncsai között, szintén hatékonyan és biztonságosabban elvégezhető.



4. ábra Egy md4-200 helikopter egy tüzesetnél

Forrás: <http://www.microdrones.com/company/media-relations/microdrones-press-releases.php>

A környezetvédelmi alkalmazások határterületet jelentenek a katasztrófavédelmi területtel. Tankerbalesetek esetén a légi megfigyelés az olajkiömlés mértékének megállapításában nyújt segítséget, míg légköri mérések alapján más ipari baleseteknél a légkörbe került szennyező anyag mértéke állapítható meg különböző magasságokban. Emellett az élővilágra veszélyes illegális tevékenységek pl. orvhalászat és orvvadászat is könnyebben felderíthetők folyamatos légi megfigyelés révén.

A kritikus infrastruktúrák védelmében szintén hasznos segítséget nyújtanak a folyamatos légi megfigyelést biztosító UAV-k. Jórészt az olaj- és gázvezetékek ellen történő támadások figyelhetők meg ezáltal, illetve erőművek, transzformátorállomások és az energiahálózat kritikus pontjai monitorozhatóak folyamatosan [13].



5. ábra Kritikus infrastruktúrák monitorozása UAV-k segítségével

Forrás: <http://www.microdrones.com/company/media-relations/microdrones-press-releases.php>

A nemzetbiztonsági és rendvédelmi szerveknél már használatban vannak quadrokopter UAV-k. Alkalmazhatóak illegális tevékenységek megfigyelésében, helyszínelésben, üldözési és elfogási akciókban. Emellett nagyobb tömegmegmozdulások pl. tüntetések esetén a tömeg folyamatosan figyelhető, a provokátorok és rendbontók azonosíthatóak, indokolt esetben antiterrorista intézkedések foganatosíthatóak. A határrendészetnek a határvédelemben és illegális határátlépők detektálásában, a parti őrségnek pedig az illegális kalóztevékenységek felderítésében, és ezáltal a tengeri szállítmányozás biztonságosabbá tételében nyújtanak hathatós segítséget. Emellett a közúti forgalom folyamatos monitorozásával előre jelezhetőek a közúti dugók illetve torlódások, mely a forgalomrendészet munkáját könnyíti meg.

A quadrotor UAV-k kommunikációs átjátszó állomásként, illetve reléként is működhetnek, (melyet a katonai szektor is kihasznál), továbbá komplex mérőrendszereket képesek magukkal vinni egyfajta minilabor formájában. Számtalan tudományos misszió kivitelezhető ezáltal olyan környezetben, mely emberre nézve veszélyes (pl. vulkánok krátere). A légi megfigyelés az archeológiában is segítséget nyújt, melyről a [14] irodalom számol be részletesebben.

A média alkalmazások számtalan lehetőséget nyújtanak a megfelelő kamerákkal felszerelt quadkopterek számára. A légi fotózás és videózás politikai események, karneválok, sport események rögzítése, a filmipar számára új dimenziókat nyit meg, ezeket itt bővebben nem tárgyaljuk. Az UAV-k nem katonai alkalmazásának kérdéskörével a [18] irodalom foglalkozik, bemutatva az UAV alkalmazók elvárásait, és a rendszerekkel szemben támasztott speciális követelményeket.

KATONAI ALKALMAZÁSOK

Az UAV-k fejlődésében nagyrészt a katonai szektor által mutatott érdeklődés játszott elsődleges szerepet. Napjaink katonai UAV-s alkalmazásai jórészt a merevszárnyas robotrepülőket részesíti előnyben (Predator, Global Hawk), így a multi-rotoros UAV-knak jórészt kommunikációs és felderítő szerep jut, ugyanakkor ezen két feladatkörben is jelentős potenciál rejlik.

Mivel ezek az UAV-k kb. 300 méteres repülési magasságot is elérnek pl. sívatagi terepen megkönnyítik a tájékozódást. Szűk völgyekben, illetve katlanokban szintén kihasználható ezen a képességük mind tájékozódási, mind kommunikációs célból, mivel az UAV a megfelelő felszereléssel működhet rádiós átjátszó állomásként a katona és egy műhold között. Ezen eszközökkel a rádiós katonának nem kell magaslati pozíciót elfoglalnia a jobb vétel érdekében, ugyanakkor mivel napjaink harcászati megfontolásaiban egyre markánsabb szerepet tölt be a digitális katona, illetve hibrid hadsereg koncepció, a közeljövőben valószínűleg evidencia lesz, hogy minden katona rendelkezzen egy ilyen hordozható eszközzel. Nem utolsó sorban említendő, hogy az UAV GPS szolgáltatásával elérhető a differenciális GPS funkció, mely pontosabb tájékozódást tesz lehetővé.



6. ábra A Predator UAV bevetés közben

Forrás: <http://dronewarsuk.files.wordpress.com/2010/06/predator-firing-missile4.jpg>

Városi harcok esetén a térképezés, megfigyelés, háromdimenziós térinformatikai funkciók említhetők. Az ellenséges egységek időbeni detektálása, az ellenséges erők mozgásának megfigyelése elsődleges feladat, erre bizonyos mini és micro UAV (ún. harctéri UAV) típusok kiválóan alkalmazhatóak [15].

A speciális egységek részére a terrorizmus elleni harcban szintén jelentős segítséget nyújthatnak ezen eszközök, mind célszemélyek megfigyelésben, illetve elfogásában, mind pedig túszermentő akciókban.

AZ ALKALMAZHATÓSÁG KÉRDÉSEI

Az UAV alkalmazások mára valós alternatívái váltak az emberes misszióknak, mégis a különböző szektorok eltérő fogadtatásban részesítik ezen eszközök térhódítását. A folyamatos légi megfigyelés főleg a civil szférában alapvető személyiségi és adatbiztonsági jogokkal kapcsolatos kérdéseket vet fel, és emiatt esetenként negatív fogadtatásban részesül, emellett a jelen regularizációk szerint ember nélküli légi járműveket nem engednek be nem szegregált légtérbe. Ezzel szemben a tűzoltóság és a katasztrófavédelem valós igényt mutat az UAV alkalmazások felé, ugyanez a helyzet a

határrendészet és a parti őrség esetében is, a kritikus infrastruktúrák védelmében pedig az antiterrorista akciókhoz elengedhetetlen támogatást nyújt a légi megfigyelés.

A multi-rotor UAV-k hátrányaként említhetjük viszonylag rövid repülési idejüket, továbbá kis teherbírásukat, valamint kis súlyuk miatt érzékenyek a széllekedésekre és a turbulenciára, mely esetleges baleset forrása is lehet. Elmondhatjuk, hogy bár az időjárás erős kihatással van a működésükre, a műholdas alkalmazásokkal összevetve a folyamatos megfigyelés és az azonnali adatelérés lehetősége nagy előnyökkel kecsegtet. Az UAV-k lehetséges katonai alkalmazásának körülményeit, és feltételeit Szabolcsi vizsgálta [16][17], és meghatározta a katonai alkalmazók által a rendszerrel szemben támasztott műszaki-, és egyéb minőségi követelményeket.

VÁRHATÓ JÖVŐBENI ALKALMAZÁSOK

Várhatóan a civil szektorban a katasztrófavédelmi és rendvédelmi szervek munkájának állandó részét képezik majd a multi-rotoros autonóm légi járművek, a katonai alkalmazásokban pedig várhatóan újabb és újabb lehetőségek nyílnak bevetésükre. Városi harcokban, a terrorizmus elleni harcban, felderítő akciókban egyre nagyobb szükség lesz ezen eszközökre. A napjainkban oly elterjedt digitális katona koncepcióhoz híven igazodik, hogy minden katona felszerelésének részét képezze egy ilyen eszköz. Az UAV, mint egy őrszem funkciót betöltve monitorozhatja a katonák állapotát, azokról információt küldhet a parancsnokság felé, így ez a funkció stratégiai jelentőségre tehet szert.

Felmerülnek olyan egészségügyi lehetőségek, mely egyrészt a mentőszolgálat munkáját segítheti pl. tömegbalesetknél a túlélők monitorozásával, illetve karantén alatt álló fertőzött területeken, amennyiben egy korszerű laborral szerelik fel a járművet, a fertőzés terjedésének mértéke illetve iránya különböző mérések alapján megállapítható.

ÖSSZEGZÉS

Összegzésként elmondható, hogy bár a multi-rotoros autonóm légi járművek bevezető fázisát éljük, térhódításuk mind a civil, mind a katonai szektorban szignifikáns. Alkalmazhatóságuk sokfélesége és univerzalitása miatt, valamint elérhető áruknál fogva a közeljövőben ezen eszközök várhatóan releváns szerephez jutnak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Therese SKRZYPIETZ: Unmanned Aircraft Systems for Civillian Missions. BIGS Policy Paper No. 1, pp. 1-28, February 2012, url: http://www.bigs-potsdam.org/images/Policy%20Paper/BIGS_PolicyPaper-No_1_Civil-Use-of-UAS_Druckversion_%20sec.pdf. (2012.11.27)
- [2] Microdrones: url: <http://www.microdrones.com/products/products.php>. (2012.11.27)
- [3] A. ISIDORI: Nonlinear Control Systems. Springer-Verlag, New York, third edition, 1995, ISBN 978-3-540-19916-8
- [4] LANTOS, B., & MÁRTON, L.: Nonlinear control of vehicles and robots. London: Springer, 2011, ISBN 978-1-84996-122-6
- [5] KIMON P. VALAVANIS: Advances in Unmanned Aerial Vehicles. State of the Art and the Road to Autonomy, London: Springer 2007, ISBN: 978-1-4020-6113-4



-
- [6] R. SKJETNE, T. I. FOSSEN, and P. KOKOTOVIC: "Robust output maneuvering for a class of nonlinear systems" *Automatica*, vol. 40, no. 3, pp. 373–383, 2004.
 - [7] Yoshiaki Kuwata, "Trajectory Planning for Unmanned Vehicles using Robust Receding Horizon Control", PhD Thesis, Massachusetts Institute of Technology, p. 233, Feb. 2006.
 - [8] Guilherme V. RAFFO, Manuel G. ORTEGA, Francisco R. RUBIO: An integral predictive/nonlinear H_{∞} control structure for a quadrotor helicopter. *Automatica* 46(1): pp. 29-39, 2010.
 - [9] T. DIERKS and S. JAGANNATHAN: "Output feedback control of a quadrotor UAV using neural networks", *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 21, Issue 1, pp. 50-66, 2010, ISSN: 1045-9227
 - [10] C. COZA and C.J.B. MACNAB: A new robust adaptive-fuzzy control method applied to quadrotor helicopter stabilization, in *Proc. North American Fuzzy Information Processing Society Conference*, Montreal, Canada, 2006, pp. 454–458. ISBN: 1-4244-0363-4
 - [11] Thomas P. EHRHARD: *Air Force UAVs: The Secret History*. A Mitchell Institute Press. July 2010, 2. Accessed 27 November 2012. http://www.afa.org/mitchell/reports/MS_UAV_0710.pdf.
 - [12] DOHERTY, P., RUDOL, P. 2007. A UAV Search and Rescue Scenario with Human Body Detection and Geolocalization. *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 4830, edited by M.A. Orgun and J. Thornton, pp. 1-13, New York: Springer
 - [13] Frank RATHLEV, Benedikt MEYER, Sven JUERSS: Innovative technologies for aerial survey of gas pipes. *Gas for Energy, Magazine for smart gas technologies, Infrastructure and Utilization* Issue 1 / 2012, pp.64-68
 - [14] SEITZ, C. and ALTENBACH, H.: Project Archeye – The Quadcopter as the Archaeologist's Eye, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XXXVIII-1/C22, doi:10.5194/isprsarchives-XXXVIII-1-C22-297-2011, 2011, pp. 297-302
 - [15] PRIOR, Stephen D. and SHEN, Siu-Tsen and KARAMANOGLU, Mehmet and ODEDRA, Sid and ERBIL, Mehmet Ali and BARLOW, Chris and LEWIS, Darren: The future of battlefield micro air vehicle systems. *International Conference on Manufacturing and Engineering Systems. Proceedings*, 2009, pp. 374-379, ISSN 2152-1522.
 - [16] SZABOLCSI, R.: Conceptual Design of the Unmanned Aerial Vehicle Systems Used for Military Applications, *Scientific Bulletin of "Henri Coanda" Air Force Academy*, No. 1/2009., ISSN 2067-0850, pp(61-68), Brasov, Romania.
 - [17] SZABOLCSI, R.: Some Thoughts on the Conceptual Design of the Unmanned Aerial Systems Used for Military Applications, XVI. Magyar Repüléstudományi Napok CD-ROM kiadványa, ISBN 978-963-420-857-0, pp (1-8), BME, 2008. november 13-14, Budapest.
 - [18] SZABOLCSI, R.: Conceptual Design of the Unmanned Aerial Vehicle Systems for Non-Military Applications, *Proceedings of the 11th Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification, and Anomalies, VSDIA 2008*, pp(637-644), ISBN 978-963-313-011-7, 10-12 November, 2008, Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary.

Csák Attila¹

HELIKOPTEREK NAGY SZENNYEZETTSÉGŰ TERÜLETEN TÖRTÉNŐ ÜZEMELTETÉSÉNEK SPECIÁLIS KIHÍVÁSAI ÉS A NEGATÍV HATÁSOK CSÖKKENTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI²

A Magyar Honvédség kijelölt helikopter hajózáói és repülőműszaki szakemberei a NATO felé tett felajánlások keretében Afganisztánban teljesítenek szolgálatot. Ezen a missziós területen a különböző környezeti hatások miatt az általuk üzemeltetett helikopterek speciális igénybevételnek vannak kitéve, így katonáink olyan tapasztalatokra tehetnek szert, amelyre itthon nem lenne lehetőség. A cikk keretében röviden ismertetem az általuk tapasztalt nehézségek műszaki okait, továbbá az itt felmerülő technikai problémák megoldására az utóbbi évtizedben tett erőfeszítéseket és azok eredményeit.

THE DIFFICULTY OF HELICOPTER MAINTENANCE IN HIGH POLLUTED AREA AND THE METHODS OF REDUCING THE HARMFUL EFFECTS OF THE DESERT ENVIRONMENT

The appointed staff of helicopter pilots and the maintenance crew of the Hungarian Defence Forces serve in Afghanistan. In this operational area the extreme circumstances caused by the desert environment result severe technical problems, that have to be solved by specialists. With this the Hungarian staff can gain special professional experience. In this publication I set forth the difficulties experienced by them; moreover I summarize the achievements in the issue of reducing these harmful effects reached in the last decade.

Különböző technikai eszközök fejlesztésénél az egyik fontos tényező, melyet a szakembereknek feltétlenül ismerni kell az üzemelés várható helye és az ott uralkodó meteorológiai, geológiai viszonyok, legyen szó akár egy egyszerű prérésszerszámról, akár egy nagy bonyolultságú komplett rendszerről, mint például egy atomerőmű. Már a tervezési folyamat elején tudni kell, hogy a „készterméket” milyen hatások érik majd folytatódólagosan tervezett működése során. Különösen igaz ez a gondolatmenet a repülésben, ahol emberéletek múlhatnak azon, ha nem veszik kellően figyelembe a külső hatásokat.

A téma jelentőségének megfelelően számos rövid cikk, tanulmány, tudományos dolgozat született már e tárgyban. Ami mégis aktualitást ad jelen cikkemnek, az egyrészt a Magyar Honvédség afganisztáni szerepvállalása keretében dolgozó Air Mentor Team és Air Advisor Team váltásaiban dolgozó szakemberek személyes tapasztalatai, továbbá a helikopterek, repülőgépek hajtóművei által beszívott szilárd szemcsék káros hatásainak csökkentésére új eljárások alkalmazása vált lehetővé, a technológiai fejlődésnek köszönhetően.

¹ okl. mk. főhadnagy, attilacsak@freemail.hu

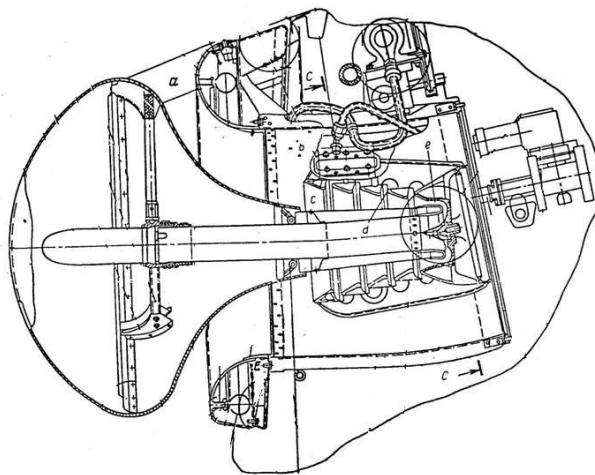
² Lektorálta: Prof. Dr. Óvári Gyula, egyetemi tanár, Nemzeti Közzolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, ovari.gyula@uni-nke.hu

Az Afganisztánban szolgálatot teljesítő magyar hajózó és műszaki állománynak nem csak a háborús viszonyokkal, a hazaitól gyökeresen eltérő kultúrával kell nap, mint nap megküzdeniük, hanem a nagy forrósággal, a nagy tengerszint feletti magassággal, illetve a sivatagos környezet miatt a levegő magas portartalmával is. A nagy meleg a hajtóművek teljesítményét, a hegyes vidéken a tengerszint feletti magasság miatt a kis sűrűségű levegő a helikopterek manőverező képességét csökkenti. A nagy mennyiségű homok pedig a légijárművek élettartamát rövidíti meg és ad többletmunkát az üzemeltető állomány számára. [1] A műszaki személyzet tapasztalata alapján az Afganisztánban repülő Mi-24-es típusú helikopterek hajtóműveinek élettartama a kompresszor és turbina lapátok kopása miatt körülbelül három év. Ez a szám akkor igazán sokatmondó, ha tudjuk, hogy a típuson alkalmazott TV3-117 hajtóművek javításközi üzemideje akár a 8 év vagy az 1500 repült óra.

A VÉDELEM MÓDSZEREI

A fent említett tapasztalatok már régóta ismertek a pilóták illetve a mérnökök által, így ennek megfelelően már elterjedt műszaki megoldások léteznek a hajtómű által beszívott poros levegő általa okozott károk csökkentésére. Az egyik kézenfekvő eljárás a munkaközeg minél nagyobb fokú megtisztítása, a szilárd szennyező anyagok lehető legnagyobb mértékű eltávolítása. A legegyszerűbb megoldásnak tűnik a hajtómű elé beépített mechanikus porszűrők alkalmazása. A repülés e területen is különleges követelményeket támaszt. Nem engedhetők meg az olyan technikai megoldások, mint például a dugattyús motorok esetében használt sűrű szövésű acélháló vagy az olajjal átitatott papírszűrő. Ezen berendezések nagymértékű áramlási veszteségeket okoznak, így gázturbinák esetében nem alkalmazhatóak. Hasonló problémák miatt nem alkalmaznak repülőgép hajtóművekre építve ütközésses vagy zsalsus leválasztókat, porkamrákat, ciklonokat, rétegszűrőket, nedves porleválasztókat, illetve mágneses térrel működő porleválasztókat sem. [2]

A repülőiparban elterjedt porszűrő berendezések működési elvükben a ciklon típusú szűrőkhöz hasonlítanak a legjobban. A szemcsék eltávolítása az áramlási irány változtatásának elvén történik, tehát a szennyezők a tehetetlenségüknél fogva nem tudják követni a levegő áramvonalait és a centrifugális erő hatására elkülönülnek. A jelentős különbség azonban az, hogy míg az átlag ciklon szűrőkben a levegő az örvénycsőben számos iránytöréssel megy keresztül, (a nagy szűrési hatékonyság okán) addig ez a helikopter hajtóművek esetében ez nem engedhető meg. A Magyar Honvédség csapatai által is használt Mi-24 illetve Mi-17 típusú helikoptereken üzemelő PZU típusú berendezések is ezen az elven működnek.



1. ábra A TV3-117 típusú hajtóműveken alkalmazott porkiválasztó berendezés a PZU

Hasonló eszközöket találhatunk a világ más nagy repülőgépei által fejlesztett repülőgépeken is, bár ezeknek a porkiválasztóknak is megvannak a maguk technikai korlátai. Az általuk elérhető hatásfok a teljes szemcseméret tartományban soha sem éri el a 100%-ot, sőt jelentősen elmarad attól. Vagyis elkerülhetetlen, hogy a szennyezés egy része el ne jusson a kompresszor-, illetve a turbina lapátokhoz, azok nagymértékű, rendellenes kopását okozva.

CIRKÓNIUM-DIOXID A JÖVŐ?

Ennek a káros hatásnak a csökkentésére a lapátok bevonattal történő ellátásával kísérleteznek a szakemberek. A kutatások során az Ohio State University mérnökeinek sikerült áttörést elérni a cirkónium-dioxid (a) alkalmazásával. [3]

A hajtóművek gazdaságos üzeméhez elengedhetetlen a minél magasabb hőmérsékleten lezajló égési folyamat. A kezdeti hajtómű típusokon a turbina belépő keresztmetszetén jelentkező hőmérséklet (T_3^*) értéke $1000\text{ }^\circ\text{C}$ körül alakult, míg egy mai korszerű hajtómű azonos jellemzője $1400\text{ }^\circ\text{C}$ is lehet. Ehhez az egyéb más konstrukciós megoldások (pl. szekunder levegő leválasztása hűtésre) mellett a lapátok anyagának vékony hőálló és hőszigetelő kémiai réteggel történő ellátása vagy maga a lapát speciális anyagból történő gyártása (kerámia lapátok) szükséges. Az ilyen eljárással készített turbina fokozatokban a beszívott homok a magas hőmérséklet hatására megolvad, s mintegy forró üveg bejut a pórusokba, pedig azok szükségesek ahhoz, hogy a bevonat a lapát hőtágulásból fakadó méretváltozásait kövesse. A káros hatás abban érvényesül, hogy az így jelenlévő üveg a hajtómű leállítása során kihül és merevvé, rideggé válik. Így az üvegréteg megakadályozza, hogy a lapát eredeti bevonata - az előre kiszámolt módon - együtt táguljon, zsugorodjon a lapát magjának anyagával. Végül a kerámia bevonat sérül, megnő a lapát hőterhelése, ezzel pedig csökken a várható élettartama.

Erre a problémára kínál megoldást a Nitin Padture professzor és csapata által kidolgozott eljárás. A Julie Drexler-rel és Andrew Gledwill-lel az egyetem PhD hallgatóival végzett kísérletek során három különböző mintát kemencében hevítettek a korszerű hajtóművek égésterében uralkodó hőmérsékletre. A kontroll (hagyományos felépítésű) lapát mellett az egyik kísérleti darab bevonata cirkóniát (ZrO_2) és korundot, míg a másik egy gadolínium-cirkonát alapú anyagot tartalmazott.

A teszt értékelése során vizsgálták a lapátok keresztmetszetét. Kiderült, hogy a hagyományos lapát bevonatának pórusain keresztül az olvadt szennyeződés elérte a lapát anyagát, míg a másik két esetben erre nem került sor. A cirkónia-korund kombinációnál anortit jött létre, míg a gadolínium-cirkonát esetében apatit réteg alakult ki. Ez a kémiai reakció akadályozza meg, hogy az olvadt homok eltömje a pórusokat, így megmarad a védő bevonat rugalmassága. Továbbá az új eljárás előnye, hogy a Padture és csapata által előállított felületi réteg az üzemidő során nem kopik, hanem beépíti magába a szennyezést jelentő homok szemcséket. Azon a hőfokon, amelyen a homok megolvad, a cirkónia és ezzel a beágyazott alumínium és titán olvadása is bekövetkezik, amely fémek beépülnek az üvegbe és stabil kristállyá alakulnak. Így az „üveg” egy új kerámia bevonatot képez az eredeti helyett és ez a folyamat ciklikusan ismétlődik, ezáltal folyamatosan megújítva a védőréteget. Az eljárás nagy előnye, hogy alkalmazásával tovább növelhető a T_3 hőmérséklet, vagyis tovább nő a határfok. [4][5]

Ez utóbbi tulajdonság, vagyis a bevonat megújulása a gyakorlati alkalmazás szempontjából rendkívül nagy haszonnal jár. Azonban nem szabad elfelejteni, hogy a műszaki területen mindenre megoldást kínál, minden körülmények között tökéletesen működő eljárások nem léteznek. Minden technikai megoldásnak, megvannak a maga korlátai. Jelen esetben ez azt jelenti, hogy szilárdsági illetve áramlástan okok miatt a cirkónium-dioxid bevonat vastagsága nem növelhető korlátlanul, így az elnyelhető homokszemcsék mennyisége is korlátozott. Tehát továbbra is szükség van porszűrők alkalmazására.

A NUMERIKUS ÁRAMLÁSTAN, MINT MEGELŐZÉS

A számítástechnika fejlődésével új lehetőségek nyíltak meg az fizikai folyamatok, így például különböző áramlástan problémák modellezésére is. A korábban használt, a megmaradási elveken alapuló számítási eljárások számos gyakorlati problémára nem adtak megfelelő eredményt, mivel a külső hatásokat nem tudták megfelelően leírni. A valóságot jobban közelítő úgynevezett Navier-Stokes megmaradási egyenletek (amelyek a folytonos áramlási jelenségeket a külső hatásoktól függetlenül képesek leírni) megoldására a nagy számítási kapacitású processzorok megjelenése előtt nem nyílt mód, mivel a Navier-Stokes-egyenletrendszer nemlineáris, másodrendű, hibrid típusú, melynek nem létezik zárt alakban megoldása.[2] Ezek részletes kifejtése meghaladja jelen cikkem terjedelmét, nem is célom ezek ismertetése, sokkal inkább az ilyen egyenleteket használó, kereskedelmi forgalomban kapható szoftverek által elérhető eredmények illetve gyakorlati felhasználásuk bemutatása.

Korábban már a Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója szakdolgozatában vizsgálta a fentebb már bemutatott PZU típusú porkiválasztó berendezés működésének hatékonyságát a numerikus áramlástan (CFD, Computational Fluid Dynamics) módszerével. [2] Vizsgálataihoz egy szabadon megvásárolható programot, a FLUENT-et alkalmazta. A szakdolgozat eredményeként nemcsak a jelenleg üzemelő Mi-24 típusú helikopterek hajtóműveinek porkiválasztóit elemezte a portalanítási fok, illetve a hajtómű előtti nyomásesés szempontjából, hanem nagyobb hatékonyságú alternatívákat is keresett. Az eredeti geometria és annak módosításával megvalósított változatok mellett vizsgált az eredetitől jelentősen eltérő megoldásokat is, mint például NACA-profil vagy a Cranfield University szakemberei által kifejlesztett profil alkalmazását. Ez utóbbiak eredményeitől azonban jelen esetben eltekintek, hiszen azt kívánom

a bemutatni, hogy a numerikus áramlástan módszerével az olyan apró geometria változtatások hatása is vizsgálható, amely hagyományos úton, szélcsatornában végzett kísérletekkel rendkívül nehézkes és pontatlan eredményt adna.

Az alábbi táblázatok tartalmazzák a számítási eredményeket az A, B illetve C-vel jelölt különböző változatokra. Az „A” variáns jelöli a gyári beállítású berendezést. A „B”-vel jelölt módosítás esetében a PZU porleválasztó gyűrűinek beállítási szöge 5°-kal meg lett növelve, míg az utolsó „C” verziónál ugyanez az érték az eredetivel 5°-kal kisebb. A gyűrűk modellezett formája és elhelyezkedése, az áramlási csatorna geometriája és a légáram minden paramétere a vizsgálatok során változatlan volt. A számítások során a porkiválasztó berendezés minőségének megállapításához vizsgálták a portalanítási fokot (b), a torlóponthoz tartozó nyomáscsökkenést (c), illetve az ebből eredeztethető dimenziómentes nyomásvesztési tényezőt (d), ω -t.

Az alábbi táblázatban látható, hogy a porszűrő berendezés a teljes szemcsemennyiségnek mekkora hányadát képes eltávolítani a porszemcsék átmérőjének függvényében. Nagyon kisméretű szemcsék esetében ($d < 10^{-5}$ [m]) nem látható számottevő különbség a hatékonyságban, azonban e méret felett mindkét módosított berendezés nagyobb mértékben képes az idegen anyagok eltávolítására. A $d > 10^{-4}$ [m] mérettartományban és felette a három módosítás eredményessége közötti különbség elmosódik.

Szemcseméret	Portalanítási fok (%)		
	A	B	C
10^{-6} [m]	10	10	10
5×10^{-6} [m]	25	25	25
10^{-5} [m]	54	56	52
$2,5 \times 10^{-5}$ [m]	100	100	100
5×10^{-5} [m]	85	99	92
8×10^{-5} [m]	92	98	95
10^{-4} [m]	88	84	92

1. táblázat A vizsgált változatok portalanítási foka szemcseméret függvényében. A táblázatban szereplő adatok diagramból kerültek leolvasásra. A leolvasási pontatlanság miatt az értékek eltérhetnek a program által számítottól, azonban a variánsok közötti különbséget és azok mértékét megfelelő pontossággal jellemzik.

Azonban mit sem ér a nagyobb szűrési hatékonyság, ha a porkiválasztó berendezésen létrejött nyomásvesztés akkora, hogy az a hajtómű teljesítményének túlzott mértékű csökkenését idézi elő. Ezt a szempontot is figyelembe véve három variáns közül a „B”, vagyis az 5°-kal növelt beállítási szögű bizonyul a legkedvezőbbnek, mivel ennek a nyomásvesztési tényezője a legalacsonyabb, míg az elérhető portalanítási fokot tekintve a legszélesebb szemcseméret tartományban nyújtja a legjobb hatásfokot.

	A	B	C
Torlóponthoz tartozó Nyomáscsökkenés (Pa)	2067	2027	2468
ω	0.5618	0.5509	0.6636

2. táblázat A torlóponthoz tartozó nyomáscsökkenés, illetve a nyomásvesztési tényező mértéke a vizsgált változatok esetében.

A fentiek alapján kijelenthető, hogy a modern számítógépes tervezési módszerekkel nagyobb pontosságot érhetünk el. Így a fejlesztésre fordított idő és költség jelentősen csökkenthető, de nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy minden számított eredményt gyakorlati vizsgálatokkal is bizonyítani kell. Ha emellett figyelembe vesszük, hogy az anyagtudományi kutatások laboratóriumban elért vívmányai a gyakorlatban is beváltják a hozzájuk fűzött reményeket akkor kijelenthető, hogy számottevően növelhető a sivatagi körülmények között üzemelő repülőeszközök hajtóműveinek élettartama. Ezzel pedig jelentős költségeket takaríthatnak meg a repülőeszközök üzemeltetői.

MAGYARÁZAT

- (a) A cirkónium négy vegyértékű kémiai elem; jele:Zr; atomsúly: 90 g. [6] Egyik vegyülete a cirkónium-dioxid (ZrO_2). Előállításához ásványait cirkónhomokot vagy cirkónföldet használnak. Nagyon magas, mintegy 2700 C°-os olvadásponttal rendelkezik. A hőmérséklet változása során fázis átalakulások mennek végbe az anyagszerkezetében, amely repedéseket eredményez. Emiatt önmagában nem alkalmazzák, viszont adalékokkal kiváló tulajdonságú kerámiák gyárthatóak belőle. [7]
- (b) Portalanítási fok: Az eltávolított és a közeg által eredetileg tartalmazott összes szemcsemennyiség aránya százalékban.
- (c) Torlóponthi nyomásesés: A hajtóműre felszerelt porkiválasztó berendezés csökkenti a hajtómű teljesítményét, mivel a rajta keresztül szívott levegő torlóponthi nyomása – és ezzel a hajtóműben lezajló kompresszió végnyomása - alacsonyabb, mint a környezetből közvetlenül szívott levegőé lenne.
- (d) Nyomásvesztési tényező (ω): A torlóponthi veszteséget jellemző dimenziótlanított mennyiség. Képlete:

$$\omega = \frac{P_{in0} - P_{out0}}{\frac{1}{2} \rho v^r |_{in}^2},$$

ahol P_{in0} és P_{out0} a torlóponthi nyomások a ki- és belépő peremen; a ρ a közeg sűrűsége; a v^r_{in} pedig a sebesség felület elemből kifelé mutató, normál irányú összetevője.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KOLLER József ezredes: Szállító és harci helikopter erők missziós felajánlásainak jelenlegi helyzete, a légi kiképzéstámogató csoport (AIR MENTOR TEAM) végrehajtott misszióinak gyakorlati tapasztalatai. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2011
- [2] MÓROCH László Gyula: A Mi-24-es helikopter porkiválasztó berendezésének vizsgálata. Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem, Szakdolgozat, Budapest, 2004
- [3] Julie M. DREXLER, Andrew D. GLEDHILL and Nitin P. PADTURE: Jet Engine Coatings for Resisting Volcanic Ash Damage, (8 APR 2011) DOI: 10.1002/adma.201004783
- [4] RITZINGER György: Mérnökbazis, e-dok, url: <http://www.mernokbazis.hu/cikkek/birjak-a-forrosagot> (2013. március 11.)
- [5] RITZINGER György: Mérnökbazis, e-dok, url: <http://www.mernokbazis.hu/cikkek/hogyan-v%C3%A9dhetj%C3%BCK-meg-a-rep%C3%BCI%C5%91g%C3%A9p-hajt%C3%B3m%C5%B1veket-a-vulk%C3%A1ni-hamut%C3%B3l> (2013. március 11.)
- [6] Cirkónium szócikk, Kislexikon, e-dok, url: www.kislexikon.hu, (2013. március 11.)
- [7] FLEDRICH Gellért: Cirkónium-dioxid kerámiák esztergálása. PhD értekezés, Szent István Egyetem, 2011

Csengeri János¹

„OPERATION ALLIED FORCE” A NATO LÉGI HÁBORÚJA A DÉL-SZLÁV VÁLSÁG MEGOLDÁSA ÉRDEKÉBEN 1.²

Két részes cikkemet az 1999-es Jugoszláv válság katonai rendezéséről, pontosabban a Jugoszlávia elleni NATO légi háborúról, az „Operation Allied Force” több nemzeti hadműveletről készítettem. A téma időszerűségét az adja, hogy a konfliktus a közelmúltban történt, és alkalmazásra kerültek olyan haditechnikai eszközök, amelyek a jövő fegyveres küzdelmeiben óriási szerephez fognak jutni. Gondolok itt a „lopakodó” technológiára, a pilóta nélküli légi járművekre, precíziós fegyverekre, elektronikai hadviselésre, légi vezetés-irányításra, stb. Egy olyan háborúról van szó, amely egyedülállónak tekinthető a hadtörténelemben, ugyanis a politikai célokat sikerült csak a légierő alkalmazásával érvényre juttatni. Ebből adódóan tetten érhető a légierő kulcsfontossága, illetve technikai arzenáljának széles spektruma. A dolgozatban bemutatásra kerül a szemben álló felek hadereje, politikai, katonai céljai; a háború lefolyása és a konzekvenciák levonása.

THE YUGOSLAVIAN AIR-WAR THE AIR-WAR OF NATO TO SOLVE THE YUGOSLAVIAN CRISIS

I wrote my two parted article on the military settlement of the Yugoslavian crisis in 1999 and more precisely on the air-war of NATO against Yugoslavia, about “Operation Allied Force” multinational military operation. The topic is rather up-to-date as the conflict with weapons has happened lately and tools and techniques of warfare have been used which will have major role in the conflicts of the future. By my point of the stealth fighters’ technology, the unmanned aerial vehicles, of the precision weapons, of the electronic warfare and of the air command and control systems, etc. It was a war that could be considered unique in the military history because the political objectives could only be achieved with the use of the air force. Therefore we can see the key role of the air force and the wide spectrum of its technical arsenal. The essay will include the armies of the opposing parties, their political and military objectives, the course of the war and the consequences.

BEVEZETÉS (A VÁLSÁG BIZTONSÁGPOLITIKAI HÁTTERE)

Jugoszlávia felbomlása előtt hat tagköztársaságból és két autonóm területből álló szövetségi köztársaság volt. Josip Broz Tito 1981-es halálát követően már kisebb nagyobb mértékben jelentkeztek a válság jelei, de az ország tényleges felbomlása csak 1991-ben kezdődött meg. Ennek fundamentuma az ország etnikai és vallási sokszínűségében keresendő. Szlovénia volt ugyanis az egyetlen egynemű köztársaság a szövetségben. A szerb népesség jelentős volt Horvátországban, Boszniában jelentős volt a horvátok száma.

¹ hdgy., gyakorlati oktató, NKE HHK Összhaderőnemi Műveleti Tanszék csengeri.janos@uni-nke.hu

² Lektorálta: Dr. habil. Krajnc Zoltán alez., egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, krajnc.zoltan@uni-nke.hu



1. ábra Az egykori Jugoszlávia vaktérképe (forrás: Paweł Goleniowski, 2006; saját szerkesztés)

1991 júniusától négy térségben zajlottak a jugoszláviai válság különböző szakaszai. Igen kevés áldozatot követelt, és mindössze tíz napig tartott az 1991-es szlovéniai háború. Horvátországban a harcselekmények 1991-től 1995 második feléig húzódtak el. Boszniában szinte folyamatosan 1992-től 1995-ig tartott a háborúskodás. 1991-ben Szlovénia, Horvátország és Macedóni, 1992-ben pedig Bosznia-Hercegovina kiáltotta ki függetlenségét és vált ki az akkor egységes Jugoszláviából, melynek akkori hivatalos megnevezése: Jugoszláv Szocialista Szövetségi Köztársaság. 1992-től 2003-ig Szerbia és Montenegró alkotta a konfliktus kirobbanásakor is használatos Jugoszláv Szövetségi Köztársaság (JSZK) megnevezést.

Koszovó Szerbia egy autonóm tartománya, melyet a maga 11 000 km²-ével mind az albánok, mind pedig a szerbek saját földjüknek tartanak mind a mai napig. A terület zömében hegyes-dombos, művelésre alkalmatlan, azonban a szerb nép vallásuk és államiságuk bölcsőjének tekintik. Az akkori összefogás és fellépés hirdette a szerb nacionalizmus felszabadításával rendkívüli mértékben eltúlozva a Koszovóval kapcsolatos fellépés politikai alapját.

A legeggyoldalúbb küzdelem 1999 elejétől a negyedik gócpontban, ebben a dél-szerbiai tartományban, Koszovóban következett be. Ebben az időszakban vált ismertté a világ köztudatában az etnikai tisztogatás fogalma, ami nem más, mint az eltérő etnikumhoz tartozó lakosság tömeges elűldözése otthonaikból, fizikai megsemmisítése.

Különleges helyzet alakult ki Koszovóban a konfliktus előtti évtizedekben. A provincia a szerbek tömeges kitelepülésével Jugoszlávia egyik etnikailag leghomogénebb térségévé vált, az 1,9 milliós lakosság 90%-a ugyanis albán nemzetiségű volt.

1998 nyarától a szerb biztonsági erők megkezdték az általuk megelőzőnek nevezett nyílt és durva hadműveleteket. Megfélemlítették az albán lakosságot, elűldözték őket otthonaikból, és

nem volt ritka egyes települések fizikai megsemmisítése sem. Folyamatosan korlátozni próbálták az UCK, a Koszovói Felszabadító Hadsereg (*Ushtria Çlirimtare e Kosovës*) lehetőségeit és tevékenységét minden rendelkezésükre álló eszközzel.

Az események megdöbbentették a világ közvéleményét, az ENSZ, az Európai Unió és a NATO is megrökönyödve és felkészületlenül találta magát a koszovói eseményekkel szemben. Hozzá tartozik az igazsághoz, hogy az Amerikai Egyesült Államok egész Jugoszlávia politikáját is bizonyos késlekedéssel és nem kis következetlenséggel reagálta le.³

A NATO ERŐK

A NATO jelentős erőt csoportosított a térségbe. A létrehozott „Operation Allied Force” („Szövetséges Erő”) fedőnevű műveletben 13 NATO-tagállam (Belgium, Kanada, Dánia, Franciaország, Németország, Olaszország, Hollandia, Norvégia, Portugália, Spanyolország, Törökország, Nagy-Britannia és az Egyesült Államok) vett részt. A csoportosításba kezdetben összesen kb. 370 repülőgép tartozott, melyből mintegy 270 volt csapásmérő (160 amerikai és 110 a többi NATO országtól).



2. ábra Résztvevő NATO tagországok

(forrás: <http://geopoliticaticus.wordpress.com/2010/11/20/natos-gambit/>)

A kialakított csoportosítás alapvető jellemzője volt annak korszerűsége, komoly elektronikai hadviselési potenciálja, a műhold rendszerek jelentős méretű bevonása a kommunikációs, navigációs, sőt, új vonásként a precíziós fegyver-irányító rendszerekbe is, megnövelve ezzel működésük megbízhatóságát és pontosságát. Szembetűnő a felderítő repülőgépek kis mennyisége (annak ellenére, hogy néhány F-16 repülőgépet felderítési feladatra is alkalmassá tettek), amit részben a pilóta nélküli felderítő eszközök jelentős számával, részben műholdas felderítéssel ellensúlyoztak. Most először alkalmazták az igen korszerű, „Longshot” célobjektumra vezető rendszerrel ellátott, a célpontot GPS navigációs rendszer segítségével megközelítő, rossz időjárási viszonyok között is alkalmazható, nagy pontosságú (szórása 4 méter), hagyományos töltetű JDAM bombákat. A vadászrepülőgépeket olyan nagy-hatótávolságú légi harc rakétákkal

3: Sorosy Tamás (2001): A Jugoszlávia elleni légi háború alapvető tapasztalatai Kodolányi Füzetek Kodolányi János Főiskola Székesfehérvár adatok: 19. oldal

(pl. AMRAAM) szerelték fel, amelyek légi harcban a szerb vadászgépek amúgy is kis esélyét még tovább csökkentették.



3. ábra NATO által használt jelentősebb fegyverrendszerek
(forrás: egyes képek internet, teljes ábra saját szerkesztés)

A légierő csoportosítás zömében olasz légi bázisokon települt. Ezek közül a legjelentősebbek az amerikai erők részére: Aviano, Cervia, Sigonella, Gioia del Colle. A bombázók Fairford repülőtérén (Nagy-Britannia), a légi utántöltő repülőgépek egy része Móron (Spanyolország), Istres (Franciaország) Fairford és Mildenhall (Nagy-Britannia), továbbá – egyes információk szerint⁴, főként a megerősítés során átcsoportosított erők – Spandaham (Németország) légi bázisain települtek. A hadműveletek megindulását követően folyamatos volt a térség repülő erőkkel történő megerősítése. A kezdeti repülőgép mennyiség a hadműveletek végére gyakorlatilag megháromszorozódott.

A csoportosítás támogatásába bevonták a haditengerészeti erőket is. Jelentős erőt képviseltek a 6. USA flotta térségbe vezényelt 20 hajóegységből álló hajói, közöttük több manőverező robotrepülőgép hordozó. Közel 400 db BGM-109 Tomahawk robotrepülőgép állt.

Néhány hajóegységgel, köztük tengeralattjárókkal, több NATO ország (Franciaország, Görögország, Hollandia, Nagy-Britannia, Németország, Olaszország, Spanyolország, Törökország) is csatlakozott a tengeri csoportosításhoz.

Szárazföldi erők alkalmazását a NATO nem tervezte. Ennek ellenére azonban rendelkezett néhány egységgel a térségben. Macedóniában a koszovói békefenntartó feladatokra mintegy 12000 főt vontak össze. Bosznia-Hercegovinában 32 000 fős SFOR-kontingens állomásozott. A haditengerészeti erők állományába mintegy 3000 tengerészgyalogos tartozott. A NATO szárazföldi erőinek bevetésére nem került sor.

A műveletet az Észak-atlanti Tanács közvetlenül irányította. A katonai tevékenység főparancsnoka a szövetséges erők európai legfelsőbb parancsnoka (SACEUR) Wesley Clark négycsillagos amerikai tábornok volt, aki a közvetlen vezetést a szövetséges fegyveres erők dél európai főparancsnokára (CINCSOUTH), James O. Ellis Jr. tengernagyra ruházta. A légi hadműveletek operatív vezetését a Szövetséges Légierő Dél-európai Parancsnoksága (COMAIRSOUTH) végezte Nápolyból. A légierő parancsnoka Michael Short altábornagy volt. A napi harctevékenység közvetlen irányítása az 5. Szövetséges Harcászati Légi Parancsnokság (5. ATAF, Vicenza)

⁴ Benjamin S. Lambeth: NATO's AirWar for Kosovo (2001), RAND kiadó, California

feladatát képezte, melynek parancsnoka (Air Commodore) David Wilby tábornok. Nem volt azonban ritka, hogy a hadműveleti tervezés feladatait a szolgálati utat lerövidítve, közvetlenül az 5. ATAF részére delegálták.

A vezetésbe bevonták a NATO közvetlen alárendeltségében lévő E-3A AWACS, valamint az EC-130 repülőgépeket, továbbá a vezetési-irányítási rendszer más elemeit.

A JUGOSZLÁV SZÖVETSÉGI KÖZTÁRSASÁG (JSZK) CSAPATOK

Jugoszlávia fegyveres erőinek létszámát és nehéz fegyvereinek mennyiségét az 1995-ös „Daytoni Megállapodás” limitálta.

A szárazföldi erő 90000 fővel és 630 db harckocsival rendelkezhetett, melyből 230 db volt a korszerű M-84, a T-72 általuk modernizált változata, 400 db pedig T55. A megállapodás 672-ben szabta meg a páncélozott szállító harcjárművek megengedett mennyiségét, de maximálta a tüzérségi lövegek számát is.

A szárazföldi erőket 1998-ban három hadseregbe és egy speciális rendeltetésű hadtestbe szervezték, utóbbit diverziós, terroristaellenes és gerillaellenes feladatokra szánták. A 3. hadsereg (központja Nis) feladatául szabták az ország déli és délnyugati körzetében jelentkező problémák kezelését. A hadsereg három hadtestből állt, a „Pristina” hadtest Koszovó térségében diszlokált, és három gépesített, illetve gépkocsizó lövész, valamint tüzér, páncéltörő tüzér és légvédelmi dandárból tevődött össze. A hadtest állománya 15 000–16 000 főből állt és mintegy 300 harckocsival rendelkezett. A jelentősebb koszovói katonai bázisok: Pristina, Kosovska Mitrovica, Pec, Djakovica, Prizren, Gnjilane és Urosevac.

Jelentékeny volt a térségben a rendőri és a különleges feladatú rendőri erő (szerb speciális rendőrség), melyek létszáma Koszovóban az UCK tevékenységére hivatkozva, egyre nagyobb lett, március végére elérte a 14-16 000 fős létszámot.

A jugoszláv légierő és légvédelem a szemben álló NATO erőknél lényegesen kisebb harci lehetőségekkel rendelkezett.

A repülő erőket 1992-ben három hadtestbe szervezték. Az ország területét egy évvel később két légvédelmi körzetre osztották fel. Összesen mintegy 240 repülőgéppel (melyből 155 harci, ezen belül 60 vadász) és 85 helikopterrel (melyből 55 tűztámogató) rendelkeztek, azonban ezek zöme korszerűtlen volt. Közülük csupán az 1989-ben vásárolt, mintegy 12 db MiG-29 vehette fel némi eséllyel a küzdelmet a lényegesen korszerűbb NATO repülőgépekkel.



4. ábra: A Jugoszláv Szövetségi Köztársaság által használt eszközök
(forrás: egyes képek internet, teljes ábra saját szerkesztés)

A földi légvédelmi csapatok gerincét a szovjet gyártmányú légvédelmi rakéta komplexumokkal felszerelt egységek és magasabb egységek adták. Fő erőfelfejtésüket a stratégiai jelentőségű politikai- és közigazgatási központok, az ipari infrastruktúra, a nagyobb városok, a kikötők és a katonai objektumok, repülőterek (légi bázisok), valamint a szárazföldi erők főcsoportosításának „zonális - objektum szerinti” oltalmazására tervezték összpontosítani. E rendeltetésnek történő megfeleléshez jelentékeny erővel rendelkeztek. Ezek gerincét a négy-öt mobil bár már nem teljesen korszerű 20 km-es megsemmisítési zónával rendelkező 2K12 Kub (NATO-kód: SA-6 Gainful) légvédelmi rakéta ezred (18 üteg), a hat hasonló hatótávolságú, kissé elavultabb Sz-125 Nyeve (NATO-kód SA-3 Goa) légvédelmi rakéta osztály. Továbbá a nyolc már nem korszerű, mintegy 45 km hatótávolságú Sz-75 Dvina (NATO-kód SA-2 Guideline) légvédelmi rakéta osztály adta.

A repülő, a légvédelmi rakéta- és tűzér szervezetek részére a légi ellenségről az információt a korai felderítő, értesítő és riasztó rendszer biztosította. Ennek feladatait 65–70% részben korszerű nyugati, részben többé-kevésbé elavult szovjet gyártmányú rádiólokátorral és automatizált vezetési ponttal tervezték megvalósítani.

A mintegy 15 000 főből álló haditengerészeti erő 8–10 különböző, kis kapacitású és korszerűtlen hajóegységgel rendelkezett, komoly erőt nem képviselt.⁵

A NATO POLITIKAI ÉS KATONAI CÉLJAI

A NATO-nak megvoltak a határozott politikai elképzelései, és ennek tükrében kezdett hozzá hadműveleteihez. A NATO politikai céljai összhangban voltak a G-8 ország-csoport által kidolgozott rendezési alapelvekkel, valamint a rambouillet-i megállapodással és magukban foglalták:

- az etnikai tisztogatás és az erőszak megszüntetését;
- a szerb katonai, félkatonai és rendőri erők kivonását Koszovóból;
- nemzetközi békefenntartó erők telepítését Koszovóba, a NATO irányításával;

⁵: Venicz László alez., Dr. Jakus János alez., Máthé Imre örgy. (2000): A NATO légitámadó hadművelete Jugoszlávi ellen Tanulmány Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Budapest

- az albán menekültek visszatérését otthonaikba;
- az átmeneti politikai rendezés megkezdését.

A szövetség úgy kívánta elérni a politikai céljai megvalósítását, hogy csupán légi hadműveletek keretében heves légi támadásokat intéz az ellenséges fél ellen, ezzel elfogadtatva azokat a feltételeket, amelyeket a tárgyalások során nem sikerült elérniük. Úgy kívánták korlátozni a jugoszláv erők alkalmazását a koszovói albán lakosság ellen, hogy csökkentik azok hadműveleti képességeit.

A hadműveleti tervben (OPLAN 10601 „Allied Force”) hat fázist különböztettek meg. A szintek szigorúan hierarchizáltak voltak, lényegük a fokozatosság. Biztosították, hogy a kialakuló katonai és politikai helyzetet a vezetők rugalmasan le tudják reagálni. Azt is meg kell említeni, hogy a kezdetekben a támadásokat korlátozott céllal tervezték, amit a csoportosított erők összetétele is alátámaszt. A tevékenységek során tapasztalható volt, hogy a fázisok nem a katonai doktrínákban logikusan egymásra épített rendjét adta vissza, hanem a politikai nyomás-gyakorlás céljainak volt alárendelve.⁶

1. fázis: Az erők átcsoportosítását tartalmazta, amire 1999. január 20-án adtak engedélyt.
2. fázis: a légi hadjárat első fázisában ki kívánták vívni a légtér feletti ellenőrzést, valamint megszerezni és fenntartani a légi uralmat, az integrált légvédelmi és a vezetési rendszer ellen irányuló támadó légi hadművelettel, bizonyítva a szövetség meghatározó katonai fölényét és kikényszeríteni a politikai döntés módosítást. Cél volt a légvédelem és a vezetés rendszerének nagymértékű gyengítése, az integrált légvédelem és vezetési rendszer objektumainak, eszközeinek nagy pontosságú fegyverekkel való szelektív pusztítása, megsemmisítése illetve rombolása. Ezek által megteremtve az esetleges második és további szakaszok végrehajtásának optimális feltételeit.
3. fázis: ebben a szakaszban további légi csapásokkal a bevont erők folyamatos bővítésével a kivívott légi uralom fenntartásával további támadó légi hadműveletekkel majd szakaszos és folyamatos légi tevékenységgel bomlasztani és pusztítani a szerb hadsereget és rendőri erőket. A fő erőkiejtés a harmadik hadsereg és a belügyi csapatok Koszovóba telepített erőire, valamint ezen erők elszigetelésére irányult, ezzel biztosítva a Koszovó elleni etnikai tisztogatás végetvetését. A szakasz tárgya volt továbbá pusztítani a stratégiai és a katonai infrastruktúra elemeit és támogató létesítményeit az ország valamennyi területén.
4. fázis: ennek és a további szinteknek a bevezetésére és végrehajtására nem került sor. A nyomásgyakorlás fenntartása, eskalálása. További harcászati szintű célok támadása Koszovóban, valamint stratégiai szintű célok támadása szerte Jugoszláviában.
5. fázis: a műveletek stabilizálódásának elősegítése.
6. fázis: erők és műveletek átcsoportosítása.⁷

Nem volt elhanyagolható azon törekvések figyelembevétele sem, hogy a gyakorlatban is kipróbálásra kerüljenek az új hadműveleti és harcászati elvek, módok, módszerek, harceljárások és harcászati fogások, valamint az új haditechnikai eszközök.

⁶: Magyar István ezds. (2001): A NATO jugoszláviai légi támadó-hadművelete Hadtudomány XI. évfolyam 3-4. sz.

⁷ http://www.globalsecurity.org/military/ops/allied_force.htm



5. ábra Stratégiai célpontok Szerbiában a hadművelet 50. napjától
(forrás: Kosovo Operation Allied Force Imagery; <http://www.fas.org/irp/imint/b990513t.gif>)

A JUGOSZLÁV VEZETÉS POLITIKAI ÉS KATONAI CÉLJAI

A jugoszláv vezetés élén Slobodan Milosevic-csel nem volt hajlandó illetve képes levonni azokat az egyértelmű következtetéseket, amelyek a nemzetközi szervezetek és az ENSZ határozatokból nyilvánvalóan meghatározhatóak voltak. Nem akarta tudomásul venni, hogy a nemzetközi közösségben elítélik az erőszak alkalmazását a civil lakosság ellen. A NATO az első fenyegetésében ígéretet nem hajtott végre, ezen tapasztalatból kiindulva a jugoszláv vezetés szinte vakon bízott abban, hogy a szövetség ezúttal sem fordul tettelegességhez. Azt is kilátásba helyezték, hogy a NATO államok között nem alakul ki a megfelelő politikai konszenzus a hadműveletek megkezdéséhez illetve végrehajtásához.

Miután azonban a háború a vártakkal ellentétben mégis csak elkezdődött, egyetlen alapvető céljuk volt, aminek mindent alárendeltek, a politikai túlélés. Ennek megvalósítása érdekében a bel és külpolitikai téren a vezetés irreálisan reagált.

Kihasztnált minden lehetőséget ahonnan támogatást kaphatott, vagy vélte kapni, valamint bizonyítani kívánták a velük szimpatizánsoknak politikai megingathatatlanságukat és azt, hogy a céljaik megvalósításának érdekében a végsőig képesek kitartani.



6. ábra Slobodan Milosevic a JSZK rezsim vezetője
(<http://www.slobodan-milosevic.org/spch-kosovo1989.htm>)

A saját katonai erőket a nyilvánvalóan meghatározó mennyiségi és minőségi túlerőt felvonultató NATO csapatok ellen a következő módon kívánták megóvni: az erők és eszközök folyamatos manővereztetésével, rejtésével és álcázásával; a katonai struktúra túlélésével illetve összeomlásának késleltetésével, az „ezer apró tűszúrás” stratégiájával a NATO politikai és katonai döntéshozói bizonytalanságban tartásával, elhítelve a saját civil lakossággal a konfliktus katonai téren lehetséges kontrollálását.

A légvédelmi rendszer bevetettségét a lehető leghosszabb ideig meg akarták őrizni. Mindezekelőtt a váratlanságot tüzték ki célul, amit a korszerűnek számító MIG vadászrepülőgépekkel próbáltak megvalósítani. Az elgondolásban továbbá a zavarkeltés szerepelt, ami a légvédelem váratlan helyen, időben és módon való alkalmazását takarta.

Szervezetten és módszeresen menekülésre kényszeríteni az albánokat a szárazföldi és a rendőri erők szisztematikus népirtó tevékenységével, a falvak nehéz tüzérséggel tűz alatt tartásával, páncélozott csapatok alkalmazásával. Célként jelentkezett nemcsak a koszovói, hanem az egész jugoszláv területen megvalósítandó etnikai megtisztítás.⁸

A LÉGI HADJÁRAT ELŐKÉSZÍTÉSE ÉS LEFOLYÁSA

Az első NATO légitámadást megfelelő előkészítés után a következő célpontokra mérte: a repülőterek, radarállások, a légvédelmi rakétatüzelő állások pusztításával kezdte, ami a jugoszláv integrált légvédelmi rendszerét képezte. Ezen célpontok megsemmisítésével kívánták elérni politikai céljaikat, illetve sikertelenség esetén biztonságos alapot teremtsenek a légi tevékenység folytatásához és kiterjesztéséhez. Az előzőekkel részben együtt, illetve ezt követően mértek csapást a politikai és közigazgatási valamint a hadsereg parancsnoki vezetési és kommunikációs rendszerének megbénítására. A későbbiekben a szárazföldi csapatok és a belügyminisztérium erőinek pusztítására került sor Koszovóban. Továbbá az előzőekkel párhuzamosan hajtották végre Jugoszlávia stratégiai jellegű objektumainak, ipari komplexumainak villamos áram és üzemanyag-ellátó, valamint logisztikai létesítményeinek, katonai profilú üzemeinek pusztítását.⁹

A légi támadó hadműveletek katonai előkészítése lényegében két területen folyt, figyelembe véve az öbölháborúban tapasztaltakat, valamint a szövetséges szabályzatokban foglaltakat: egyrészt a komplex felderítés, másrészt az erők összevonása terén.¹⁰

Az első időszak

A NATO az első támadó légi hadműveletét 1999. március 24-én 20 órakor kezdte. Az első légi támadás intenzív elektronikai zavarással kezdődött. A támadás három hullámban, mintegy 100 manőverező robotrepülőgéppel és 150 repülőgéppel (melyből mintegy 130 amerikai volt, közülük 80 csapásmérő) kb. 40 célpont, csaknem kizárólag a légvédelmi rendszer ellen irányult.

⁸ : Sorosy Tamás (2001): A Jugoszlávia elleni légi háború alapvető tapasztalatai Kodolányi Füzetek Kodolányi János Főiskola Székesfehérvár

⁹ : Bimbó József (2000): A NATO Jugoszlávia elleni légi tevékenysége Hadtudomány X. évfolyam 2.szám

¹⁰ : Bimbó József (2000): A NATO Jugoszlávia elleni légi tevékenysége Hadtudomány X. évfolyam 2.szám

Mindamelletts hogy csapást mértek a légvédelem elemeire, bombázások érték a vezetési rendszer objektumait a jugoszláv hadsereg és a rendőri erők számos laktanyáját és raktárbázisokat is Belgrád környékét érte a csapások jelentős hányada valamint Szerbia déli felét, a Podgorica és a Pristina körül telepített légvédelmi objektumokat. Az első támadás keretében magát Belgrádot nem támadták.



7. ábra A szerb belügyminisztérium épülete Belgrádban nem sokkal a NATO hadművelet megkezdése után (forrás: Tanjug, 2012)

Találat ért öt repülőteret – köztük a Belgrád körzetében lévő legnagyobb légi bázist Botajnicát, valamint Nist, Podgoricát Pristinát – öt laktanyát, távközlési és irányító központokat, a rakovica radar állomást, légvédelmi rakéta álláskörleteket, Sombort, Novi Sadot (Újvidéket), valamint a Kragujevac közelében lévő, hadiipari termékeket is gyártó Zasztava gyárat. A célpontok döntő többsége Koszovón kívül helyezkedett el. A légi támadás során repülőgépet nem vesztek, egy F-15 kivételével, amely kényszerleszállást hajtott végre Szarajevó repülőterén.¹¹

A jugoszláv légvédelem vajmi keveset hallatott magáról, tevékenysége elenyésző volt. Ez annak volt köszönhető, hogy a szövetséges kötelékek meglehetősen nagy intenzitással és sikerrel alkalmazták az elektronikai zavarás nyújtotta bénító eszközeit, ezzel megelőzve a felderítő és rakéta rávezető lokátorok, valamint híradó eszközök alkalmazását. A másik, igen hatásos eszközük a roppant kis visszaverő felülettel rendelkező, és földközeli magasságon repülő manőverező robotrepülőgépek, melyek az ellenség radarjainak elektronikai lefogása nélkül is igen hatékonyan tudtak tevékenykedni. A radarállásokra mért első csapások megfosztották a légvédelmet a távoli felderítés képességétől.

¹¹ : Sorosy Tamás (2001): A Jugoszlávia elleni légi háború alapvető tapasztalatai Kodolányi Füzetek Kodolányi János Főiskola Székesfehérvár 42-43. oldal

Milosevic kormánya három órával a támadást követően hadiállapotot rendelt el és az ENSZ biztonsági tanácsához folyamodott segítségért. Az országból kitiltották a NATO képviselőit.

A katonai doktrínáknak ellent mondván az első hadműveleti napon több légi csapásra nem került sor, holott a harcászati repülőgépek és személyzetük egyaránt naponta három-öt bevetésre is alkalmasak lettek volna, a tengerészeti erők fedélzetén, pedig folyamatosan készenlétben álltak a manőverező robotrepülőgépek. A legnagyobb valószínűség szerint ennek politikai okai lehetnek, ugyanis a NATO vezetők a jugoszláv politikai hozzáállás megváltozására vártak. A hosszú hezitálás azonban nem tett jót a hadművelet ütemének ugyanis a jugoszláv hozzáállás és célok nem változtak. Lehetőséghez jutottak, hogy a megbontott rendszereket legalább részeiben helyreállítsák, valamint összegezzék tapasztalataikat, illetve ellencsapásokat készítsenek elő. A NATO-nak ugyanakkor fel kellett mérnie az okozott károkat, a csapás eredményességét, és meg kellett terveznie a második légi támadást, ezek azonban katonailag nem adtak volna indokot a hosszú szünetre.

A hadműveletek második napján, 1999. március 25-én este és éjjel került sor a második légitámadásra, mely ismét 20 órákor kezdődött. Folytatódott a légvédelmi rendszer elemeinek pusztítása, és immár a vezetési pontok is célponttá váltak és megkezdődött az ezekre való csapásmérés is. A légitámadás intenzitása és pusztító ereje felülmúlta az elsőét, az amerikai repülőgépek mellett immáron több NATO tagország 64 repülőgépe is részt vett. Ezen az éjszakán hozzávetőleg 40 célpontot támadtak, köztük olyanokat is, amelyeket már az előző napon is csapás ért. A második nap célobjektumainak nem volt akkora a területi sűrűsége, mint az előzőé. A földi telepítésű légvédelmi erők is hírt adtak magukról, észlelték ugyan tevékenységüket, de rakétatámadásaik nem jártak sikerrel.

A harmadik hadműveleti napon, március 26-án immár nappal indították a támadásokat. A légitámadást manőverező robotrepülőgépek, és pilóta vezette repülőgépek a már jól bevált módon valósították meg. A légvédelmi objektumok és a vezetési rendszer elemei továbbra is meghatározó célpontok maradtak. Támadás érte Belgrád és Nis környékét, és nagyobb hangsúlyt fordítottak a szárazföldi és a rendőri erők pusztítására Koszovóban.¹²

Az első időszak összegzése

Az első szakaszban a NATO a legmodernebb haditechnikai eszközök bevetésével jelentős katonai ráhatást tett a szerb vezetésre. Milosevicék azonban hajthatatlanok maradtak, nem hátráltak meg, sőt a koszovói albánok elleni tevékenységük egyre agresszívabbá vált.

Az első támadó légi hadművelet tipikusan az ellenség légierje (és légvédelme) ellen irányuló, a hadszíntér légtere feletti ellenőrzés megszerzése céljából végrehajtott hadművelet volt, igaz nem olyan intenzitással folyt a küzdelem, mint ahogy azt a lehetőségek biztosították volna.

Az igen intenzív elektronikai lefogás, valamint a légi hadviselési eszközök repülési magasságai egész tevékenysége biztosította, hogy a jugoszláv légvédelem nem volt képes érdemben reagálni.

¹²: Bimbó József (2000): A NATO Jugoszlávia elleni légi tevékenysége Hadtudomány X. évfolyam 2. szám

A jugoszláv vezetés is elismerte, hogy katonai potenciáljában jelentékeny károkat okoztak a nagy pontosságú fegyverekkel, még ha az eredmény az előre jelzett szintnél alacsonyabb is volt.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BIMBÓ József (2000): A NATO Jugoszlávia elleni légi tevékenysége Hadtudomány X. évfolyam 2.szám
- [2] Hadtudományi Lexikon A-L(1995): Magyar Hadtudományi Társaság Budapest
- [3] MAGYAR István ezds. (2001): A NATO jugoszláviai légi támadó-hadművelete Hadtudomány XI. évfolyam 3-4. szám
- [4] NAGY Miklós szds. (1994): A Jugoszláv válság katonaföldrajzi háttere Tansegédlet Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Budapest
- [5] SOROSY Tamás (2001): A Jugoszlávia elleni légi háború alapvető tapasztalatai Kodolányi Füzetek Kodolányi János Főiskola Székesfehérvár
- [6] VENICZ László alez., Dr. Jakus János alez., Máthé Imre örgy. (2000): A NATO légitámadó hadművelete Jugoszlávi ellen Tanulmány Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Budapest
- [7] Benjamin S. LAMBETH: NATO's AirWar for Kosovo (2001)RAND California
- [8] KRAJNC Zoltán - BERKOVICS Gábor: A Magyar Köztársasággal határos délszláv államok légierijének általános értékelése, HADITECHNIKA (ISSN: 0230-6891) 2: pp. 7-13. (2002)
- [9] http://www.globalsecurity.org/military/ops/allied_force.htm (2013-03-18)
- [10] <http://www.nato.int/kosovo/all-frce.htm#pb> (2013-03-18)
- [11] <http://www.airforcemag.com/MagazineArchive/Pages/2000/April%202000/0400kosovo.aspx> Kosovo Retrospective - By John A. Tirpak April 2000 (2013-05-15)

Csengeri János¹

A DÉL-SZLÁV LÉGI HÁBORÚ A NATO LÉGI HÁBORÚJA A DÉL-SZLÁV VÁLSÁG MEGOLDÁSA ÉRDEKÉBEN 2.²

Két részes cikkemet az 1999-es Jugoszláv válság katonai rendezéséről, pontosabban a Jugoszlávia elleni NATO légi háborúról, az „Operation Allied Force” több nemzeti hadműveletről készítettem. A téma időszerűségét az adja, hogy a konfliktus a közelmúltban történt, és alkalmazásra kerültek olyan haditechnikai eszközök, amelyek a jövő fegyveres küzdelmeiben óriási szerephez fognak jutni. Gondolok itt a „lopakodó” technológiára, a pilóta nélküli légi járművekre, precíziós fegyverekre, elektronikai hadviselésre, légi vezetés-irányításra, stb. Egy olyan háborúról van szó, amely egyedülállónak tekinthető a hadtörténelemben, ugyanis a politikai célokat sikerült csak a légierő alkalmazásával érvényre juttatni. Ebből adódóan tetten érhető a légierő kulcsfontossága, illetve technikai arzenáljának széles spektruma. A dolgozatban bemutatásra kerül a szemben álló felek hadereje, politikai, katonai céljai; a háború lefolyása és a konzekvenciák levonása.

THE YUGOSLAVIAN AIR-WAR THE AIR-WAR OF NATO TO SOLVE THE YUGOSLAVIAN CRISIS

I wrote my two parted article on the military settlement of the Yugoslavian crisis in 1999 and more precisely on the air-war of NATO against Yugoslavia, about “Operation Allied Force” multinational military operation. The topic is rather up-to-date as the conflict with weapons has happened lately and tools and techniques of warfare have been used which will have major role in the conflicts of the future. By my point of the stealth fighters’ technology, the unmanned aerial vehicles, of the precision weapons, of the electronic warfare and of the air command and control systems, etc. It was a war that could be considered unique in the military history because the political objectives could only be achieved with the use of the air force. Therefore we can see the key role of the air force and the wide spectrum of its technical arsenal. The essay will include the armies of the opposing parties, their political and military objectives, the course of the war and the consequences.

A MÁSODIK IDŐSZAK

Miután az első szakasz véget ért, nem volt elég idő felkészülni a következő fázisra, valamint felmérni az addig elért eredményeket, ezért a támadó légi hadműveletek összemosódtak, nehezen lehet az átmenetet megállapítani köztük. A NATO politikai döntéshozóit sürgette az idő, mindenki minél előbbi sikereket várt el. Nagyobb kockázattal is kellett számolniuk, ugyanis az eljárásokban foglalt repülési magasságokat csökkentették, és ezáltal a repülőeszközök ki voltak téve a közeli hatótávolságú légvédelmi rakétaeszközök fenyegetésének, ugyanis feladataik nagy részét ezek hatósugarán belül hajtották végre. Ezt az indokolta, hogy a szerb légvédelem a légvédelmi rakétáit folyamatosan manővereztette, rejtette, és nagy gondot fordított az álcá-

¹ hdgy., gyakorlati oktató, NKE HHK Összhaderőnemi Műveleti Tanszék, csengeri.janos@uni-nke.hu

² Lektorálta: Dr. habil. Krajnc Zoltán al., egyetemi docens, Nemzeti Közszerződési Egyetem, krajnc.zoltan@uni-nke.hu

zásra is. Ha a hatósugarukon kívül repülnek, nincs értelme radar felderítést végrehajtaniuk, tehát nem fogják felfedni a hollétüket.



1. ábra Az egykori Jugoszlávia (forrás: Paweł Goleniowski, 2006; saját szerkesztés)

További légi hadműveletek, az események főbb jellemzői

A légitámadások átmenet nélkül folytatódtak. Március 27-én és 28-án a NATO-gépek több mint 500 repülőgép-bevetéssel támadtak. A legerősebb a 27-én hajnalban végrehajtott támadás volt 253 repülőgéppel. Támadták Belgrád környékét, Sember repülőterét, Nist, valamint a Koszovóban lévő szárazföldi és rendőri erőket.

Március 30-án találat érte a pancsovai olajfinomítót. Ezzel megkezdődött az olajfinomítók és kőolaj tárolók támadása (folytatva Belgrádban, Nisben, majd Pristinába és sorban a köztársaság területén), mely az embargó következtében egyébként is nehéz helyzetbe került országot újabb területen tette próbára.



2. ábra A belgrádi rendőrség épülete a NATO bombázások után (Marko Andrejic, 2009)

Elkezdődött továbbá a közlekedési infrastruktúra megbontása is, április 1-én megsemmisítették az újvidéki Öreg hidat. Ezen a napon a szerb erők amerikai foglyokat ejtettek, szám szerint hármat, azonban, mivel ez nem hadműveleti területen történt, hanem Macedóniában, ezért nem voltak hadifoglyoknak tekinthetők. Másnap, Milosevic kétségbeesésében katonai segítséghez folyamodott, mégpedig Oroszországhoz.

Elkezdett körvonalazódni, már egy héttel a hadművelet elkezdése után, hogy bár a jugoszláv hadigépezet érzékeny veszteséget szenvedett, a prognosztizált eredményeknek ellentmondva nem omlott össze. Ez annak tudható be, hogy a csapatokat folyamatosan mozgatták, ezzel biztosítva az erők csapás alóli kivonását és harcképességük bizonyos szintű megóvását. A repülő eszközöket áttelepítették tartalék, illetve kényszer repülőterekre ezek többnyire használaton kívüli autópálya szakaszokat jelentettek. Nem tántorodtak el attól a megoldástól sem, hogy a technikai eszközöket, üzemanyag-, lőszer- és egyéb készleteket iskolák, gyárak, kórházak valamint tanyák közelében helyezték el. Milosevicék ugyanis tisztában voltak azzal, hogy a NATO vezetők még a legmegbízhatóbb felderítési információkkal a kezükben sem fognak olyan akciót tervezni, amely magában hordozza a civil lakosság áldozatokká válásának kockázatát. Ismerték ugyanis azt a NATO elvet, miszerint a saját veszteségeken kívül minimalizálni kell a jugoszláv polgári áldozatok számát is. Mindez a hadműveleteknek sajátos, a korábbi háborúk (fegyveres konfliktusok) lefolyásától eltérő jelleget kölcsönzött, mivel korábban nem tisztelték ennyire az emberéleket.

Április első napjaiban már több mint 400 repülőgép állt a szövetségesek rendelkezésére. A csapások során főleg repülőtereket, közlekedési csomópontokat, hidakat, üzemanyagraktárakat, átjátszóállomásokat támadtak. Bombázták a Pristina melletti Slatina repülőterét, lerombolták az ahhoz közeli TV-adóállomást, és folytatták a hidak megsemmisítését is. A katonai és rendőri célpontok között szerepeltek a vezetési pontok, laktanyák, gép- és harcjármű telephelyek Belgrád, Krajlevo, Vrosevac, Prizren, Djakovica és Pec városában.



3. ábra Olajfinomító bombázás után Pristina közelében (forrás: Tanjug, 2013)

Súlyos csapások érték a Belgrádtól délre elhelyezkedő csapatok csoportosításait és létesítményeit is. A kormányt immár nemcsak döntésének megváltoztatására akarták rábírní, hanem fizikailag is igyekeztek megbontani, április 4-én, nem zavartatva húsvét ünnepétől a szövetséges erők csapást mértek a kormányzati épületekre Belgrád szívében, ennek eredményeként megsemmisült a szövetségi és a szerb belügyminisztérium épülete is.

Mivel a szerb vezetés a csapások ellenére sem hátrált meg, ezért a NATO vezetőinek rá kellett jönniük, hogy a légitámadások hatékonyságának növelése és Koszovóba történő áthelyezése nélkül nem lehet megfékezni az etnikai tisztogató tevékenységeket.

A szövetség nem hitt a jugoszlávok azon bejelentésének, hogy befejezik a népiertő tevékenységet, és április 7-én minden eddiginél nagyobb és hatékonyabb légicsapást zúdítottak célpontjaikra.

Megkezdtek április 14-én a Koszovóban állomásozó fegyveres erők következetes megsemmisítését, ehhez feltétlenül szükségesnek bizonyult a légvédelmi rendszer nagyfokú lefogása, valamint tisztában kellett lenniük a terepviszonyokkal is. Nagy előnyt jelentett, hogy a nyugatiak rendelkezésére álltak olyan eszközök, amelyek biztosították a pontos célfelderítés és gyors csapásmérés lehetőségét, ugyanis mint már korábban azt említettem meg kellett birkózníuk azzal a zavaró tényezővel, hogy a harcászati célok rövid ideig tartózkodtak egy adott helyen.

Jugoszláv kárbecslések szerint a háború során eddig a polgári áldozatok száma 500–1000, az anyagi kár mintegy százmillió dolláros. A polgári sebesültek száma kb. 4500 fő. A katonai halottak és sebesültek számáról egyik fél sem közölt adatokat. Igen jelentős volt a környezet-szennyezés is.

Április 21-én és 22-én magát Milosevicet is célba vették, hiszen csapást mértek pártjának székháza ellen és rakétatámadás érte egyik újvidéki házát, amely vezetési pontként is funkcionált. Úgyszintén Újvidéken az utolsó híd is megsemmisült.

Belgrádi jelentés szerint április 25-ig a légi támadások leginkább a főváros, Belgrád déli negyedét, Rakovicát sújtották, amely Jugoszlávia legjelentősebb ipari övezete. Eddig 50 gyár és 20 híd semmisült meg Szerbiában.

27-én nagy erejű támadások érték Pristinát. A hónap végén, április 29-én újabb csapás érte a civil lakosságot, rakéta csapódott Szófia egyik lakónegyedébe. A szövetséges erők magukra vállalták a felelősséget és technikai hibával magyarázták a tragédiát.

Április végére a napi átlagos repülőgép bevetés 300 fölé emelkedett, és átlagosan 80 célra mértek csapást, 50-et stacioner-, 20-30-at mozgó célpontokra.

A küzdelem új fejezeteként áprilisban bevetették az úgynevezett „impulzus bombát”, azt a nagyenergiájú fegyvert, amely rádióhullámokat kibocsátva polgári áldozatok ejtése nélkül súlyos csapást képes a szembenálló fél kommunikációs rendszerére mérni, megzavarva és megbénítva azt. A hagyományosnak mondható légicsapás eszközeit kiegészítették az úgynevezett információs csapással („cyber attack”), melyekkel a szerb fél számítógépes hálózatára és külföldre irányuló pénzügyi követeléseire kívántak hatással lenni. Mindez előre vetítette a jövő háborúinak új spektrumát, a XXI. század hadviselésének új profilját. Ez az informatikai háború, amely a későbbiekben mai szemmel szinte még felbecsülhetetlen előnyökhöz juttathatja annak sikeres alkalmazóját. Ilyesmi még nem fordult elő korábbi háborúk során. Az ehhez hasonló csapások célpontja volt a légi forgalmi irányítás és az erőművek irányítórendszere is, továbbá az sem kizárt, hogy a légvédelem is áldozatul esett a cyber támadásnak és ez okozhatta nagyfokú passzivitását.

Május 2-án és 3-án (48 óra alatt) a NATO több mint 600 repülőgép-bevetést hajtott végre. Újabb tizenkét hidat rongáltak meg, nyolc átjárászó létesítményt romboltak le. Május 2-án sikeres csapást mértek a jugoszláv honvédelmi minisztérium és a hadsereg-főparancsnokság épületeire is.

Még egy újabb fegyver is bevetésre került, ami nem volt más, mint a grafitbomba, ami ugyancsak „humánus” fegyver volt. Működési elve nem más, mint ledobása után grafit por és grafit szálacskák borítják be adott sugárban a területet, melyek eredményeként az elektronikai berendezésekben zárlat keletkezik, ami emberek százazreinek okozott kellemetlenséget fél-, egy napos időtartamokra. Ezt olyan figyelmeztetésnek szánták, ami arra hívja fel a figyelmet, ahogy egy NATO szóvivő fogalmazott: „... a NATO kikapcsolhatja a villanyáramot, ha szükségét látja”. Ennek tükrében nyilvánvalóan újabb fenyegetést jelentett a jugoszláv erőkre nézve, hogy a szövetségesek rendelkeztek olyan erőforrással, amivel gyakorlatilag bármikor megbéníthatták a katonai számítógépeket, ezáltal a vezetés teljes struktúráját.

Újabb, meglehetősen kényes szituációba bonyolódott a NATO egy a május 8-án végrehajtott légítámadások során. Egy B-2-es stratégiai bombázó precíziós fegyverével tévedésből a kínai nagykövetség épületére mért csapást a fegyverek exportálásával és importálásával foglalkozó Szövetségi Beszerzési és Ellátási Igazgatóság épülete helyett. Nagyméretű diplomáciai bonyolalommal járó eset után Javier Solana kifejezte bocsánatát a kínai álmossal szemben, és megelőzendő a további hasonló atrocitásokat, két hét időtartamra felfüggesztették a főváros támadását. A tévedést nem a légierőnek, hanem a hanyag épület meghatározást végző felderítési szolgálatnak tulajdonították.

Május 14-én az addigi legerősebb légi támadást hajtották végre. 2–3 óra alatt 679 repülőgép-bevetéssel támadták a jugoszláv szárazföldi hadsereg erőit: gépesített-, páncélos- és tüzérségi egységeit, a katonai objektumokat és laktanyákat. NATO-adatok szerint ez időben még mindig

kb. 40 ezer fős jugoszláv katonai és rendőri erő állomásozott Koszovóban.³

A légi hadművelet két hónapjában, március 24-től május 25-ig megsemmisítették:

- a telepített légvédelmi rendszer (lokátor állomások, rakétaállások) 75%-át;
- az önjáró (manőverképes) légvédelmi rakétakomplexumok 12%-át;
- a MIG-29 vadászrepülőgépek 70%-át;
- a teljes katonai repülőgép-állomány 34%-át (kb. 100 repülőgép);
- a nehézfegyverzet kb. 32%-át (150 harckocsi; 160 PSZH és tüzérségi löveg);
- a 14 rádiólokátor-állomás közül 9-et;
- a lőszerraktárak 50%-át;
- 40 rádióadó, vagy átjátszó állomást;
- a 7 üzemanyag-tároló komplexumból 4-et és mindkét olajfinomítót;
- a harcálláspontok (katonai vezetési pontok) közül 14-et;
- a Koszovóban állomásozó jugoszláv katonai és rendőri élőerő 31-32%-át⁴.

Elkezdődtek május közepére a béketárgyalásokat indítványozó látogatások a térségben. Strobe Talbott az amerikai külügyminiszter helyettese, az egykori orosz elnök, Csernomirigin és Kofi Annan, az ENSZ akkor főtitkára is ellátogatott a régióba.

Milosevic jugoszláv elnöknek május végére világossá vált, hogy nem tud kihez segítségért folyamodni, szövetséges nélkül maradt. Ezzel egy időben az Észak Atlanti szövetség megkapta az engedélyt a macedón, a román, az albán, a bolgár és a horvát légterek használatára, amelyeken keresztül immár korlátozások nélkül tudta támadni ellenségét az összes hadműveleti irányból.

A szerb vezetés megkezdte egy több lépcső mélységű védelem kiépítését egy, az ő általa megjósolt szárazföldi akció kivédése ellen, amit Macedónia, Albánia valamint Magyarország irányából vártak. Tette ezt annak ellenére, hogy a NATO szárazföldi erőinek parancsnoka folyamatosan tagadta a rendelkezésére álló szárazföldi erők bevetését, illetve folyamatosan a légi csapások intenzitásának fokozására koncentrált a szövetséges vezetés.

Május végére az időjárás újra a támadásoknak kedvezett, és 29-én és 30-án nagy intenzitású bombatámadás érte Újvidéket, immáron harmadszorra támadták, és a földdel tették egyenlővé a televízió épületét. A hónap végéig a repülő kötelékek teljesítették a 25 ezredik repülő bevetést is.

Június 3-áig kellett várni, amíg Milosevic elfogadta a G-8-ak paktumát, ami magában foglalta a teljes NATO követeléseket is. Ez volt a 72. hadműveleti nap. Addig azonban, amíg a tényleges erő kivonás meg nem kezdődött Koszovóból, kisebb intenzitással ugyan, de folytatódtak a támadások.

Június 9-én aláírták a szerb hadsereg és a különleges rendőri erők kivonásáról szóló katonai-technikai megállapodást, mely találkozóinak résztvevői a NATO és Jugoszlávia képviselői voltak. Megtették a válságkezelés politikai úton történő megoldásának első lépéseit.

³ Sorosy Tamás (2001): A Jugoszlávia elleni légi háború alapvető tapasztalatai Kodolányi Füzetek Kodolányi János Főiskola Székesfehérvár

⁴ adatok: Bimbó József (2000): A NATO Jugoszlávia elleni légi tevékenysége Hadtudomány X. évfolyam 2. sz.

Jugoszlávia 1999. június 10-én kezdte meg kivonni erőit Koszovóból. Ezzel együtt számos nyugati állam és Oroszország megkezdte a már korábban összeállított békefenntartó erőinek (KFOR) telepítését a tartományba. A NATO főtitkára bejelentette, hogy beszünteti a légi hadműveletet. Még az utolsó héten is igen komoly légitámadásokat hajtottak végre a szövetséges erők, amíg a békekötés körüli tárgyalások zajlottak.⁵



4. ábra Szarajevói toronyház 15 évvel ezelőtt és napjainkban (forrás: Jim Marshall, 2011)

A második időszak összegzése

A második szakaszban, azaz március 17-től a NATO folyamatosan, az előzetes bejelentések tükrében kiterjesztette és bővítette támadott célpontjai körét és fajtáját, megnövelte csapásainak számát és intenzitását úgy Jugoszlávia, mint Koszovó egész területén, a szerb hadsereg és rendőri erők ellen. Nem sok időnek kellett eltelni ahhoz, hogy a szövetséges döntéshozók felbátorodjanak, és nem csak éjszaka, hanem nappal is csapásokat mérjenek, mindezt több hullámban, komplex kötelékekben hajtották végre. A nappali támadások végrehajtásának feltétele volt azonban, hogy lefogják a szerb légvédelmet, elektronikai zavarással és a technikai eszközök, létesítmények (repülőterek, rakéta harcrendek, lokátorok) pusztításával.

Ezen szakasz faladatai napról napra exponenciálisan emelkedtek. Megkezdődtek a csapásmérések az infrastruktúra, az úthálózat, a közlekedési csomópontok, kommunikációs rendszerek lényegi elemeire, valamint az ország hadászati jelentőségű objektumaira. A legnagyobb sajnálatra a polgári lakosság is jelentős, igaz nem szándékos pusztításnak lett áldozata. A második fázis semmiképpen sem nevezhető megszokottnak, nem úgy, mint az első szakasz. Lényegi oka ennek, hogy a szárazföldi beavatkozás elmaradt, és a kivívott légi uralmat nem tudták a földön

⁵ Venicz László alez., Dr. Jakus János alez., Máthé Imre őrgy. (2000): A NATO légitámadó hadművelete Jugoszlávia ellen Tanulmány Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Budapest

is kamatoztatni.

A légitámadások során jól megfigyelhető volt, hogy hogyan valósítják meg a harctevékenység színhelyének elzárását azoktól a szerb erőktől, amelyek még nem voltak harcérintkezésben.

A „hadászati súlypontként” aposztrofált célpontok, úgy, mint az ország életképességéhez elengedhetetlen kommunikációs-, energia- és közlekedési hálózat, a politikai-katonai vezetés és a termelőkapacitás pusztítása a NATO szabályzatokban foglaltaknak megfelelően zajlottak. Bizonyos fokú mérsékléssel, de folyamatosak és ésszerűek voltak a fent említett objektumok bombázásai, amit az ország hadviselési képességeinek bénítása céljából, a haderő bomlasztására, hadrafoghatóságának megtörésére hajtottak végre.

A NATO támadó légi hadművelete tehát sikerrel járt, amelyben kezdetben sokan kételkedtek, és nem bíztak abban, hogy csupán a légierő alkalmazásával megvalósítható egy ilyen politikai döntés kikényszerítése. A jugoszláv csapatokat végül kivonták Koszovó területéről, az etnikai tisztogatás megszűnt, és elkezdték tevékenységüket a szövetség országainak békefenntartó erői.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BIMBÓ József (2000): A NATO Jugoszlávia elleni légi tevékenysége Hadtudomány X. évfolyam 2.szám
- [2] Hadtudományi Lexikon A-L(1995): Magyar Hadtudományi Társaság Budapest
- [3] MAGYAR István ezds. (2001): A NATO jugoszláviai légi támadó-hadművelete Hadtudomány XI. évfolyam 3-4. szám
- [4] NAGY Miklós szds. (1994): A Jugoszláv válság katonaföldrajzi háttere Tansegédlet Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Budapest
- [5] SOROSY Tamás (2001): A Jugoszlávia elleni légi háború alapvető tapasztalatai Kodolányi Füzetek Kodolányi János Főiskola Székesfehérvár
- [6] VENICZ László alez., Dr. Jakus János alez., Máthé Imre örgy. (2000): A NATO légitámadó hadművelete Jugoszlávia ellen Tanulmány Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Budapest
- [7] Benjamin S. LAMBETH: NATO's AirWar for Kosovo (2001)RAND California
- [8] http://www.globalsecurity.org/military/ops/allied_force.htm (2013-03-18)
- [9] <http://www.nato.int/kosovo/all-frce.htm#pb> (elérve: 2013-03-18)
- [10] <http://www.airforcemag.com/MagazineArchive/Pages/2000/April%202000/0400kosovo.aspx> Kosovo Retrospective - By John A. Tirpak April 2000 (2013-05-15)

János Nagy¹

BLUE FORCE SITUATIONAL AWARENESS INTEROPERABILITY²³⁴

In today's joint operational environment, the military has numerous service-specific command and control and situational awareness systems that are not interoperable. This deficiency adversely affects the ability of joint warfighters and the lack of interoperability prevents sharing of information, and increases the risk of fratricide. This article shortly describes the history and significance of the blue force tracker systems and uncovers the reasons for the lack of interoperability and suggests the way ahead.

BARÁTI ERŐK HELYZETELEMZŐ ÉS ÉRTÉKELÉSI RENDSZEREINEK EGYÜTTMŰKÖDÉSI KÉPESSÉGE

Napjaink összhaderőnemi műveleti környezetében számos haderőnem specifikus vezetési, irányítási és helyzetértékelő-elemző rendszer található, melyek nem képesek az együttműködésre. Ez a hiányosság hátrányosan érinti a katonákat, akik a különböző rendszerek együttműködésének hiánya miatt nem kapják meg a szükséges információt, növelve ez által a baráti tűz bekövetkezésének esélyeit. A cikk röviden ismerteti a baráti erők helyzetét jelző rendszerek történetét és jelentőségét, feltárja az együttműködési képesség hiányának okait és javaslatot tesz a jövőre vonatkozóan.

INTRODUCING BLUE FORCE TRACKING SYSTEMS

Blue Force Tracking is a GPS-enabled system that provides the location of friendly forces, with the color of blue denoting friendly forces. The system provides a common picture of the location of friendly forces, therefore it is referred to as the „Blue Force” tracker [1]. It gives ground commanders and pilots a clear picture of situational awareness (SA) and assists with battlefield or airspace deconfliction. BFT helps to increase combat effectiveness and prevent fratricide with accurate friendly position mapping and communications.

The system integrates the Blue Force Common Operational Environment (COE) into a Common Operational Picture (COP). It will identify the status of joint and coalition forces operating throughout the battlespace, both within and beyond the line of sight. [2]

¹ Colonel, Hungarian Defence Forces, 86. Szolnok Helicopter Base, nagyjahung@gmail.com

² This study supported by Social Renewal Operational Program (SROP) - 4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 titled with „The critical infrastructure protection”. (Sub-project: “Civil Systems The development of procedures of peace support operations and hazard situation treatment.”)

³ Publisher's readers: Lt. colonel Mátyás Palik (PhD), Associate Professor, National University of Public Service Military Science and Army Officer Training Faculty Institute of Military Technology Department of Military Aviation, palik.matyas@uni-nke.hu

⁴ Publisher's readers: Lt. colonel Zoltan Krajnc (PhD), Associate Professor, National University of Public Service Military Science and Army Officer Training Faculty, krajnc.zoltan@uni-nke.hu



Soldiers in combat can see blue icons on the computer screen inside their aircraft or vehicle to locate their teammates. They can plot improvised explosive devices and enemy locations with red icons on the same computer map, alerting other friendly units. BFT systems displays a variety of markers on area maps including blue force positions and status, known red force positions and engagement locations. This can be described as the digitized version of the hard copy maps with overlays in combat operation centers [3].

HISTORY AND NECESSITY OF BLUE FORCE TRACKING SYSTEMS

Prior to the first Persian Gulf War combat identification had not been viewed as a system requirement by military forces. [4] Development had focused on measures to increase the survivability of vehicles and crews. During that conflict, however, fratricide was recognized as a significant risk and attempts were made to assist with target identification.

Allied vehicles were outfitted with fluorescent orange panels, which also had chevrons painted on them to differentiate them from enemy vehicles. Dust and smoke frequently obscured the panels and rain and fog could covered infrared reflections, making the identifying panels ineffective [5].

The Anti-Fratricide Identification Device (AFID) was deployed to prevent air-to-ground fratricide. AFID consisted of an infrared beacon using two infrared diodes. A major concern with this beacon technology was that enemy forces could detect AFID emissions and use them to target coalition vehicles [6].

Identification is made especially difficult for soldiers in environments such as Afghanistan by the asymmetric nature of that conflict, characterized by a difficulty in knowing who the enemy is, and where they are. Operating in unfamiliar environment among different nations often leaves soldiers with limited knowledge to distinguish neutral from potentially hostile soldiers.

Several factors contribute to a greater risk of fratricide in the modern battlespace. Weapons have longer ranges than in past conflicts, meaning that targets can be engaged before it is possible to acquire positive identification [7].

The greater range of weapon systems also means that remote sensors, which may provide only partial cues to identity, must be relied on to a greater extent. Greater mobility of forces has led to operational environments in which forces are more dispersed, making it more difficult to maintain good situational awareness (SA).

Failures of situational awareness, command and control and communication frequently contribute to fratricide and neutricide⁵ incidents. All of these issues are exacerbated in high-tempo operations that decrease margins of error [8].

In addition to the greater risk of fratricide and neutricide, the use of more precise weapons and

⁵ Neutricide is the term to describe incidents when civilians and civilian infrastructure are accidentally targeted or misidentified and deliberately targeted



surveillance allows fratricides and neutricides to be more easily detected [9]. Accidental deaths and injuries due to friendly fire that may have gone unexplained in past conflicts can now be more accurately identified as fratricide or neutricide.

Blue-Force Tracking systems help to mitigate the risk of fratricide by supplying positional information regarding friendly units. BFT directly enhances situational awareness by providing location information of friendly units. BFT also enhances joint/coalition interoperability through transmitting of blue-force positional data. Another advantage of BFT systems is that friendly position data can be fused with tactical data to further enhance situational awareness.

BLUE FORCE TRACKING SYSTEM CHALLENGES

Operational need for BFT has risen exponentially since the onset of the global war on terrorism.

The variety of devices and different capabilities they provide have created interoperability problems that directly affect the ability to exchange this data at the tactical level. These challenges will increase unless a joint capability is developed that can meet all mission requirements.

Interoperability

In today's joint operating environment, the military has numerous service-specific command and control and situational awareness systems that are not interoperable because of the differences in data standards, protocols, security requirements and procedures [10]. This deficiency adversely affects the ability of joint warfighters and the lack of interoperability prevents sharing of vital information, and increases the risk of fratricide.

Historically, the Services have been responsible for designing, procuring, introducing, and sustaining their own equipment [11]. Unfortunately, Service specific requirements do not facilitate joint interoperability today. These systems were developed individually, without coordinating with other services. This means that warfighters can see only a fraction of the friendly forces on the battlefield.

Operation Iraqi Freedom highlighted the limiting fact that US Army and Marine Corps situational awareness systems were not interoperable at the tactical level. As the Army moved towards Baghdad on the west side of the Tigris/Euphrates Valley, they could not „see” the Marine Corps units moving on the east side. The task organization for offensive operations in Fallujah required a force mix of seven Marine Corps battalions and two Army battalions. During execution, none of these battalions could exchange digital information with each other [12].

Communication network

A significant weakness of BFT is that it depends on a communication network to gather data and to transmit an integrated picture. Such networks are subject to failures that could leave units without BFT information. Although the goal for a BFT system is real-time position data, in real life this is extremely



difficult to achieve and these systems typically suffer a lag of several minutes [13]. This may be too long to maintain an accurate picture when units are moving, especially at high speed.

Blue Force Tracking satellite-based system is subject to the limitations of a space-based communications system. Because the system is susceptible to deadspace, blackouts, and solar interference, current locations are not always updated when BFT signals are blocked from satellite receivers by terrain or satellite position [14].

Space-based communication also increases operating costs when military satellites can not be used. Use of commercial systems also brings up the question of sensitivity and reliability of data, particularly when service providers are foreign owned and operated.

Blue force information security

Information security is paramount during combat operations. The BFT system automatically reports the users current position, providing and displaying near real-time position reports of all units on the battlefield to the user. If this system is compromised, the enemy can use this information to target or avoid friendly units operating in their areas.

The classification of the data plays an important role in designing these systems. There is a significant debate about the proper classification of BFT data. For example, the Army approaches the classification problem from the perspective of providing every soldier with a BFT capability in the future. Since it is unrealistic to get every soldier a security clearance, they fight for declassification of BFT data for users below the squad level.

Most of the combatant commands believe that classification is mission dependent, for example Personnel Recovery or Special Operation BFT systems should operate at a classified level [15].

Currently, intelligence, and information system experts are working on this issue, and are considering a compromise where data generated from users below the squad level is considered unclassified and everything above classified [16].

Establishing a policy on the classification of BFT data is a fundamental in developing a joint capability. There is a joint need for safe communication among all friendly forces. Network vulnerabilities that potentially provide enemy forces with this type of information must be guarded against at all costs.

THE WAY AHEAD

Interoperability

The complexity of warfare and the joint environment highlight the need for a joint capability in this critical area. The requirement for an interoperable BFT system is very important due to the high level of joint operations.

Under the Coalition Blue Force Situational Awareness project experts are working with Ministry



of Defense staff and contractors to develop the operational and tactical level exchange of BFT data between the U.S. and the United Kingdom's situational awareness systems. A similar effort is ongoing among NATO coalition partners. While sharing information with NATO nations is a key factor, a more important outcome could be the cooperation to establish an international standard for BFT data [17].

The growth of BTF devices will exacerbate interoperability problems. One device will not be able to satisfy all requirements, but there is a significant need for reduction in the number of systems used. The continued Service-centric development of BTF devices will be totally inadequate for the future.

Having fewer types of devices would limit the various architectures and configurations and this would improve interoperability and training efforts. The ability of devices or systems to intercommunicate would facilitate efficiency and effectiveness. Maintenance and sustainability would also improve with a focused effort on fewer numbers of systems.

As a solution a family of systems approach must be adopted to reduce the number of different systems currently being used to fulfill the same capability requirement. Furthermore, several of the devices are produced by the same contractor, yet many of these devices are incapable of communicating to each other [18].

Communication network

The future challenges make it clear that the military must be prepared to operate in any climate and place. The ability to deploy and operate globally on short notice requires global coverage for the collection and dissemination of BFT data. Current communications architectures can best be described as theater specific.

Space power is a decisive, asymmetrical advantage for the United States, especially for the U.S. military. But heavy reliance on overhead assets creates some vulnerability. Most potential adversaries study and understand U.S. capabilities, and try to adapt technologies to overcome their own disadvantages [19].

BTF systems relies heavily on commercial satellite access. Commercial systems not under the control of the military, significantly degrades combat effectiveness. The government has to pay for service, therefore reducing the likelihood of using this system in a training environment.

Creating a system that can operate via satellite as well as terrestrially would be beneficial. This capability would reduce satellite service costs and would lead to an increased efficiency of limited bandwidth.

Enhancing Expeditionary Capabilities

Present BFT systems work relatively well in the current static operating environment, where units are located on permanent forward operating bases. Any future BFT system that is developed must be expeditionary [20]. It must be available for use during training, and ready to deploy with minimal coordination.



The rapid employment of expeditionary operations does not allow satellite service contracts. Some geographical locations in the world lack satellite coverage. Units require the ability to deploy to any location worldwide and to have communication with their C2 architecture.

Expeditionary operational requirements are not predictable. Present BFT system is heavily reliant on satellite communications and it is limited by civilian contractual agreements. With budgeting constraints impacting armed forces, it is unlikely that they would spend money to have satellite coverage available in all parts of the world.

SUMMARY

The chaotic battlefield environment requires a system that is secure, expeditionary, and standard across coalition forces and the services. The goal is to provide an integrated Blue Force picture to the warfighter, using equipment they already have, and were already trained to use.

The variety of devices and different capabilities they provide have created interoperability challenges that directly affect the ability to exchange this critical data at the tactical level. These challenges will increase unless a joint capability is developed that can meet all mission set requirements.

Interoperability is the foundation of effective joint, multinational operations. Interoperability is a mandate for the future joint force, especially in terms of communications and information sharing. Information systems and equipment that enable a common relevant operational picture must work from shared networks that can be accessed by any appropriately cleared participant.



REFERENCES

- [1] http://www.capefox-gs.com/pc/projects_bft/index.html downloaded 04.04.2013
- [2] U.S. Army's common operating picture tool continues to evolve <http://www.army.mil/article/92364/> downloaded 04.06.2013
- [3] Blue Force Tracking: Building a Joint capability Lieutenant Colonel Michael M. Sweeney United States Marine Corps p.3
- [4] Doton, L. (1996). Integrating technology to reduce fratricide. *Acquisition Review Quarterly*, Winter, 1-18.
- [5] Hayhurst, G. (1991). The case for IFF provision for UK ground forces. *Defense & Security Analysis*. <http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713412200>.
- [6] Doton, L. (1996). Integrating technology to reduce fratricide. *Acquisition Review Quarterly*, Winter, 1-18.
- [7] Comparison of Identify-Friend-Foe and Blue-Force Tracking Decision Support for Combat Identification David J. Bryant David G. Smith Defence R&D Canada Technical Report DRDC Toronto TR 2009-214 February 2011 p.16
- [8] Kogler, T. M. (2003). The effects of degraded vision and automatic combat identification reliability on infantry friendly fire engagements. Army Research Laboratory (ARL-RP-0065) Aberdeen Proving Ground, MD.
- [9] Defense Science Board (1996). Defense Science Board Task Force on Combat Identification. Report Number: 20301-3140.
- [10] Situational Awareness In Hand November 2010 By George I. Seffers, *SIGNAL Magazine* <http://www.afcea.org/content/?q=node/2434>
- [11] Lieutenant Colonel Sandy Yanna, 4. Comments on OUSD(AT&L)'s Legacy Assessment of Ground Blue Force Tracking Systems (U.S. Army Space and Missile Defense Command, Joint Blue Force Situational Awareness Mission Management Office, 2007) p.3
- [12] "Adopting joint": Interoperability through convergence 2005 ; Jim Smith LtCol ; Mike Sweeney LtCol ; Defense AT&L; vol 34 no 5; Sep-Oct 2005; p37-40
- [13] Ackerman, R. K. (2005). Army Intelligence Digitizes Situation Awareness. *Signal*, July.
- [14] Blue Force Tracker and Army Aviation Operations in Afghanistan By: MAJ Nathan K. Watanabe http://www.quad-a.org/index.php?option=com_content&view=article&id=265
- [15] Blue Force Tracking: Building a Joint capability Lieutenant Colonel Michael M. Sweeney United States Marine Corps p.15
- [16] Blue Force Tracking: Building a Joint capability Lieutenant Colonel Michael M. Sweeney United States Marine Corps p.15
- [17] Joint Blue Force Situational Awareness: By John Brophy and Preston A. Cooper Spring 2005 *Army Space Journal* p.21
- [18] Blue Force Tracking: Building a Joint capability Lieutenant Colonel Michael M. Sweeney United States Marine Corps p.16
- [19] Lieutenant General Larry J. Dodgen, "U.S. Army, Space: Inextricably Linked to 17. Warfighting," *Military Review* (January-February 2006): 88.
- [20] The Need for Joint Blue Force Situational Awareness Interoperability EWS Contemporary Issues Paper Submitted by Captain R.A. Hope to Major A.A. Angell, CG 11 19 February 2008 p.8

Dunai Pál¹

OROSZ ÉS UKRÁN RPA² ESZKÖZÖK ÉS FEJLESZTÉSI IRÁNYAIK. A KEZELŐSZEMÉLYZET FELKÉSZÍTÉSÉNEK RENDSZERE OROSZ- ORSZÁGBAN I.³

Az RPA eszközök fejlesztése és alkalmazása még a Szovjetunióban megindult. Jelenleg is jelentős az eszközök fejlesztésének tempója a keleti országokban. Mind a katonai mind a polgári alkalmazás lehetőségeit folyamatosan vizsgálják és a már meglévő eszközöket sikerrel alkalmazzák mindkét területen. A több részben publikálandó cikkben bemutatom a főbb fejlesztési irányokat, eszközöket és rendszereket, valamint a kezelőszemélyzet képzésével kapcsolatos orosz nézeteket.

DEVELOPMENT DIRECTIONS OF RUSSIAN AND UKRAINIAN RPA'S. TRAINING SYSTEM OF RPA'S STAFF IN RUSSIA

Development and application of RPA resources from the Soviet Union began. Currently, a significant improvement in the pace of assets in the Eastern countries. Both military and civilian applications are subject to ongoing review and the existing tools used successfully in both areas. The article describes the main lines of development, devices and systems, as well as Russian views on the training process of personnel.

AZ OROSZ RPA ESZKÖZÖK FEJLESZTÉSI PERSPEKTÍVÁI

Napjainkban a pilóta nélküli harci repülőgép fejlesztési perspektíváit egy sor tényező kombinációja határozza meg. Mindenekelőtt a merev és forgószárnyas repülőgépek egyre növekvő beszerzési költségei, a pilóta képzés növekvő pénzügyi vonzata – annak ellenére, hogy a feladatok széles körének megoldásához már nem szükséges az ember jelenléte a fedélzeten. Ez okból, a katonai célú RPA alkalmazások számának szemmel látható növekedése a jövőben is megmarad. Emellett, számos országban zajlanak olyan fejlesztések, amelyek célja, hogy olyan, alapvetően új modelleket dolgozzanak ki, amelyek szemben az ember által vezetett repülőeszközökkel, jelentősebb terhelés elviselésére képesek, valamint, olyan fejlett irányítási rendszerekkel rendelkezzenek, amelyek az irányító személyzet munkáját jelentős mértékben megkönnyítik. Az RPA-k alkalmazása lehetőség a pilóták életének megmentésére, a lehetséges emberi veszteségek csökkentésére. Annak figyelembe vétele, hogy a modern légvédelmi eszközök nem csak korszerűbbekké váltak, hanem szinte minden ország hadseregében jelen vannak az előző megállapítást még aktuálisabbá teszi. Az ilyen korszerű rendszerek a lehetséges hadműveleti területen korlátozhatják a harcászati repülőerők alkalmazását és komolyan megnehezíthetik az

¹ (PhD), alezredes, egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő tanszék, dunai.pal@uni-nke.hu

² Remotely Piloted Aircraft: Távirányítású repülőgép. Az orosz szaklexikában a «дистанционно пилотируемый летательный аппарат ДПЛА» vagy «беспилотный летательный аппарат БПЛА» kifejezést alkalmazzák. A cikkben szinonimaként mindkét orosz fogalmat használok.

³ Lektorálta: Prof. Dr. Óvári Gyula ny. okl. mk. ezds., egyetemi tanár, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, ovari.gyula@uni-nke.hu

ellenség földi célpontjaira mérhető csapások lehetőségét.

A légvédelem fejlődésével egyidőben erőteljes fegyverzeti fejlesztés történt a légierőben is. A jelenlegi körülmények között a nagypontosságú fegyverek és alkalmazásuk nagy hatótávolsága kizárja annak szükségességét, hogy a repülőgép közel kerüljön a támadott célponthoz. Az ember által vezetett repülőeszközök egyszerűen folyamatosan átalakulnak a fegyverek szállítóeszközeivé. A modern katonai légijárművek csapásmérő funkciói 2 irányra szűkültek le. Abban az esetben mikor a megsemmisítendő cél már korábban ismertté vált – a repülőgép a fegyvert csak közel viszi a célhoz. Ha a célok közvetlenül a harc során kerülnek kijelölésre – őrzátozik az alkalmazási zónában azért, hogy biztosított legyen a cél felderítésétől a megsemmisítéséig eltelt idő minimalizálása. Mindkét esetben a célfelderítést nem azzal az eszközzel törekednek elvégezni, amely a fegyvert szállítja. Mivel minél hosszabb ideig tartózkodik a repülőgép az ellenséges légvédelem tevékenységi zónájában, annál valószínűbb a megsemmisítésének lehetősége. Ez azt eredményezheti, hogy a földi célok elleni csapásméréshez a pilóta jelenléte egyre inkább szükségtelenné válik. A repülőgépvezető elveszíti szerepét a célfelderítésben és célmegjelölésben. Sőt a pilóta jelenléte növeli a repülőeszköz méreteit, amely növeli annak esélyét, hogy az ellenséges légvédelem felderíti az eszközt. Ezen kívül a pilótás repülésben korlátozott a manőverező képesség a túlterhelések miatt, ami az ember szervezetére hat az ellenséges légvédelem ellen folytatott manőverek és a célra csapás manővere során. A járőrözés lehetséges időtartamát is csökkentheti az ember jelenléte a fedélzeten.



1. ábra RPA Irkut-10

E tényeknek az összessége elvezethet ahhoz, hogy a földi célok elleni támadásokban eltekintenek az ember által végrehajtott repülésektől. Ezzel együtt a harcászati légierő még viszonylag hosszú időn keresztül támaszkodik majd a repülőgép-vezetőkire, mivel a légi harcban a „lecserélése” lényegesen összetettebb, mint a különböző légi csapásmérő fegyverek eljuttatása a földi célponthoz.

Az a fejlesztési program, amely az Orosz Föderáció Légierője számára a pilótánélküli légi járművek létrehozására irányul arra is hivatott, hogy megszüntesse azt az lemaradást, amely jellemzi ezt a területet a világ e területen vezető országaihoz képest. Jelenleg RPA eszközöket a világ sok országában gyártanak, többek között Oroszországban is. Jelentős számú orosz vállalat viszonylag

magas technológiai színvonalú kisméretű és kis hatótávolságú pilótanélküli eszközt állít elő, amelyek feladataikat kis magasságban képesek végrehajtani. Ezeket az eszközöket használják az orosz rendvédelmi erők, a Rendkívüli Helyzetek Minisztériuma⁴, különféle polgári szervezetek és még külföldi megrendelők igényeit is kielégítik. Már korántsem ennyire jó a helyzet a nagy magasságban nagy hatótávolsággal rendelkező eszközök tekintetében. Ezen a területen az USA és Izrael vezető helye megkérdőjelezhetetlen. Még az EU országok is az amerikai és izraeli eszközöket vásárolják, annak ellenére, hogy folyik a saját eszközeik fejlesztése is. Oroszország másik jelentős problémája az, hogy amennyiben nincs saját fejlesztési és gyártási kapacitása, akkor ezeknek az eszközöknek a beszerzése az európai országoktól eltérően nem lehetséges. Ennek a helyzetnek két alapvető oka van. Először, valóban modern és korszerű eszközt az oroszok számára senki nem ad el – mivel úgy alakult, hogy a lehetséges eladók számára az Orosz Föderáció potenciális ellenségnek számít. Viszonylag modern RPA-kat még Izraeltől sem tudtak beszerezni (egyrészt azért, mert ezt Izrael sem akarta, annak érdekében, hogy megőrizze a ma létező technológiai fölényt a fegyverpiacon a potenciális konkurenciával szemben, és ebben az Egyesült Államok nyomása is szerepet játszott).



2. ábra RPA Altius

Másrészt Oroszország számára a saját katonai eszközök fejlesztése és gyártása nemzetbiztonsági kérdésként merül fel. Az ország haditechnikai ellátása nem függhet valamely külföldi forrástól, mivel az a legérzékenyebb időszakban akár meg is szűnhet. Emellett minden fegyverexportőr, aki fejlett technológiájú fegyvert ad el törekszik annak a lehetőségét megakadályozni, hogy a fegyvert saját maga, szövetségesei vagy esetleg akár harmadik fél ellen bevessék, ha ez valamely módon ellentmond saját érdekeinek.

Ezeket a tényeket figyelembe véve jelenleg az orosz Védelmi Minisztérium⁵ megrendelése alapján az országban az RPA-ák fejlesztésének munkálatai 3 irányban zajlanak. Az első program a közepes magasságban alkalmazható hadműveleti-harcászati eszköz, melynek neve

⁴ Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

⁵ Министерство Обороны Российской Федерации

„**INOHODEC**”⁶, melynek felszálló tömege 1 tonna. Jellemzői alapján az amerikai MQ-1 Predator RPA-ra hasonlít. A második eszköz („**ALTIUS**”⁷), melynek tömege 5 tonna és nagy repülési magasságon jelentős repülési hatótávolsággal kell rendelkeznie, jellemzői szerint szintén az amerikai MQ-9 Reaper orosz megfelelője. Ez az eszköz képes földi célokra rakétacsapást mérni. A harmadik fejlesztési irány a nehéz csapásmérő pilótánélküli repülőgép („**VADÁSZ**”⁸). Sorozatgyártásban készülő megfelelője ennek az eszköznek jelenleg nincs, annak ellenére, hogy sok országban zajlanak kutatások ebben az irányban. Jelenleg erről a három programról a nyilvánosan hozzáférhető forrásokban nagyon kevés információ található. Még zajlik a mérnöki munka így a leendő orosz RPA-ról konkrét adatokat közölni meglehetősen nehéz. Az „**INOHODEC**” tervről csak a fejlesztéshez szükséges tudományos-kutatómunka hozzávetőleges költségvetése ismert. Ez 1 milliárd rubel (7,60 milliárd forint). A kiírt pályázatot a szentpétervári „Transzasz” («Транзас») cégcsoport nyerte el. Az „**ALTIUS**” program pályázatán a kazanyi „**SOKOL**” tervező iroda végzett az első helyen, szintén 1 milliárd rubeles költségvetéssel. A konstruktőr iroda munkájának eredménye az „**ALTIUS-M**” RPA lett, amelyet 2013. február 05-én Szergej Sojgu orosz védelmi miniszter látogatása alkalmával mutattak be a nyilvánosság előtt a kazanyi Gorbonov intézetben. A repülőképes prototípus első kísérleti repülései 2014-2015-ben megtörténnek. A repülőgép aerodinamikai kialakítása hagyományos. Két turbólégcsavaros hajtóművel és V elrendezésű vezérsík kialakítással rendelkezik. Tömege közel 5 tonnás. A repülőeszköz több rendszere, irányító és elektromos energiaellátó, teljesen vagy részeiben azonosak lesznek a két másik program, „**INOHODEC**” –terv és a „Transzasz” cégcsoport által létrehozott eszközre telepített fedélzeti berendezésekkel.

2011–2012-ben tervezték a Mjasziscsev kísérleti gépgyártó üzemben⁹ az M17PM(M-55 „Geofizika”) nagy repülési magasságú repülőgép bázisán egy repülő laboratórium létrehozását, mellyel a fejlesztendő orosz RPA-k fedélzeti irányítórendszerét vizsgálnák. Figyelemre méltó, hogy a kísérletek lefolytatásához pont az M17PM(M-55 „Geofizika”) repülőgépet választották ki. Ennek a repülőeszköznek a maximális repülési magassága meghaladja a 21 km-t. Abban az esetben, ha az új orosz pilótánélküli eszközök tesztelésére más repülőgépek nem bizonyultak megfelelőnek, akkor elmondható, hogy a konstruktőrök nagyon nagy magasságok elérésére törekednek.

Az orosz nehéz csapásmérő RPA terve, melyet a „**VADÁSZ**” tudományos kutató project keretén belül valósítanak meg, kijelölte egy 20 tonnás repülőeszköz megvalósítását. Az orosz Légierő számára történő fejlesztést a „Szuhoj”¹⁰ tervező iroda végzi. A hadsereg képviselői a „**MAKSZ-2009**”¹¹ kiállításon jelezték először igényüket arra, hogy ilyen csapásmérő RPA-t rendszeresítsenek. Az új RPA technológiai követelményeit a védelmi minisztérium 2012 áprilisában hagyta jóvá. Abban az időben jelentek meg a sajtóban az első közlemények, melyek

⁶ «ИНОХОДЕЦ» (poroszkaló)

⁷ «АЛТИУС» (lat. magas v. magasabbra)

⁸ orosz - «Охотник»

⁹ ОАО «Экспериментальный машиностроительный завод им. В.М.Мясищева»

¹⁰ Открытое Акционерное Общество «ОКБ Сухого»

¹¹ Московский Авиа-космический Салон

szerint ez az új eszköz, melyet a „Szuhoj” iroda tervez, egyidejűleg a 6. generációs vadászpilóta típusal szemben meghatározott követelményeknek is meg fog felelni. Feltételezhető, hogy a kísérletek aktív fázisa 2016 előtt nem kezdődik el, míg a tervezett rendszerítés időpontja 2020-ra tehető. Feltételezhető, hogy a repülőeszköz konstrukciója alapján a modul felépítésű lesz, amely a katonai felhasználók számára lehetővé teszi, a hasznos terhelés a kapott feladat függvényében történő variálását.



3. ábra RPA Szkat

Érdemes megjegyezni, hogy a MIG tervező iroda ¹² szintén rendelkezett egy hasonló, nehéz csapásmérő és nehezen felderíthető típus kidolgozására irányuló érdekes tervvel, melynek „Szkat” ¹³ volt a neve. A teljes méretű makettje ennek a projektnek bemutatásra került a „MAKSZ-2007” kiállítás idején. Abban az időben ez a modell nagy visszhangot váltott ki, mivel az ilyen irányú kutatások a legkifinomultabb és legfejlettebb típusú katonai felszerelés kialakítását jelentették, ami az államok nagy része számára nem volt hozzáférhető. A mérnöki munka nagyon lassan haladt és a makett kialakítása után a további fejlesztések megrekedni látszanak.

Így a két tervező iroda (SZUHOJ; MIG) erőfeszítésének egyesítése ennek a meglehetősen bonyolult projektnek a megvalósításában megalapozottnak tűnik és meglehetősen elterjedt nemzetközi gyakorlat. Az, hogy a SZUHOJ irodára esett a választás az sem mondható véletlennek. Ez az iroda rendelkezik a vadászpilóta gépek tervezése és gyártása területén olyan bonyolult automatizált repülési rendszerekkel, melyek olyan sorozatgyártott repülőgép típusaikba kerültek beépítésre, mint a Szu-30 és Szu-35 elfogó vadászpilóta gépek és a Szu-34 vadászbombázó. Ezek a rendszerek képesek az instabil aerodinamikai jellemzőkkel rendelkező repülőgép irányítását biztonságosabbá tenni a szükséges kormánymozdulatok minimalizálásával és az azokhoz szükséges erő kifejtések energiaigényének csökkentésével.

Összességében megállapítható, hogy Oroszországban azért nem olyan rossz a helyzet az új RPA-k kifejlesztésének területén. Annak ellenére, hogy jelenleg az orosz légierőben kevés az

¹² «Открытое акционерное общество «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ»

¹³ «Скат» magyarul „Rája”



ilyen rendszeresített eszköz, ez az ország teherbíró képességét nem haladja meg, sőt ezt nem is külföldi technológia beszerzése révén, hanem hazai fejlesztések eredményeképpen kívánják elérni. A legígéretesebb orosz programok végrehajtásának határideje összevethető az azonos külföldi projektek tervezett megvalósítási határidejével.

OROSZ ÉS UKRÁN PILÓTANÉLKÜLI REPÜLŐ RENDSZEREK, ALAPVETŐ MŰSZAKI ÉS HARCÁSZATI JELLEMZŐI

„TIPCSAK” felderítő rendszer

Története

A komplexumot a Rybinszk-i „Tervező Iroda” nyílt Részvénytársaság ¹⁴ fejlesztette ki.

A fejlesztések a 80-as évek végén kezdődtek. 2006 végén, 2007 elején sikeresen lezajlott a rendszer állami átvételével kapcsolatos tesztek első periódusa. A tesztek második periódusában a rendszer alkalmazásának várható körülmények közötti teszt üzemeltetését írták elő. Kezdetben a rendszer két variációját alakították ki. Jelenleg a pneumatikus katapulttal indított változat kivitelezését fejezték be. A távlati tervek más irányú fejlesztést is terveznek. A gyártó üzemet a védelmi minisztérium által kiírt pályázat eredménye alapján jelölték ki.

Rendeltetése és alapvető műszaki és harcászati jellemzői

A Tipcsak légi felderítő rendszer az BLA-05 RPA-val (korábbi elnevezése 9M62) rendeltetése a levegőből végzett különböző objektumok felderítése, azonosítása, a földrajzi koordinátáinak meghatározása és valós idejű továbbítása a felhasználó részére bármely napszakban, 40 km-es távolságra az eszköz földi irányító központjától. A komplexum biztosítja az RPA részére az útvonal nagy pontosságú követését és különféle hasznos teher rögzítését és annak lehetőségét, hogy a repülés autonóm (programozott) és közvetlen rádió-távírányítású üzemmódban is végrehajtható legyen. A rendszer a felderítést egyszerre 2 RPA eszközzel tudja megvalósítani.

Maximális felderítési sugár, km	40
Repülési idő, óra	8
Tengerszintfeletti repülési magasság, m	4500
Emelkedési sebesség, m/sec	25–55
Felszálló tömeg, kg	50
Az objektum felderítésének befejezése után az információ megjelenési ideje az irányító központban, sec	30
Hasznos terhelés tömege, kg	14,5
A rendszer telepítési ideje, min	20
Indítás módja	Pneumatikus katapult
Leszállás módja	ejtőernyő
Üzemeltetési hőmérséklet, C ⁰	–40 – +50

1. táblázat Tipcsak rendszer repülési és üzemeltetési jellemzői

¹⁴ Открытое Акционерное Общество "Конструкторское бюро "Луч" (г. Рыбинск)

Hasznos terhelés lehet lineáris letapogatású kamerás felderítő berendezés infravörös és nagyfelbontású látható tartományban. Amennyiben szükséges, ezek helyettesíthetők rádiótechnikai és vegyi felderítő, átvíró és más rendeltetésű eszközökkel.

A rendszer részei:

- 4 darab tehergépjármű;
- 6 darab RPA (BLA-05).

A **Tipcsak** RPA rendeltetése felderítő és adó-vevő berendezés szállítás annak érdekében, hogy felderítési adatokat gyűjtsön és azokat valós időben továbbítsa vizuális adatok formájában a földi irányító állomásra meghatározott útvonalon, programozott és rádióirányítással végrehajtott repülési üzemmódokban. A magas technológiai szint lehetővé teszi azt, hogy a szétszerelt állapotban szállított eszközt a bevetés előtt alig 15 perc alatt startra kész helyzetbe előkészítsék. A többször felhasználható távirányított repülőeszköz meghajtását dugattyús motor biztosítja.



4. ábra RPA TIPCSAK a szállító konténerben



5. ábra RPA TIPCSAK

Az **antennagépkocsi** szerepe az irányítási parancsok továbbítása egyidőben 2 RPA számára, rádiólokátoros eljárással azok helyzetének meghatározása, telemetriás navigációs és vizuális

információk vétele. A gépjárműben helyezkednek el az RPA-k irányításához szükséges berendezések és egy 12 méter hosszú árbocantenna, amely biztosítja az alacsonyan repülő repülőgépek megbízható irányítását és az információ cserét. Az adócsatorna deciméteres, míg a vevő egység centiméteres hullámhossz tartományban sugároz. Az adó-vevő egység az azimutnak megfelelően körben forog és -10 és $+45$ fokos függőleges tartományban mozog. A repülőeszköz helyének meghatározására és a domborzat topográfiai felderítésére GLONASS¹⁵/NAVSTAR műholdas navigációs rendszert alkalmaznak. Az eszköz elektromos táplálását háromfázisú 380/22V (50 Hz) váltóáramú áramforrás vagy a beépített dízel generátorok biztosítják.



6. ábra antennagépkocsi

Az *irányító gépjármű* rendeltetése a rendszer irányítása és biztosítja a képi és telemetrikus információ vételét feldolgozását és kijelzését, a szükséges korrekció elvégzését, a digitális térképen történő ábrázolását, a felderítendő objektumok és koordinátáinak meghatározása és együttműködés az információkat felhasználó és a műveletet irányító szervezetekkel.



7. ábra az Irányító gépjármű

A jármű részei az automatizált munkaállomások (APM¹⁶), melyek a rendszer komplex általános irányítását biztosítják, a feladat vételét és a végrehajtás eredményének kijelzése (irányító APM), valamint a célobjektumok felderítése és azonosítása, a koordinátáik meghatározása és a digitális térképen az adatok automatikus rögzítése és a felderítési eredményekről szóló jelentés

¹⁵ Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС, GLONASS) Globális műholdas navigációs rendszer (SZU/orosz) A létrehozásáról 1976-ban döntöttek, az első repülési tesztek 1982.10.12. kezdődtek, az Uragan típusú műhold pályára állításával.

¹⁶ APM - orosz (Автоматизированные Рабочие Места)

elkészítése (áttekintő-részletes értelmező APM). A felderítő jelentés adatainak kiadása a felderítés befejezése után nem haladja meg a 30 másodpercet. A különböző APM-ek közötti kapcsolat Ethernet-100 és Ethernet-10 interfészekkel valósul meg.

Szállító és indító gépjármű (4. ábra) rendeltetése a 6 darab szállítókötényer tárolása, valamint azok előkészítése és indítása a rendszerhez tartozó pneumatikus katapult segítségével. A jármű a KamAZ¹⁷ cég kerek tehergépkocsijának bázisán készült, amelynek részei a pneumatikus indító katapult platformja és kezelőszervei, valamint 6 darab RPA szállító kötényer, dízelgenerátor és az üzemképességet ellenőrző műszerek (5. ábra bal felső kép).

A katapult biztosítja a maximum 70 kg tömegű RPA startját. Az indítóállvány szét és összeszerelése nem több mint 20 perc, energiaszükséglete 14 kW. Az RPA hajtóművének üzemanyag ellátása 30 indítást tesz lehetővé. A 15,4 tonnás gépjármű közúton 60 (földúton 30) km/h sebességgel képes közlekedni. Hossza 8655, szélessége 2600, magassága 3300 mm, míg a katapult 6840 mm hosszú és 1030 mm magas. A katapultálás 8-12⁰ tartományban lehetséges. A katapult konstrukciós kialakítása kizárja a véletlen vagy jogosulatlan indítást.

Karbantartó műhely gépjármű rendeltetése a repülőgépek előírt ellenőrzéseinek végrehajtása, a földet ért eszközök megtalálása és begyűjtése, szükség szerinti kisebb javítások elvégzése, az RPA-k üzemképességének ellenőrzése és azok eljuttatása a szállító és indító járműhöz az újabb katapultálás céljából, valamint a fogyóanyagok és a tartalék eszközök és szerszámok szállítása.

A rendszer jellemzői és további fejlesztési irányai

A jelenlegi rendszer konfiguráció kényelmessé tette a felhasználást és megfelel a megrendelő által meghatározott követelményeknek. Amennyiben szükséges a tömeg és méret paraméterek figyelembevételével az eszköz egy pótkocsi gépjárműre is telepíthető így kissé egyszerűsített összetételben is szállítható. Ebben az esetben a bekerülési költség jelentősen csökken, növekszik a mobilitás, de lényegesen romlanak az operátorok munkafeltételei. A repülőgép hatótávolsága a rádióhálózat hatótávolságával jellemezhető, de nagyobb kapacitású rádiótechnikai eszközök telepítésével az jelentősen növelhető.

Az RPA modell kínálata lehetőségeik és a felhasználási területek szélesítésével 2005-től 2 új modell BLA-07 és BLA-08 (БЛА-07 малогабаритный тактического назначения и БЛА-08 малоскоростной с длительным временем полета¹⁸) létrehozásával bővült.

ADATOK:	BLA-05	BLA-07	BLA-08
Maximális felderítési sugár, km	70	30-50	n.a.
Repülési idő, óra	2	3	>4,5
Tengerszintfeletti repülési magasság, m	200–3000	200–3000	4500
Hossza, mm	1685	1650	2700
Felszálló tömeg, kg	60	35	50

¹⁷ Kámai Autógyár – orosz (Камский автомобильный завод)

¹⁸ BLA-07 kisméretű harcászati modell; BLA-08 alacsonysebességű nagy hatótávolságú modell



Szárny fesztávolság, mm	2640	2400	4100
Repülési sebesség, km/h	90–190	120–190	65–125
Indítás módja	katapult	katapult	katapult
Leszállás módja	ejtőernyő	ejtőernyő	ejtőernyő
Célmeghatározás pontossága, m	<50m	<50	n.a.

2. táblázat a TIPCSAk rendszer RPA repülési jellemzői

A rendszer szerkezeti lehetőségei lehetővé teszik többféle eszköz rögzítését és polgári célokra (katasztrófavédelem, környezetvédelmi monitorozás, térképészeti munkák) történő alkalmazását is. A polgári alkalmazásra szánt berendezés lényegesen egyszerűbb felépítésű és kevesebb gépjármű tartozik hozzá. Elvileg nincs szükség kétsatornás irányításra és karbantartó műhely gépjárműre. A katapult is szerkezetiileg egyszerűbb és más járművekre is telepíthető.

A médiában megjelent információk szerint az orosz energiaipari szektor számára 2 variációban szándékoznak alkalmazni ezt a rendszert. Az első lehetővé teszi a kijelölt terület mindenidős monitorozását az esetleges technológiai katasztrófák, gázkitörések, tüzek és balesetek koordinátáinak megállapítását a földi irányító egységtől számított 70 km körzetben. A második alkalmazási móddal végrehajtható az orosz ásványi anyag és energetikai rendszer objektumainak többszintű automatizált monitorozása az űrben, repülőgépeken és földön telepített más eszközökkel történő együttműködéssel is¹⁹.

Egyéb orosz és ukrán rendszerek

„Korshun rendszer

A „Korshun”(vörös kánya) csapásmérő pilóta nélküli repülő eszköz rendszer²⁰ fejlesztését 1982-ben a Szuhoj Kísérleti tervező Irodában kezdték meg. Az exportváltozat neve „Filin”²¹. 1983-ban a fejlesztést az „Opit” Moszkvai Gépgyár (A. N. Tupoljev Tervező Iroda)²² veszi át és a gép a „300” jelölést kapja, míg a hivatalos megnevezést „Korshun-U”-ra változtatják. 1991-ben elkészült az első prototípus és ekkor kezdődtek meg e repülési kísérletek is. Két év elteltével megkezdődött az eszköz megjelenése a különböző szakmai kiállításokon.

¹⁹ <http://www.arms-expo.ru/049056052055124055050051.html> 2013.03.19.

²⁰ Ударный беспилотный летательный аппарат «Коршун»

²¹ «Филин» - (orosz) Fülesbagoly

²² (orosz) Московский машиностроительный завод "Опыт" (ОКБ им.А.Н.Туполева)



8. ábra RPA „Korshun”

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	3000
Hatótávolság, km	300
Repülési sebesség, km/h	950
Maximális repülési magasság, m	6000
Minimális repülési magasság, m	50

3. táblázat

„Ka-37” pilóta nélküli helikopter

A „Ka-37” RPA helikopter széleskörű felhasználási területen alkalmazható. Alkalmazási lehetőségei: légi fotózás, vegyszeres növényvédelem, rádió és televíziós átjátszó állomás. Felhasználják ökológiai vizsgálatokban, katasztrófák elsődleges felderítésében és segítségnyújtásban olyan terepviszonyok között, melyek nehezen elérhetőek és veszélyt jelentenek az ember számára. A helikopter tervezése 1991-ben a Kamov tervező irodában²³ kezdődött a dél-koreai DHI vállalat megrendelésére. Az első prototípus repülési tesztjére 1993 márciusában került sor.

A „Ka 37” törzse modulrendszerű, a forgószárnyak kétlapátos koaxiális elrendezésűek. A farok tartón elhelyezett vízszintes vezérsík mindkét végére függőleges szárnyfelületet építettek. Csúszó talpakkal rendelkezik. Meghajtásáról – 2 darab P-037 dugattyús motor gondoskodik.

²³ (orosz) ОКБ им. Камова



9. ábra Ka-37

A törzsfelfüggesztési pontokon többféle eszköz rögzíthető:

- kamera;
- sugárzásmérő műszer;
- rádió és televíziós jel átjátszására alkalmas berendezések;
- különböző méretű teherkonténerek.

A helikopter irányítható automatizált irányítórendszerrel, mely biztosítja a megadott útvonalon való repülést és csak indokolt esetben szükséges az operátor minimális beavatkozása. Az irányító a repülés bármely szakaszában bekapcsolódhat a gép irányításába, a földi rádió-távírányító pult segítségével, mely rendelkezik az irányításhoz szükséges kezelőszervekkel, információs kijelzővel és önálló energiaellátással. A helikopter és az irányító eszköz gépkocsin való szállításához egy speciális szállítókonténert rendszeresítettek.

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	250
Hatótávolság, km	100
Repülési sebesség, km/h	145
Maximális repülési magasság, m	3800
Minimális repülési magasság, m	50
Utazó sebesség, km/h	110
Rádió hatósugár, km	20
Repülési idő, perc	45
Hasznos terhelés, kg	50
Rotor átmérő, m	4,8
Törzs szélessége, m	0,99
Törzs magassága, m	1,64

4. táblázat

„Ka-137” pilóta nélküli helikopter

A „Ka-137” RPA helikopter annak a kísérleti fejlesztésnek a folytatása, mely a „Ka-37” koaxiális forgószárnyú eszközzel kezdődött el. A kisméretű és nehezen felderíthető távirányítású helikopter alkalmazása a felderítésben hozzájárulhat ahhoz, hogy operatív és hatékony módon szerezzék meg az ellenségről a szükséges felderítési adatokat. A helikopter a haditengerészeti flotta és a szárazföldi csapatok számára ellenséges hajók, harci helikopterek és repülőgépek, rakéta és tüzérségi eszközök, valamint páncélozott eszközök horizonton túli felderítését végezheti és a kapott felderítési adatok valós idejű továbbítására képes a parancsnoki vezetési pontokra. Az eszköz irányítását a földről operátor végezheti vagy programozott repülést is végre tud hajtani. Ennek érdekében a helikoptert ellátták automata irányító rendszerrel is. A megrendelő igényei szerint a törzsben található rekeszben elhelyezhető:

- televíziós és hőkamera;
- rádiólokátor;
- jeladó és átjátszó berendezés;
- tetszőleges jeladók és berendezések, melyek súlya nem haladja meg a 80 kilogrammot.



10. ábra Ka-137

A Ka-137 konstrukciója rendelkezik minden olyan, a tartó és transzmissziós szerkezetekre jellemző elemekkel, amelyek a pilóta által vezetett koaxiális elrendezésű helikopterekre is jellemzőek. Az alsó és felső forgószárnyak kétlapátosak. A forgószárnyak torziós rögzítéssel kapcsolódnak az agyhoz és polimer kompozit anyagokból készülnek. A törzs gömb alakú. A farok szerkezet hiányzik a gépről, ami lehetővé teszi, hogy bármely irányba széles sebességtartományban tudjon repülni korlátozások nélkül. Ez különösen fontos lehet turbulens időjárási viszonyok közepette, amikor jelentős és gyorsan változó irányú szélsősebesség tapasztalható. A hasznos teher elhelyezésére szolgáló rekesz a törzs alsó részén a rádióhullám áteresztő áramvonalazó fedél alatt található. Négy, lemezes rugós szerkezetű támasszal rendelkezik.

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	280
Hatótávolság, km	530
Repülési sebesség, km/h	175
Maximális repülési magasság, m	5000
Minimális repülési magasság, m	50
Utazó sebesség, km/h	145
Repülési idő, óra	4
Hasznos terhelés, kg	80
Rotor átmérő, m	5,3
Törzs szélessége, m	1,88
Törzs magassága, m	1,88

5. táblázat

RPA „Istra-12”



11. ábra RPA „Istra”

Az „ISTRA” RPA rendszer 2 vagy 4 azonos pilótánélküli repülőgépből áll, melyek rendeltetése a légi felderítés és megfigyelés. Ebből fakadó feladatai:

- a kijelölt terep megfigyelése;
- földi objektumok felderítése és azonosítása;
- mozgó és stacioner célok megfigyelése
- a kijelölt célok koordinátáinak valós idejű továbbítása;
- a vizsgált terep fotótérképének elkészítése.

A felszállást az eszköz indítósínról hajtja végre, míg a leszállás ejtőernyővel vagy hagyományos módon történik. A repülőgépgép navigációs rendszerének sajátossága az, hogy a repülési feladatot képes végrehajtani abban az esetben is, amennyiben nincs kapcsolata a műholdas navigációs rendszerrel. Hasznos teher lehet:

- infravörös kamera;
- fényképezőgép;
- lézeres távolságmérő eszköz;

A rendszer részei:

- 2–4 db. RPA „ISTRA”;
- indító állvány;
- mobil földi irányító állomás gépkocsira telepítve;
- karbantartó-kiszolgáló eszközök.

A rendszer teljes mértékben szét és összeszerelhető. A szállítás konténerben történik.

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	70
Hatótávolság, km	60
Repülési sebesség, km/h	200
Maximális repülési magasság, m	4000
Minimális repülési magasság, m	50
Utazó sebesség, km/h	130
Repülési idő, perc	60
Hasznos terhelés, kg	15

6. táblázat

RPA „ORLAN-10”

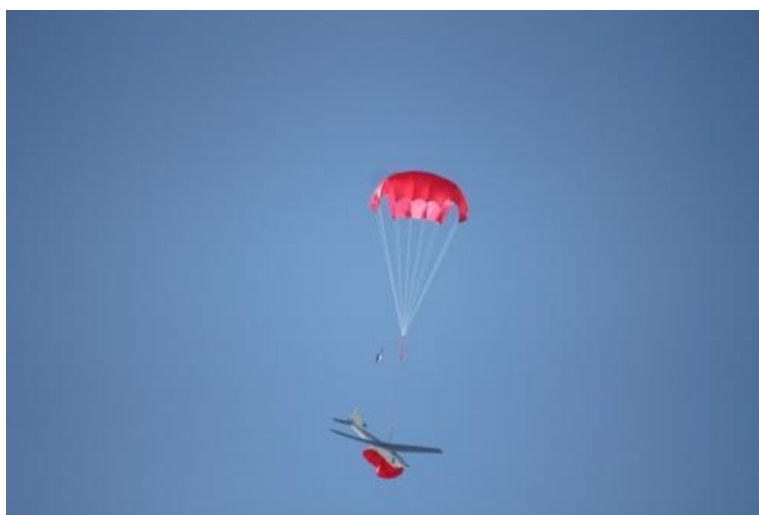
A rendszer lehetővé teszi nehezen elérhető terepen lévő jelentős méretű tárgyak ellenőrzését. Alkalmazása kutató-mentő munkálatokban is lehetséges. Kedvezőtlen időjárási körülmények a konstrukció megbízhatóságának köszönhetően sem jelentenek akadályt az eszköz számára. A fejlesztés során a moduláris felépítésnek köszönhetően a szerkezetet úgy alakították ki, hogy a fedélzeti eszközöket rendkívül operatíván lehet megváltoztatni és variálni és a gépet szétszerelt állapotban lehet szállítani. Az RPA-t felszerelték fényképezőgéppel és girosztabilizátoros televíziós kamerával is. A földi irányító állomás egyszerre 4 távirányítású repülőgépet képes vezérelni. Bármelyik közülük lehet akár átjátszóállomás azoknak az RPA-nak a számára, melyek nagyobb távolságra vannak a földi központtól. A felszállás katapulttal, míg a leszállás ejtőernyő segítségével történik.



12. ábra RPA „Orlan-10”

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	18
Hatótávolság, km	600
Repülési sebesség, km/h	150
Maximális repülési magasság, m	5000
Maximális szélesség a felszállásnál, m/s	10
Üzemeltetési hőmérséklet, C°	-30 – +50
Repülési idő, óra	18
Hasznos terhelés, kg	5

7. táblázat



13. ábra RPA „Orlan-10” leszállás

RPA „ORLAN-3M”

A konstruktőrök az eszköz fejlesztésénél a moduláris felépítés elvét alkalmazták, amely lehetővé teszi, hogy könnyen változtatható legyen a gép hasznos terhelése. Az utóbbi lehet:

- fényképezőgép;
- videokamera;
- hőkamera;
- girosztabilizátoros televíziós kamera.

Az APC2.2 automatikus irányító rendszer és az adatközlő-mérő műszer lehetővé teszi a videó és fényképfelvételek és a beérkező paraméterek (koordináták, magasság és képkocka szám) egyidejű rögzítését, amely megkönnyíti a kapott adatok további feldolgozását és főként biztosítja az egyes képkockák vágásának automatizálását. A fedélzeten található generátor segítségével a felderítő műszerek működése folyamatos lehet a teljes repülési idő alatt.



14. ábra RPA „Orlan-3M”

Az eszköz irányítása a földi irányító állomásról történik, amely három variációban rendelhető (hordozható, mobil és stacioner). Egy ilyen állomás 4 repülőgép egyidejű irányítását végzi. A gépek átjátszó állomásként is működhetnek.



15. ábra RPA „Orlan-3M” hordozható földi irányító állomása

A felszállás katapulttal, míg a leszállás ejtőernyő segítségével történik.

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	7
Hatótávolság, km	100
Repülési sebesség, km/h	150
Maximális repülési magasság, m	7000
Maximális szélsősebesség a felszállásnál, m/s	10
Üzemeltetési hőmérséklet, C ⁰	-30 – +40
Repülési idő, óra	3
Hasznos terhelés, kg	1,8

8. táblázat

Kisméretű RPA „T-3”

A „RISSA” tudományos műszaki központ²⁴által fejlesztett eszköz rendeltetése: nappali és éjszakai videó megfigyelés, légi fényképezés, és rádióátjátszó állomásként való alkalmazás. Ez a távirányítású repülőgép olyan követelmények alapján készült, amely jelentősen egyszerűbbé teszi az eszköz üzemeltetését, és hogy azt kevésbé kvalifikált személyzet is irányítani tudja. A repülőgép szerkezeti felépítése lehetővé teszi azt, hogy rövid idő alatt lehetséges a célszerűtlen hasznos terhelés megváltoztatását. Ezzel lehetőség nyílik például az éjszakai vagy nappali felvételekhez szükséges kamerák gyors átcserélésére. A „T-3” repülőgépen a felszerelt kamerák két szabadságfokban képesek mozogni. Jelenleg zajlanak azok a fejlesztések, melyek eredményeképpen a légijármű 3 szabadságfokú rögzítési ponttal lesz felszerelve.



16. ábra T-3 RPA

Sérülés esetén a konstrukció moduláris kialakításának köszönhetően a tartalék alkatrészek felhasználásával az a legrövidebb idő alatt cserélhető. Szétszerelt állapotban a repülőeszközöket 2 konténerben szállítják.

²⁴ Научно- Технический Центр "РИССА"



17. ábra T-3 RPA szétszerelt helyzetben

A T-3 RPA STA3x irányító rendszerrel rendelkezik. Ennek a rendszernek az alkalmazásával teljesen automata üzemmódban tud repülni az operátor beavatkozása nélkül.

A földi irányító állomás részei:

- az irányító szoftvert tartalmazó speciális laptop számítógép;
- rádió adó-vevő berendezés;
- antenna rendszer;

A kiszolgáláshoz elegendő egy ember is. Az indítás gumikötél segítségével, míg a leszállás vagy ejtőernyővel, vagy amennyiben erre megfelelő nagyságú terület áll rendelkezésre úgy repülőgépként is lehetséges.

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	6
Hatótávolság, km	15
Repülési sebesség, km/h	80
Maximális repülési magasság, m	3000
Fesztávolság, m	1,8
Repülési idő, óra	1

9. táblázat

Harci RPA „Szkat”

Az eszköz alapvető rendeltetése csapásmérés, a már előzetesen felderített, telepített célokra, elsősorban légvédelmi eszközökre, erőteljes ellenséges légvédelmi tevékenység körülményei között, csakúgy, mint mozgó szárazföldi vagy tengeri célpontok támadása. A csapásmérés történhet autonóm vagy több „Szkat” RPA egyidejű, csoportos bevetésével, illetve együttműködésben a hagyományos, pilóták által vezetett repülőeszközökkel is.

A típus fejlesztésének történetét a cikk első részében már részletesen leírtam (5. oldal). A gép szerkezetének kialakítása a „csupaszárny”. Nincs függőleges vezérsík és kompozit anyagok

felhasználásával készült. Ez jelentősen csökkenti a rádiólokátoros felderíthetőséget. A repülőgép irányítását a szárny kilépő élén található kiteríthető kormányfelületek biztosítják. Ezek segítségével lehetséges a hossz és kereszt tengelye körüli elfordulása és az útirány tartása, valamint az aerodinamikai fékezés. A „Szkat” RD-5000B típusú sugárhajtóművel rendelkezik, melynek tolóereje 5040 kp. Az orrészben helyezkedik el a hajtómű üzemeléséhez szükséges levegő beömlőnyílás. A futómű tradicionális 3 pontos, főfutó és orrfutó elrendezésű behúzható rendszerű. A törzsben 2 darab, 4,4 méter hosszú rekesz található, melyben összesen 2 tonna tömegben levegő-föld rakéta vagy 250-500 kg-os irányított bomba rögzíthető.



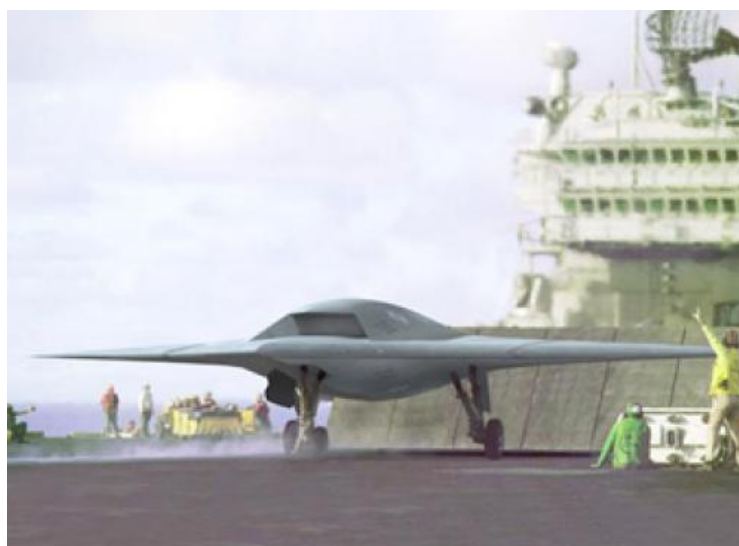
18. ábra Szkat harci drón

Az Egyesült Államokban a *Boeing* és *Northrop Grumman* cégek 2000-ben kezdték meg a hasonló irányú fejlesztéseket az X-45 és X-47 projektek keretében. Ezek a drónok az alábbi követelményeknek kell, hogy megfeleljenek:

- a modern harcászati repülőgépekkel közel azonos repülési és technikai paraméterek;
- a harcászati repülő csapatok bázisain települve többszöri bevethetőség képessége;
- korszerű harc viszonyai között magas túlélési képesség, melyet biztosíthat:
 - a kis felderíthetőség;
 - speciális konstrukciós megoldások;
 - fedélzeti védelmi rendszerek kialakítása.
- önálló célfelderítő képesség és a belső tároló rekeszben található nagy pontosságú fegyverek bevetése e célok ellen;
- a harc megvívásának képessége önállóan vagy csoportosan, valamint esetlegesen a hagyományos, pilóták által vezetett repülőeszközökkel is.



19. ábra Boeing X-45



20. ábra RPA X-47

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	10000
Hatótávolság, km	4000
Repülési sebesség, km/h	800
Maximális repülési magasság, m	12000
Fesztávolság, m	11,5
Hossz, m	10,25
Magasság, m	2,7
Fegyverzet tömege, kg	2000

10. táblázat RPA Szkat műszaki és repülési jellemzői

Sztraj-P komplexum és a Pcsela-1T RPA²⁵

A „Pcsela-1T” harcászati DPLA²⁶ (távírányítású repülő eszköz) fejlesztése a Kulon Tudományos Kutató Intézet műszaki követelményei szerint a Jakovlev A. S. tervező irodában²⁷ zajlott.



21. ábra Sztraj-P komplexum és a Pcsela-1T RPA



22. ábra Pcsela-1T RPA

A továbbfejlesztett „Pcsela-1T” mérnöki munkája 1982 óta zajlott a Szovjetunió Minisztertaná-

²⁵ Комплекс «Строй-П» с ДПЛА «Пчела-1Т»

²⁶ orosz - Дистанционно пилотируемый летательный аппарат

²⁷ ОАО «Опытно-конструкторское бюро им. А. С. Яковлева»

csának és az SZKP Központi Bizottságának rendelete alapján, amely távirányítású repülő eszközök fejlesztését irányozta elő. 1982 előtt a tervező iroda saját kezdeményezésére alakította ki az első generációs „Pcsela-1M BPLA-t. Ennek az eszköznek a leszállását ejtőernyő és a törzs alsó részére szerelt felfújható tömlő biztosította, amely a szükséges energia elnyelést segítette.



23. ábra Pcsela-1M RPA

Ennek a repülőgépnak az alkalmazási lehetőségei nagyon sokrétűek. 15 km-es sugarú körben képes a rádióállomások tevékenységét lehetetlenné tenni. Lehet légi célrepülőgép és imitálhat 2500 méteren 100-180 km/óra sebességgel repülő légi járművet. Az indítást végre lehet hajtani páncélozott deszant járműről is indításról gyorsító rakéták alkalmazásával. Az RPA-ra hagyományos és hőkamera is rögzíthető. Az eszköz moduláris konstrukciós szerkezete lehetővé teszi a sérült szerkezeti elemek nagyon rövid idő alatt történő cseréjét és ez által újra felhasználhatóvá tenni a repülőeszközt. A leszállás az ábrán (23. ábra) látható sikló talpazatra történik. A gép sikeresen teljesítette a megrendelő által előírt állami tesztek és sorozatgyártásba került és jelenleg is rendszeresítve van a fegyveres erőknél.

Sztroj-P komplexum a Pcsela-1T RPA (10 darab) egy egységes rendszert alkotnak.

A rendszer részei:

- Földi távirányító állomás;
- Karbantartó műhely gépkocsi (KamAZ alvázon);
- Szállító és töltő gépkocsi (Gaz-66)

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	138
Hatótávolság, km	60
Repülési sebesség, km/h	180
Maximális repülési magasság, m	2500
Fesztávolság, m	3,3
Hossz, m	2,8
Magasság, m	1,12
Repülési idő, óra	2
Üzemeltetési hőmérséklet, C ⁰	-30 – +50

11. táblázat

RPA „Istra-10”

Segítségével elvégezhető a kijelölt terület megfigyelése, földi célok kutatása, felderítése és azonosítása, mozgó és stacioner célok célkövetése. Fontos feladata még a célok koordinátáinak valós idejű eljuttatása a felhasználóhoz, a vizsgált terület fotótérképének elkészítése.



24. ábra „Istra-10” RPA

A rendszer részei:

- „Istra-10” RPA – 2 darab;
- hordozható földi irányító egység;
- technikai kiszolgáló eszközök;

A repülőeszköz hasznos terhelése lehet: videó és infrakamera, fényképezőgép. A felszállás kézi indítással, míg a leszállás repülőgépszerűen történik.



25. ábra az „Istra-10” RPA indítása

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	5
Hatótávolság, km	80
Repülési sebesség, km/h	130
Maximális repülési magasság, m	3000
Hasznos terhelés, kg	1
Utazósebesség, km/h	80
Repülési idő, óra	1
Üzemeltetési hőmérséklet, C°	-30 - +50

12. táblázat

Opcionálisan pilótás repülésre is alkalmas RPA „Irkut-850”

Az „Irkut-850” RPA rendszer felderítésre és kisebb méretű terhek szállítására alkalmas. A gép. Alapvető rendeltetése: valós idejű képi, rádiólokátoros, televíziós, hőkamerás adatok továbbítása és 3D-s térképkészítés, a kapott adatok komplex elemzése és feldolgozása, valamint az operátor által kijelölt földi objektumok koordinátáinak meghatározása.



26. ábra „Irkut-850” RPA

A rendszer részei:

- Stemme S-10VT opcionálisan pilótás repülésre is alkalmas motoros vitorlázó repülőgép – 2 darab;
- földi irányító állomás;
- technikai kiszolgáló eszközök.

A gép képes pilótánélküli és pilótával végrehajtott repülésre egyaránt. A két üzemmód közötti átállás nem igényel speciális átalakítási munkálatokat. A felszállást bármely minimálisan előkészített terepen végre tudja hajtani. A repülőgép 12 órát tud a levegőben tölteni és valós idejű adattovábbításra képes a 200 km-es sugarú körben elhelyezkedő földi irányító állomásra. A rendszer alapvető erénye a kiszolgálás minimális szintjéből fakadó magas szintű önállóság képessége és az üzemeltetés alacsony költsége.



27. ábra az „Irkut-850” RPA földi irányító állomása

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	860
Hatótávolság, km	200
Repülési sebesség, km/h	270
Maximális repülési magasság, m	9000
Hasznos terhelés, kg	200
Repülési idő, óra	12
Fesztáv, m	23
Hossz, m	8,42
Magasság, m	1,8

13. táblázat

„Irkut-10” RPA

Az orosz ügyészségen belül működő nyomozó ügyészség 100 ezer dollár értékben szerezte be ezt az eszközt. Jelenleg is zajlik a kijelölt ügyészségi állomány felkészítése az „Irkut-10” pilótánélküli repülőgép üzemeltetésére.



28. ábra az „Irkut-10” RPA

A gép képes bármely időjárási körülmények között a kijelölt terep monitorozására és a kapott:

- televíziós képi,
- hőkamerás és
- fényképes információk

- valamint az operátor által célfelderítésre kijelölt objektumok koordinátáinak valós idejű továbbítására.



29. ábra az „Irkut-10” RPA földi irányító állomása

A rendszer részei:

- 2 darab „Irkut-10” pilótánélküli repülőgép;
- földi irányító állomás;
- technikai és karbantartó eszközök.

A földi irányító állomástól számított 70 kilométeres sugarú területen képes valós idejű adat továbbításra 2,5 órán keresztül. A startra való előkészítés 15 percet vesz igénybe. Az eszközt katapulttal indítják és a leszállás ejtőernyővel történik. A talaj a leszállás helyén nem igényel különösebb előkészítést. A repülőgép törésszilárdsága, kis tömege a szerkezet kialakításakor alkalmazott kompozit anyagoknak köszönhető.

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	8,50
Hatótávolság, km	70
Repülési sebesség, km/h	120
Maximális repülési magasság, m	3000
Hasznos terhelés, kg	1,5
Repülési idő, óra	2,5
Fesztáv, m	2
Hossz, m	0,7
Magasság, m	0,2

14. táblázat

„Irkut-2M” RPA

A rendszer alkalmazási területe és lehetőségei szinte azonosak az előzőekben ismertetett „Irkut-10” rendszerrel.



30. ábra az „Irkut-2M” RPA

A rendszer részei:

- 2 darab „Irkut-2M” pilótánélküli repülőgép;
- földi irányító állomás;
- technikai és karbantartó eszközök.

A földi irányító állomástól számított 20 kilométeres sugarú területen képes valós idejű adatátvitelre 1,5 órán keresztül. A startra történő előkészítés, amely magába foglalja az összeszerelést, földi ellenőrzést és a repülési útvonal beprogramozása mindössze 15 percet vesz igénybe. A felszállás indító állványról történik. Az ejtőernyős leszállás nem igényel speciális reptéri technikai eszközöket, berendezéseket, sem a helyszín különleges előkészítését.

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	3
Hatótávolság, km	20
Repülési sebesség, km/h	105
Maximális repülési magasság, m	3000
Hasznos terhelés, kg	0,3
Repülési idő, óra	1,5
Fesztáv, m	1,47
Hossz, m	0,45
Magasság, m	0,3
Üzemeltetési hőmérséklet, C°	-40 - +50

15. táblázat

„Irkut-3” RPA

Az „Irkut-2M” RPA váltótípusának szánt repülőgép feladata a kijelölt terep folyamatos monitorozása függetlenül az időjárási körülményektől.



31. ábra az „Irkut-3” RPA

A földi irányító állomásra az eszköz képes valós időben továbbítani:

- televíziós képet;
- hőkamerás képet;
- fényképfelvételeket;
- terepkoordinátákat az operátor kijelölése alapján.

A rendszer részei:

- 2 darab „Irkut-3” pilótánélküli repülőgép;
- földi irányító állomás;
- technikai és karbantartó eszközök.

A földi irányító állomástól számított 15 kilométeres sugarú területen képes a gép valós idejű adattovábbításra 1,25 órán keresztül. A startra történő előkészítés, amely magába foglalja az összeszerelést, földi ellenőrzést és a repülési útvonal beprogramozása mindössze 15 percet vesz igénybe. A felszállás kézi indítással (kidobás) történik. Az ejtőernyős leszállás nem igényel speciális reptéri technikai eszközöket, berendezéseket, sem a helyszín különleges előkészítését. A repülőgép törésszilárdsága, kis tömege a szerkezet kialakításakor alkalmazott kompozit anyagoknak köszönhető.

ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	3
Hatótávolság, km	15
Repülési sebesség, km/h	90
Maximális repülési magasság, m	3000
Hasznos terhelés, kg	0,5
Repülési idő, óra	1,25
Fesztáv, m	2
Hossz, m	0,9
Magasság, m	0,3
Üzemeltetési hőmérséklet, C°	-30 – +50

16. táblázat

„Irkut-200” RPA

Rendeltetése a vizsgált területről készült fényképek, televíziós és hőkamerás felvételek, rádiólokátoros felderítési adatok valós idejű továbbítása, a kapott felderítési adatok komplex feldolgozása és értékelése, valamint az operátor által kijelölt célobjektumok koordinátáinak meghatározása. Ezen kívül alkalmas kisebb méretű terhek szállítására is.



32. ábra az „Irkut-200” RPA

A rendszer részei:

- 2 darab „Irkut-200” pilótánélküli repülőgép;
- földi irányító állomás;
- technikai és karbantartó eszközök.

A földi irányító állomástól számított 200 kilométeres sugarú területen képes a gép valós idejű adattovábbításra 12 órán keresztül. Az eszköz repülőgépként száll fel és ér földet. A minimum 250 méteres a fel- és leszállás helyként kijelölt terepszakaszon a talaj nem igényel különösebb előkészítést és speciális repülőtéri technikai eszközöket. A repülőgép törésszilárdsága, kis tömege a szerkezet kialakításakor alkalmazott kompozit anyagoknak köszönhető. A repülőgép szerkezete gyors össze- és szétszerelést tesz lehetővé, melyhez speciális eszközök vagy szerzők sem szükségesek. A légi jármű hagyományos aerodinamikai elrendezés szerint készült és T-alakú vezérsíkkal. A meghajtást egy 60 lóerős belsőégésű motor biztosítja, melynek működéséhez az „Irkut-200” 60 liter üzemanyag szállítására képes, mely a függőleges vezérsíkban található. A repülés során autonóm üzemmódban hajtja végre repülési feladatait. A rendszer alapvető előnyei: nagyfokú önállóság, alacsony üzemeltetési költségek.



ADATOK	
Felszálló tömeg, kg	200
Hatótávolság, km	200
Repülési sebesség, km/h	210
Maximális repülési magasság, m	5000
Hasznos terhelés, kg	50
Repülési idő, óra	12
Fesztáv, m	5,34
Hossz, m	4,53
Magasság, m	1,68

17. táblázat

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

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Orosz - Magyar Katonai szótár Akadémia kiadó, Budapest 1976, ISBN 963 05 1021 9
- [2] SZABÓ József főszerkesztő: Hadtudományi Lexikon - Magyar Hadtudományi Társaság Budapest, 1995 ISBN 963 04 5226
- [3] DUDÁS Zoltán: A humán tényezők és a CRM elvek jelentősége a táv-irányítású pilótánélküli légijárművek műveleteiben, Repüléstudományi Konferencia 2013 című konferencia kiadványa, 2013. április 11. <http://www.szrfk.hu/rtk/> 314. oldal (2013.05.28.)
- [4] DUDÁS Zoltán: A pilóta nélküli légijárművek alkalmazásának humán aspektusból történő vizsgálata, Repüléstudományi Konferencia 2012 című konferencia kiadványa, 2012. április 12. <http://www.szrfk.hu/rtk/589>. oldal (2013.05.29.)
- [5] JUFERJOV Szergej: Perspektivi razvitija roszijskih BPLA <http://topwar.ru/27673-perspektivy-razvitiya-rossijskih-bpla.html> (2013.05.10.)
- [6] Roszijskie BPLA <http://bp-la.ru/> (2013.03.09.)
- [7] "Tipcsak", légi felderítő rendszer BPLA alkalmazásával <http://www.arms-expo.ru/049056052055124055050051.html> (2013.03.19.)

Rolkó Zoltán¹

HELIKOPTEREK TÚLÉLŐKÉPESSÉGE²³

A helikopterek harctéri túlélésének biztosítása elsődleges fontosságú feladata minden művelettervezésben és végrehajtásban érintett személy számára. A túlélőképesség a helikopter fizikai tulajdonságain túl, az elektronikai harc eszközein át a helyes harcászati fogások alkalmazásában nyilvánul meg. A harcfeladatok sikeres és biztonságos végrehajtása érdekében szükséges e tényezők teljes és részletes áttekintése és integrálása. E cikk törekszik a helikopterek önvédelmi berendezéseinek alkalmazására vonatkozó szempontok rendszerezésére, inkább a műveleti oldalról megközelítve.

HELICOPTER SURVIVABILITY

The provision of the survivability for the helicopters of the battlefield is a critical task for the commanders, for the mission planners, and also for the helicopter crews. Survivability means a wide range of points throughout the physical structure, the elements of the electronic warfare, and the proper tactics used by the aircrews. Detailed and thorough Integration of these means is vital for having successful and safe missions. This article is attempting to list and organize these means from the operational point of view.

A TÚLÉLŐKÉPESSÉGRŐL ÁLTALÁBAN

Mikor a helikopterek túlélőképességét vizsgáljuk a harctér feletti repülések végrehajtásakor, vagy csupán általánosan, szembesülünk azzal a ténnyel, hogy szinte végtelen számú tényező befolyásolhatja azt. Ennek megfelelően megkülönböztethetünk öt fő területet, melyek kulcsfontosságúak e képesség meglétéhez, és növeléséhez:

- **Szerkezeti túlélőképesség:** a helikopter szerkezeti kialakítása és megerősítése által védelmet nyújt a különböző pusztítóeszközök ellen, lehetővé teszi a különböző túlterhelések elviselését, vagy egyszerűen megóvjá a gépszemélyzetet és az utasokat a különböző környezeti hatásoktól. Ide sorolhatjuk a páncélvédeltséget, a megerősített futóművet, forgószárny és faroklégcsavar-lapátokat, a légkondicionált, túlnyomásos kabint, a radarelnyelő festést, vagy akár a lopakodó kialakítást.
- **Önvédelmi berendezések⁴:** azon berendezések gyűjtőfogalma, melyek felderítik a helikoptert ért különböző besugárzásokat, majd lefoglalják és zavarják azok forrását, és eltérítik az indított rakétákat, vagy az egyéb légvédelmi eszközöket.
- **Gépszemélyzetek kiképzése:** a gépszemélyzeteknek jártasaknak kell lenniük a helikopter önvédelmi rendszereinek használatában, az ellenséges légvédelmi eszközök leküz-

¹ alezredes, MH 86. Szolnok Helikopter Bázis Harcihelikopter Zászlóalj parancsnok, rolko.zoltan@gmail.com

² A tanulmány a 84368 számú OTKA-projekt „Az egyetemes és magyar légi hadviselés elméletének és gyakorlatának a fejlődéstörténete” keretében készült

³ Lektorálta: Dr. habil Krajnc Zoltán mk. alezredes, egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, krajnc.zoltan@uni-nke.hu

⁴ Önvédelmi berendezések: Aircraft Survivability Equipment – ASE.

désére irányuló harcászati fogások végrehajtásában egyes géppel és kötélekben egyaránt. Tisztában kell lenniük az esetleges lelövés, vagy kényszerleszállás utáni teendőkkel, az ellenséges területen történő mozgás módjaival, a saját erőkhöz történő visszajuttatás a szabályaival, a fogságba kerülés elkerülésének lehetőségeivel, valamint a fogságban történő viselkedés és végső soron a szökés módszereivel.

- **A harcfeladatok tervezése:** a parancsnoki döntések meghozatalának folyamatába részletesen integrálni kell azon tényezőket, melyek a helikopterek túlélésére vonatkoznak. Ez magába foglalja a felderítői információs igényeket, a kockázatelemzést, a saját képességek reális értékelését, a megfelelő erők és eszközök meghatározását, valamint a megfelelő harceljárások és harcászati fogások kiválasztását és begyakorlását.
- **Felderítés:** a saját felderítő képességek, valamint az ellenséges erők felderítő képességeinek korlátozása alapvető fontossággal bír a műveletek sikeres és biztonságos végrehajtása terén. A felderítési adatok bevitele az automatikus önvédelmi berendezésekbe nélkülözhetetlen azok megfelelő működéséhez. A valós idejű információk nélkül pedig lehetetlen megtervezni az adott harcfeladat részleteit, így nagyon sok bizonytalansági tényező maradhat, mely magas kockázati szintet, vagy kudarcot eredményez.

E fő területek azonban szervesen kapcsolódnak egymáshoz, egyik sem lehet hatékony a másik nélkül. Az összes tényező részletes vizsgálata meghaladja egy cikk lehetőségeit, ezért ebben az írásban a helikopterek önvédelmi berendezéseihez kapcsolódó szempontokat tárgyalom.

Az elektronikai harc⁵ fő területei

A helikopterek önvédelmi berendezéseinek összessége egy integrált rendszert alkotva az elektronikai hadviselés részeként fogható fel, mely három fő területet ölel fel:

- **Elektronikai ellentevékenység⁶, vagy elektronikai támadás⁷.** Azon tevékenységeket foglalja magába, amelyekkel gátolható vagy csökkenthető az ellenség elektromágneses spektrumának hatásos használata zavarás, megsemmisítés, vagy elektromágneses megtevesztés által. Az elektronikai ellentevékenység az elektromágneses vagy irányított energiájú fegyverek elsődleges védelmi mechanizmusként való alkalmazását is jelentheti. A helikopterek önvédelmi berendezési közül a radar- és infravörös önirányítású rakéták elleni csapdák, a radar és infravörös zavarók minősülnek az elektronikai ellentevékenység eszközeinek.
- **Elektronikai védelem⁸.** Az elektronikai védelem az elektronikai harc azon része, amely az ellenséges elektronikai harceszközökkel – melyek gyengíthetik, semlegesíthetik, vagy megsemmisíthetik a saját erőket – szembeni védelmére irányuló tevékenységeket foglalja magába. A helikoptereken az elektronikai védelemhez tartoznak, az infravörös hőképet csökkentő eszközök, a lopakodó kialakítás valamint a radarhullámokat elnyelő festés. Ide tartoznak ugyanakkor a megfelelően kiválasztott harcászati fogások is.

⁵ Elektronikai hadviselés: Electronic Warfare – EW

⁶ Elektronikai ellentevékenység: Electronic Countermeasures: ECM

⁷ Elektronikai támadás: Electronic Attack: EA

⁸ Elektronikai védelem: Electronic Protection: EP

- **Elektronikai támogatás⁹.** Az elektronikai támogatás nem más, mint a harcfeladat során, a manőverek közben, az ellenséges eszközök által kisugárzott elektromágneses energia felderítésére és azonosítására szolgáló eszközök és eljárások összessége. Az elektronikai támogatást a támogatott alegységek és kötelékek részére, harcászati információ biztosítására képes elektronikai harc alakulatok szervezetszerű felderítő és érzékelő eszközei, vagy a helikopterek önvédelmi rendszereibe integrált érzékelők biztosítják. Az elektronikai támogatás elsődleges célja, hogy az elektronikai ellentevékenységek és az elektronikai védelem rendszabályai hatékonyságának növeléséhez megfelelő adatokat biztosítson. A helikoptereken az elektronikai támogatás eszközeihez soroljuk a különböző radar-¹⁰ és lézerbesugárzás-jelzőket¹¹, valamint az infravörös tartományban működő rakéta közeledés-jelzőket¹².

Az alapelvek

Az önvédelmi berendezések helyes alkalmazása csökkenti helikopterek sebezhetőségét, lehetővé téve ezáltal a harcfeladat sikeres végrehajtását, valamint az újbóli harcbevétést. A berendezések megfelelő használatához, valamint a megfelelő harcászati fogások és önvédelmi rendszabályok alkalmazásához szem előtt kell tartani a következő szempontokat:

- **Harcászati fogások.** A megfelelő harcászati fogások alkalmazása csökkenti az ellenséges légvédelmi fegyverek megsemmisítési zónájában történő tartózkodás idejét. A lopakodó repülés¹³ alkalmazásával elkerülhetővé válhat a felderítési zónába történő berepülés, emellett a helikopter a radar, infravörös és optikai szenzorok számára zavaró jelekkel teli környezetben tartózkodik. A NOE technikák, az önvédelmi berendezéseinek alkalmazásával, valamint a fenyegetés elkerülésével együtt a helikopterek számára nem csak a túlélést, hanem a harcfeladatok sikeres végrehajtását is lehetővé teszik. Az önvédelmi eszközök hatékonyságát a nagyobb magasságon végrehajtott repülések komoly mértékben csökkenthetik.

A harcászati fogások az elektronikai védelmi rendszabályok közé sorolhatók.

- **Visszavert jelek csökkentése.** Ezeket a szempontokat a helikopter megtervezésekor, vagy a típusok módosításakor, fejlesztésekor kell figyelembe venni. A visszavert radar, vagy az infravörös jelek csökkentése egymagában jelentősen megnöveli a túlélőképességet. A visszavert jelek csökkentése nélkül az önvédelmi berendezések hatékonysága csökken, egyes esetekben meg is szűnhet.

A visszavert jelek csökkentésére irányuló rendszabályokat szintén az elektronikai védelemhez soroljuk.

- **Előrejelzés, riasztás.** Az önvédelmi berendezések alapvető funkciója a gépszemélyzet riasztása a különböző besugárzásokra, vagy a rakéták közeledésére, melyet a radar- és lézeres besugárzás-jelzők, valamint az infravörös rakéta közeledés-jelzők biztosítanak.

⁹ Elektronikai támogatás: Electronic Support: ES

¹⁰ Radarbesugárzás-jelző: Radar Warning Receiver: RWR

¹¹ Lézerbesugárzás-jelző: Laser Warning Receiver: LWR

¹² Rakéta közeledés-jelző: Missile Approach Warning System: MAWS

¹³ Lopakodó repülés: Nap Of the Earth – a továbbiakban NOE

A megfelelő riasztás elegendő időt biztosít a zavaró rendszerek részére az ellentevékenység megkezdésére, valamint a gépszemélyzet részére a szükséges tevékenységek, vagy manőverek végrehajtására.

A riasztórendszereket az elektronikai támogatás csoportjába soroljuk.

- **Zavarás és csapdák.** A riasztást követően, függetlenül a végrehajtott manővertől, szükségessé válik az ellenséges légvédelmi eszközök tűzvezető vagy rávezető rendszereinek zavarására, lefogására, vagy eltérítésére képes ellentevékenység alkalmazása. A radar- és az infravörös zavaró patronok, valamint a radar és infravörös zavaró berendezések felhasználásával fedhető le e terület.

A zavarás az elektronikai ellentevékenységhez sorolható.

- **Helikopterek szerkezeti megerősítése, a sebezhetőség csökkentése.** Helikopterek szerkezetének tűrőképessége csökkenti a pusztítóeszközök hatásait, szükségtelessé téve ezzel a létfontosságú rendszerek többszörözését, valamint növelve a teherviselő elemek biztonsági jellemzőit, így minimalizálva a sérülések mértékét, amennyiben a helikoptert találat érné.

Helikopterek szerkezeti megerősítése, a sebezhetőség csökkentése szintén az elektronikai védelem kategóriájába sorolható.

- **Integráció és folyamat.** A helikopter szerkezete, a visszavert jelek csökkentése, a körülményeket figyelembe véve tervezett harcfeleladat, valamint a repülés közben megfelelő harcászati fogások alkalmazása biztosítja a túléléshez szükséges alapvető kritériumokat. A besugárzás-jelző berendezések biztosította riasztást követően az automatikus, vagy manuális zavaró rendszerek, valamint a megfelelő manőver végrehajtása teszi teljessé a túléléshez szükséges képességek tárházát.

A VESZÉLYFORRÁSOK

A légvédelmi komplexumokról általában

A helikopterek harctér feletti repüléseinek biztonságosabbá tételéhez ismernünk kell az ellenséges légvédelmi eszközök paramétereit, alkalmazásuk rendjét, elveit, valamint a veszélyforrások általános természetét is. Fontos tisztában lenni azon általános szempontokkal, melyeket figyelembe kell venni egy adott veszélyforrás hatásainak elemzésekor.

A légvédelmi eszközök érzékelőinek függetlenül azok típusától, egy sor lépést kell végrehajtaniuk ahhoz, hogy hatékonyan alkalmazhatók legyenek a repülőeszközök ellen. E lépéseken minden esetben végig kell menniük, kihagyásuk a folyamat leállítását egyben újakezdését eredményezi. E lépések a következők:

- érzékelés;
- befogás;
- követés;
- indítás és irányítás (vagy tűzmegnyitás és ballisztika);
- okozott károk felmérése.

A légvédelmi eszközöknek minden esetben a légitű legalább négy adatát kell figyelembe venniük az indításhoz, vagy a tüzmegnyításhoz:

- távolság;
- oldalszög;
- magasság;
- sebesség.

Amennyiben e négy adat bármelyike pontatlan, vagy hiányzik az indítás elmarad, vagy pontatlanná válik. Az adatokból, meg kell határozni a cél repülési pályáját. Ez után a valamint légvédelmi komplexum a saját repülési paramétereket alapul véve a kiszámítja a cél és a pusztítóeszköz repülési pályájának térben és időben közös pontját, vagyis a becsapódási pontot.

Az érzékelés és a befogás, valamint a nyomon követés közti különbség megértése rendkívül fontos. Az érzékelés és a befogás során a légvédelmi komplexum még nem rendelkezik a tűzvezetéshez szükséges pontos adatokkal. Elég hosszú ideig kell a légitűt követnie ahhoz, hogy meghatározhassa a távolságot, oldalszöget, magasságot és a sebességet, annak kiszámítására, hogy mikor és hová kell a tüzmegnyítást végrehajtania. A légvédelmi komplexum kereső üzemmódjára vagy befogásra utaló jelzések időt biztosíthatnak a gépszemélyzetek részére a helyzet felismerésére, és a megfelelő ellentevékenységre történő felkészülésre, emellett a repülési profil megváltoztatására, az álcázást biztosító domborzati jellemzők fokozottabb használatára. A nyomon követésre utaló jelzések vétele esetén az ellentevékenységeket azonnal meg kell kezdeni, álcázás, kitérő manőverek és elektronikus ellentevékenység formájában.

Valamennyi légvédelmi komplexumot korlátozzák a fizika törvényei. Minden rendszer rendelkezik minimális és maximális magassággal és távolsággal, amelyen belül a megsemmisítését képes végrehajtani, ezt nevezzük megsemmisítési zónának. Ezek az adatok nem manőverező és elektronikus ellentevékenységet nem folytató légitűt feltételezve kerülnek kiszámításra. A légvédelmi komplexum hatékonyságát általában a maximális (vagy minimális) hatótávolságban két indításból (tüzmegnyításból) egy elért találattal határozzák meg. Amint a légitű közeledik a fegyverrendszerhez, az első indítás találati valószínűsége növekszik, illetve, ahogy a légitű távolodik a fegyverrendszertől, a találati valószínűség csökken, míg a légitű át nem lép a fegyverrendszer maximális hatótávolságát (vagy magasságát), ahol fizikailag lehetetlenné válik a találat elérése.

A gépszemélyzetnek lehetősége van a légvédelmi komplexum hatékonyságának csökkentésére. Az álló légitű lehetővé teszi a rendszernek a célzás pontosítását, amíg csak el nem találja azt. A mozgó, állandó sebességű cél leküzdése már nehezebb feladat. A számítások elvégzése után, az indítás sikertelensége esetén pontosításokat lehet végrehajtani. A magasságát, sebességét, távolságát, oldalszögét dinamikusan és folyamatosan változtató légitű leküzdése a legbonyolultabb. A négy tényező egyidejű változása következtében megnehezül a pontos tűzvezetéshez szükséges adatok kiszámítása, így késlekedhet, vagy akár el is maradhat az indítás.

A légvédelmi komplexumok fajtái

Általában véve az érzékelők négy fő típusa ismert, melyek hordozható, légi, tengeri, vagy szárazföldi platformra telepíthetők. Az ellentevékenység kiválasztásának szempontjából rendkívül fontos az egyes veszélyforrások érzékelő típusainak és irányítási rendszereinek meghatározása, valamint képességeinek és korlátainak megismerése.

Lokátorvezérlésű fegyverek

A lokátorok számára feltétlenül szükséges a célra történő közvetlen rálátás¹⁴. A lokátoroknak érzékelniük kell a célt, be kell fogniuk, nyomon kell követniük és indítást/irányítást kell végezniük (vagy ballisztikus lövedéket kell kilőniük), végül meg kell határozniuk az okozott kárt. A félaktív lokátorvezérlésű¹⁵ rakétarendszerek esetében a tűzvezető lokátornak folyamatosan rá kell látnia a célra, az aktív önirányítású¹⁶ rakéták maguk is befogják a légcélt, így ezután a rálátás nem szükséges. A terepdomborzat, az akadályok okozta, valamint a légköri és egyéb zavarjelek megnehezítik a lokátorok működését. A légcél zavarjelek közül való kiszűrésére a lokátoroknál doppler és/vagy impulzus elven működő rendszereket, vagy mozgó cél indikátort¹⁷ alkalmazhatnak. Egyes modern lokátorok nem csak a helikopter repülési pályáját, hanem a forgószárnylapátoknak a mozgását is képesek nyomon követni. Egyes korábbi rendszereknél elméletileg előfordul, hogy amennyiben a helikopter adott sebességgel közvetlenül a lokátorra, vagy attól elrepül, az nem látja a célt, illetve egy adott szögsebességnél kisebb tartása is hasonló eredménnyel járhat. A besugárzásjelző berendezéseknek köszönhetően a gépszemélyzetnek lehetősége van a lokátorjelek érzékelésére, így azok elkerülésére, zavarására és adott esetben közvetlen vagy közvetett tűzcsapásokkal történő megsemmisítésére is.

Infravörös irányítású fegyverek

Az infravörös eszközök számára szintén feltétlenül szükséges a célra történő közvetlen rálátás, a rakéta indításához, valamint a rakéta számára is az a repülés teljes időszakára, a célba csapódásig (vagy a közelségi gyújtó felrobbanásáig). A kezelőnek vizuálisan érzékelnie kell a célt és áram alá kell helyeznie a keresőfejet, még mielőtt az érzékelő befogja a célt. A kezelőnek a keresőfejet az irányzóvonalon kell tartania, amíg meg nem győződik róla, hogy a keresőfej a légcélt fogta-e be és nem egy háttérbeli tárgyat (természetes vagy mesterséges tárgyak, nap, járművek, vagy a nap felhőkről visszaverődő sugárzása stb.) követ nyomon. Az infravörös érzékelő a légköri állapotokra (pára, nedvesség), a helikopter és háttérének képére, infrazavaró töltetre, csapdákra és zavarásra egyaránt érzékeny. Figyelembe kell venni néhány, a hordozható légvédelmi rakétákra¹⁸ jellemző tényezőt is:

- a MANPAD keresőfej befogása előtt nehézkes a célzás, mivel a kezelőnek saját szemével kell a célra tartania;
- a MANPAD levegőből történő felderítése rendkívül nehéz – csaknem lehetetlen – az eszköz mérete és mobilitása következtében. Az infravörös rakéta közeledés jelző berendezések felderítő eszközök csak a keresőfej áram alá helyezését követően képesek azt felderíteni;
- közeli hatótávolságú légvédelmi¹⁹ eszközről lévén szó, a gépszemélyzetnek nagyon kevés ideje van a megfelelő ellentevékenység végrehajtására a közeledő rakéta felderítése után;

¹⁴ Közvetlen rálátás: Line Of Sight – a továbbiakban LOS

¹⁵ Félaktív lokátorvezérlésű: Semi Active Radar Homing – a továbbiakban SARM

¹⁶ Aktív önirányítású: Active Radar Homing – továbbiakban ARM

¹⁷ Mozgó cél indikátor: Moving Target Indicator

¹⁸ Hordozható légvédelmi rakéta: Man Portable Air Defence – a továbbiakban MANPAD

¹⁹ Közeli hatótávolságú légvédelem: Short Range Air Defence – a továbbiakban SHORAD

- a közeledő rakétát a helikoptereken alkalmazott eszközök segítségével lehetetlen megsemmisíteni.

Lézer és irányított energiájú fegyverek²⁰

Ezek a fegyverek igazából két külön kategóriába sorolhatók be:

- lézer-irányítású vagy lézer-támogatású fegyverek,
- irányított energiájú lézer fegyverek.

Az első csoportba azok a fegyverek tartoznak, amelyek lézernyalábot alkalmaznak a távolságmérés, nyomon követés, vagy irányítás végrehajtására hagyományos robbanófejjel ellátott rakéták, bombák vagy lövedékek esetén. A lézer irányítású fegyvereket nem elsősorban légicélok leküzdésére fejlesztették ki. Mozgó, vagy éppen manőverező helikopter ellen csak korlátozottan alkalmazhatóak. Jelentős veszélyt jelentenek azonban a kirakókörlében a földön tartózkodó, vagy a leshelyen függést végrehajtó helikopterek ellen. A lézerirányítású fegyverek ellen kellő védelmet biztosítanak a lézer besugárzás-jelző eszközök²¹. A riasztás vételekor a gépszemélyzet intenzív manőverezéssel, vagy azonnali felszállással hatékonyan kerülheti el a találatot. A lézerirányítású fegyverek ellen nem létezik hatékony elektronikus ellentevékenység.

A DEW fegyverek a lézersugarat, vagy más irányított energiasugarat a helikopter vagy rendszereinek károsítására alkalmazzák, így a veszélyt jelenthetnek gépszemélyzet tagjainak látására is. A DEW fegyverek részéről nem követelmény a cél átégetése és ezzel megsemmisítése, bár némely fajtájuk már eléri ezt a képességet is. A szellőzőnyílások körüli üzemanyaggyőzők meggyújtása, vagy az üzemanyag-vezetékek átégetése csakúgy, mint kabinüvegezés olyan megvilágítása, amely akadályozza a személyzet kilátását, éppúgy a harcfeladat befejezésére kényszerítő tényezők, mintha megsemmisült volna a helikopter. A DEW fegyverek természetükből adódóan rövid időtartamúak, észlelésük, zavarásuk és megsemmisítésük pedig nehéz feladat. Hátrányuk viszont, hogy a LOS meglétét igénylik, függenek a légköri viszonyoktól és jelenleg viszonylag rövid hatótávolsággal rendelkeznek.

Optikai és elektrooptikai érzékelők

Elsődleges vagy másodlagos érzékelőként egyaránt valamennyi fegyverrendszerben alkalmazhatók. Irányzóvonalhoz kötöttek, azonban néhány kivételtől eltekintve teljes mértékben passzív rendszerek. Korlátozó tényezőként az emberi szem korlátai, a légköri viszonyok, távolság, a rezonancia és több esetben a sötétség sorolható fel. Az optikai és elektrooptikai eszközök érzékelése a legnehezebb, csak ritkán lehet becsapni vagy zavarni azokat, azonban a pusztítóeszköz célravezetése igen körülményes általuk, így manőverezéssel általában hatékonyan lehet védekezni ellenük.

²⁰ Irányított energiájú fegyverek: Directed Energy Weapons – a továbbiakban DEW

²¹ Lézer besugárzás jelző: Laser Warning Receiver – a továbbiakban LWR

A HELIKOPTEREK ÖNVÉDELMI ESZKÖZEI

A helikopterek önvédelmi eszközei három kategóriába sorolhatók:

- a visszavert jelek csökkentése szolgáló eszközök;
- a figyelmeztető eszközök;
- az aktív ellentevékenység eszközei.

A visszavert jelek csökkentése

Valamennyi helikoptert tükrözésmentes, infravörös elnyelő festékkel célszerű ellátni. A hajtóművekből kiáramló gáz hőmérsékletének csökkentése az infravörös önirányítású légvédelmi rakéta befogási távolságának csökkentésével növeli az infravörös zavaró berendezések hatékonyságát. A helikopterek esetében mind a radar mind az infravörös képe szemből a legkisebb. A legintenzívebb infrakép a hátsó negyedben, míg a legnagyobb visszavert radarkép oldalról a legnagyobb. A gépszemélyzeteknek ezt számításba kell venniük a helikopterrel végrehajtott manőverezéskor, így minimalizálni tudják a visszavert jeleket.

Figyelmeztető eszközök

A helikoptereket fel kell szerelni radar besugárzás-jelző berendezéssel (pl. AN/APR-39A /V/1), amelyek az ellenséges lokátorok által kibocsájtott radarjeleket érzékelik, azonosítják, meghatározzák a lokátor üzemmódját, és indukálják az elektronikus ellentevékenység megkezdését a gépszemélyzet alfanumerikus jelképeket megjelenítő képernyővel és szóbeli figyelmeztető rendszerrel történő egyidejű riasztása mellett.

Az infravörös rakétákra figyelmeztető (pl. AN/AAR-47) rendszer kiemelt jelentőséget érdemel, a jelenkor aszimmetrikus konfliktusaiban, melyekben az infravörös tartományban működő eszközök a legjellemzőbbek és a legveszélyesebbek a helikopterekre nézve.

Ideális esetben a figyelmeztető rendszereknek ki kell egészülniük a lézer besugárzás-jelző eszközökkel (pl. AN/AVR-2/2A), amelyek lézer-megvilágítás esetén figyelmeztetik a gépszemélyzeteket.

A besugárzásjelző berendezéseket a felderítő információk alapján a hadszíntérnek megfelelő beállításokkal kell ellátni, kizárólag így biztosított a megfelelő védelem a szembenálló fél fegyverrendszereivel szemben.

Az aktív ellentevékenység eszközei

Aktív ellentevékenység szerepe akkor a legfontosabb, ha a gépszemélyzeteknek nincs elég ideje, vagy lehetősége a terepdomborzat biztosította rejtési lehetőségek kihasználására, illetve a kitérő manőverek végrehajtására. Az infravörös önirányítású rakéták ellen infravörös zavaróberendezések (pl. AN/ALQ-144A/V/3), alkalmazhatók, melyek általában folyamatos üzemi, körsugárzó rendszerek, melyeknek rendeltetése az infravörös vezérlésű rakéták megzavarása vagy becsapása. E rendszerek kiegészülve az alacsony visszatükrözésű festéssel és a hajtóművek kiáramló gázhűtőivel, a legtöbb ismert infravörös vezérlésű rakétarendszer ellen védelmet biztosítanak.

A lokátorok ellen alkalmazott radar zavaróberendezések (pl. AN/ALQ-136/V/5), zavarjelet generálnak az ellenséges légvédelmi komplexum megzavarása érdekében, mely az indítás elmaradását, késlekedését, vagy a rakéta eltérítését eredményezheti.

E zavaróberendezések kiegészülve a dipól és infracsapda szóró berendezésekkel (pl. AN/ALE-40), hatékony védelmet nyújtanak a légvédelmi komplexumok ellen. A dipól és infracsapda szóró berendezések üzemmódjait a harcfeladat jellege és a felderítő információk alapján repülés előtt konfigurálni kell.

Az önvédelmi berendezések konfigurálása

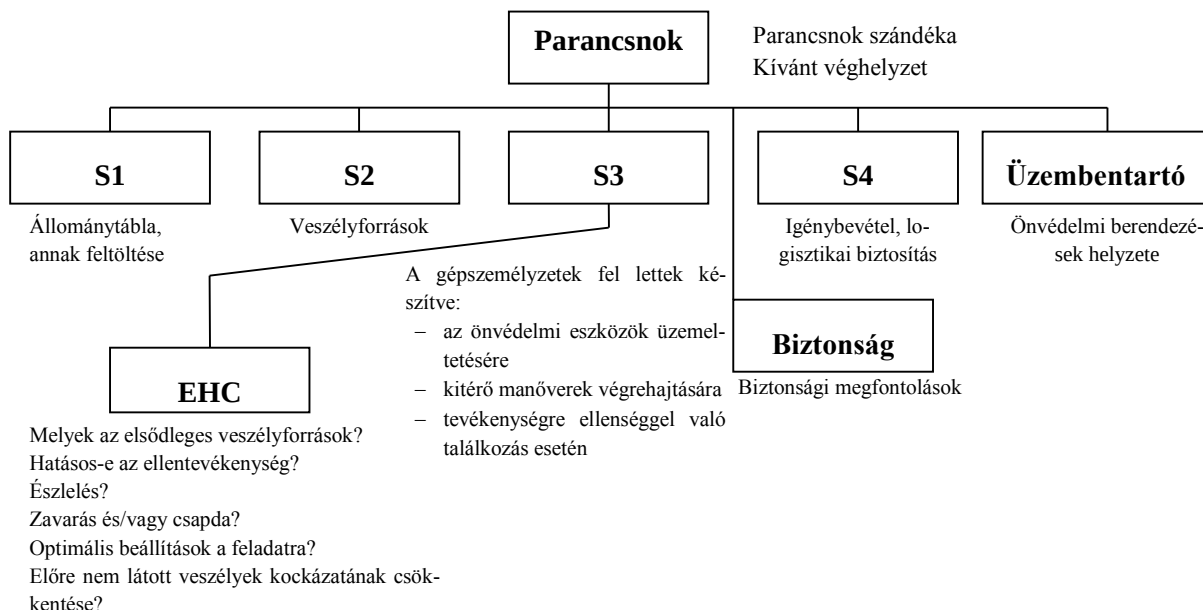
Az önvédelmi berendezések hatékony működésének érdekében, be kell állítani azokat a feladatnak megfelelően. E beállításokhoz nélkülözhetetlen egy adatbázis, mely az ellenséges légvédelmi eszközök adatait, sugárzási „lenyomatát” tartalmazza. Az adatbázis minősítettsége lévén, annak kezeléséhez akkreditált informatikai eszközök, titkos adatkapcsolat és kommunikációs szoftver szükséges. Meg kell teremteni annak a lehetőségét is, hogy ez a rendszer biztonságosan és gyorsan működhessen műveleti területen is, így biztosítható, hogy minden kötelék rendelkezzen az önvédelmi rendszerek adott hadszíntérre vonatkozó aktuális beállításával. A harcfeladat során várható ellenséges veszélyforrásokra kell kidolgozni a konfigurációs beállításokat. A legységtörzs szinten ez a feladat a felderítő, az elektronikai harc és a hadműveleti tiszt feladata, az alegység harcparancsban ezt külön részben kell szerepeltetni, mely tartalmazza az önvédelmi rendszerek minden egyes repülésre vonatkozó optimális konfigurációs beállítások előkészítését.

TERVEZÉSI SZEMPONTOK

A helikopterek önvédelmi funkcióit a harcfeladat megtervezése, begyakorlása, végrehajtása, illetve az eredeti helyzet visszaállítása során végig figyelembe kell venni, melyet alegységszinten a felderítő szakterület vezet. A katonai döntéshozatali folyamatnak megfelelően ez a tevékenység a feladat vételével kezdődik, a helyzetértékelésen a tervezésen és a végrehajtáson át, az értékelésig is folyik. Az ellenséges helyzet pontos ismerete és a kapott harcfeladat teljes megértése kulcsfontosságú vételétől kezdve fontos az önvédelmi funkciók megtervezése szempontjából.

A harcfeladat megtervezése

Az elektronikai harc szempontjait a tervezés valamennyi fázisában figyelembe kell venni. A tervezést mindenkor az idő, információ és rendelkezésre álló személyi állomány függvényében kell elvégezni. A harcparancsokban részletesen szerepeltetni kell ezeket a szempontokat. A következő ábra szemlélteti az alegységtörzs tagjainak felelősségeit a túlélőképesség tekintetében:



1. ábra Az alegységtörzs tagjainak felelősségei a helikopterek túlélőképességének vonatkozásában

A harcparancs²²

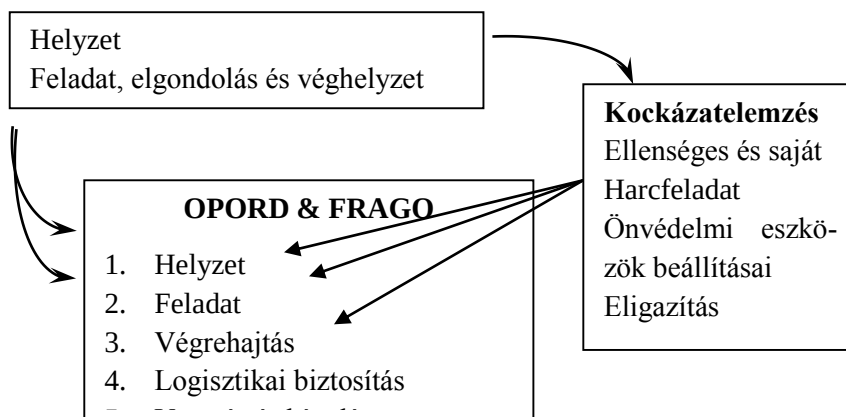
Az OPORD kidolgozása a saját és az ellenséges helyzet ismertetésével, valamint a harcfeladat és a parancsnok elgondolásának vételével kezdődik. Az elektronikai harc melléklet célja az OPORD ilyen irányú információval való ellátása. A mellékletben az ellenséges és saját elektronikai harc képességek és korlátok kapnak hangsúlyt, a saját eszközöknek fel kell deríteniük, azonosítaniuk, zavarniuk, meg kell téveszteniük, vagy meg kell semmisíteniük az ellenséges légvédelmi eszközöket. A helyzet egyértelmű tisztázását követően elemezni kell a feladatot annak megállapítására, hogy a saját erőknél milyen kockázati tényezőkkel kell szembenézniük a harcfeladat meghatározott irányelvek szerinti végrehajtása során. A kockázati tényezők összegzése után meg kell határozni a kockázatok csökkentésének módszereit. Amennyiben a harcfeladat korlátait tekintve jelentősen el kell térni az eredeti szándéktól, úgy ezek a módszerek előjáró parancsnoki jóváhagyást igényelnek. A következő lépés az elektronikai harc anyagi-technikai, biztosítási feltételeinek és a harcfeladat végrehajtásához szükséges vezetési és híradási irányelvek meghatározása.

A harcintézkedés²³

A FRAGO, az OPORD – benne az elektronikai harc melléklet – kidolgozását követően, az egyes harcfeladatokat elrendelő alapidokumentum. E feladatokra nem feltétlenül szükséges teljes OPORD kidolgozása. Ezekben az esetekben az alap OPORD-tól való eltéréseket FRAGO-ban kell meghatározni. A FRAGO vételekor a törzs értékeli a rendelkezésre álló információt és áttekinti az elektronikai harc mellékletet. A melléklet bármely változását részletezni kell és a feladatra való eligazítás részeként ismertetni kell a gépszemélyzetekkel.

²² Harcparancs: Operation Order – a továbbiakban OPORD

²³ Harcintézkedés: Fragmentary Order – a továbbiakban FRAGO



2. ábra OPORD és FRAGO

Kockázatkezelés

Kockázatok azonosítása

Az átfogó kockázatkezelés végrehajtásához részletes információkra van szükség az ellenséges légvédelmi eszközök által alkalmazott eljárásokról. Az ellenséges elektronikai harc képesség előnyeinek és hátrányainak meghatározásához elemezni kell a rendszerek képességeit, számát, elhelyezkedését és alkalmazásuk rendjét. A saját elektronikai harc képességeket és korlátokat a harcfeladattal kapcsolatos kockázati szint felmérése céljából össze kell vetni a várható ellenséges tényezőkkel. A felderítő részleg meghatározza a következőket:

- ellenséges lokátorok sugárzási frekvenciái;
- lokátorok, melyek nem érzékelhetők;
- lokátorok, melyeket zavarással befolyásolni lehet;
- lokátorok, melyeket be dipólszórással befolyásolni lehet;
- infravörös veszélyforrások, melyekkel lehetséges a találkozás;
- infravörös veszélyforrások, melyek érzékelhetők;
- infravörös veszélyforrások, melyek zavarással vagy infracsapda szórással befolyásolni lehet;
- lézer/DEW veszélyforrások, melyek érzékelhetők vagy nem érzékelhetők;
- optikai/elektrooptikai veszélyforrások.

Kockázatok értékelése

A túlélőképesség növeléséhez szükséges eljárásokat, valamint az önvédelmi rendszerek beállításait a legveszélyesebb ellenséges légvédelmi eszközök sorrendjében kell kialakítani. A kockázati szintet az ellenséges légvédelmi eszközök és a saját önvédelmi berendezések képességei és korlátai, valamint a harcfeladat jellege alapján kell meghatározni. A legmagasabb kockázati tényező adja meg a feladat általános kockázati szintjét. Ha a kockázat infravörös veszélyforrás miatt magas, a feladat általános kockázati szintje szintén magas lesz.

A biztonsági rendszabályok kidolgozása

A kockázati tényezők értékelése után ki kell dolgozni a csökkentésükre hivatott módszereket és eljárásokat, melynek során meg kell jelölni és veszélyességi sorrendbe kell állítani a hadszíntéren található veszélyforrásokat, meg határozni az önvédelmi rendszerek optimális konfigurációs beállításait minden egyes helikopterre, valamint ki kell alakítani a gépszemélyzetek tevékenységének rendjét a felkészülés és a feladatvégrehajtás időszakában.

A veszélyforrások elemzése során különös figyelmet kell fordítani a legveszélyesebb légvédelmi eszközökre, valamint azokra, melyek a rendelkezésre álló figyelmeztető eszközök által nem észlelhetők, vagy nincs ellenük hatékony ellentevékenység. Az ilyen veszélyforrások azonosítása után, az előjáró felderítő szolgálat útján, térben és időben minél pontosabban be kell határolni ezen eszközök helyzetét, és ki kell dolgozni azok elkerülésének rendjét.

A kockázatok csökkentésére hivatott biztonsági rendszabályok alkalmazásával növelhető az elektronikai harc hatékonysága, ezáltal növelhető a túlélési esély. A biztonsági rendszabályok a következők lehetnek:

- a harcfeladatot lehetőség szerint éjszakai időpontban célszerű tervezni, így csökkenthető a szabad szemmel, vagy optikai célkereső berendezés segítségével végrehajtott célkeresés hatékonysága, így a légvédelmi géppuskák és a kézi légvédelmi rakéták fenyegetése;
- a magas kockázatú repülési feladatokra kiáramló gázhűtővel felszerelt helikoptereket lehet alkalmazni;
- a veszélyforrások lefogására harcászati repülő, vagy elektronikai zavaró kísérőgépeket kell igényelni;
- a sebezhetőség csökkentésére, a kritikus pontokra tervet kell kidolgozni az ellenséges légvédelmi eszközök lefogására²⁴;
- a kirakó vagy berakó körletek előkészítése harci helikopterek, vagy tűzérség által;
- útvonalak módosítása az ismert, légvédelemmel ellátott területek elkerülésére;
- megtévesztési terv kidolgozása;
- rádió és egyéb kisugárzás csökkentése²⁵.
- a végrehajtó kötelék méretének és összetételének helyes megválasztása.

A harcfeladatra történő felkészülés időszakában a gépszemélyzeteket tájékoztatni kell a veszélyforrásokhoz kapcsolható kockázati tényezőkről, az önvédelmi rendszerek optimális beállításairól, a feladatra vonatkozó biztonsági rendszabályokról és a repülés során követendő eljárásokról. Ezek az eljárásoknak a következőket kell lefedniük:

- az ellenséges légvédelmi eszközök leküzdésére irányuló manővereket;
- tevékenység rendjét az ellenséggel történő találkozás esetén;
- kötelékek oszoltatását és ismételt gyülekezését;
- ellentevékenységet végrehajtó fegyverekre vonatkozó alkalmazási szabályokat.

²⁴ Az ellenséges légvédelem lefogása: Suppression of Enemy Air Defence, SEAD

²⁵ Kisugárzás csökkentése: Emission Control, EMCON

A biztonsági rendszabályok végrehajtásának visszaellenőrzése

A parancsnokoknak és a gépszemélyzeteknek elemi kötelességük a rájuk vonatkozó biztonsági rendszabályok végrehajtása és annak kölcsönös visszaellenőrzése, így valamennyien aktívan részt vesznek a kockázatok csökkentésének folyamatában:

- a parancsnokok biztosítják, hogy az elektronikai harc és az önvédelmi eszközök szempontjait, illetve a konfigurációs beállításokat ismertették a gépszemélyzetekkel és a műszaki állománnyal;
- a gépszemélyzeteknek a gépátvételkor meg kell győződniük az önvédelmi berendezések konfigurációs beállításainak helyességéről;
- a repülés során az saját ellenség felismerő rendszert²⁶ az előírt helyen és időben kell be- és ki kell kapcsolni;
- a végrehajtás utáni értékelés során a gépszemélyzeteknek részletes jelentést kell tenniük;
- az önvédelmi képességben tapasztalt hiányosságokat minden esetben jelenteni kell az előjáró felé (félreérthetőség, téves riasztások, meghibásodások);
- a soron következő repülési feladat tervezésekor messzemenően figyelembe kell venni az előző feladatok tapasztalatait.

A HARCFELADAT VÉGREHAJTÁSA

A repülési feladat során a gépszemélyzeteknek be kell építeniük figyelem megosztásukba az önvédelmi berendezések kijelzőit és a várható veszélyforrások jelzéseit. A figyelmeztető jelzések vételekor a meghatározott tevékenységeket késlekedés nélkül végre kell hajtani. A gép ellen csöves légvédelmi fegyverrel vagy rakétával végrehajtott támadás vizuális, illetve befogás/indítás radarjeleinek észlelésekor a személyzetnek csupán másodpercei vannak a támadás elhárítására. A reakciók három csoportra oszthatók fel:

- jelzések: azonnali tevékenység meghatározása;
- kitérő manőver: amennyiben a rejtést biztosító terepdomborzat nem elérhető;
- tevékenység találkozás esetén: döntés a feladat folytatásáról vagy megszakításáról.

Az összes rendszabály végrehatásakor, de legfőképpen a kitérő manőverek begyakorlása során kiemelten fontos a koordináció a gépszemélyzet tagjai között. Egységesített kifejezések („rakéta három óránál, fordulj ki jobbra”, „fordulok jobbra”) segítik a félreértések, ezáltal az idővesztés, vagy a helytelen manőver elkerülését.

Kötélékrepülés szempontjai

A harcrend felépítésének, benne a helikopterek és a kötélékek közti elkülönítésnek biztosítania kell a megfelelő teret, a támadás elleni manőverezés végrehajtására. Egységesített kifejezések alkalmazásával („kettes kitér jobbra, rakéta” vagy „hármask kitér balra, három óránál nyomjelző lövedékek”) a kötélék többi tagja ismerni fogja a jelentő helikopter gépszemélyzet parancsnokának elhatározását. A kötélék többi tagja hajtsa végre a meghatározott tevékenységet, majd hajtsák végre a kötélékparancsnok utasításait. A riasztást vevő gépszemélyzet mindig jelentse

²⁶ Saját ellenség felismerő rendszer: Identification Friend or Foe – a továbbiakban IFF

a riasztás tényét, mivel a felszín, a radarnyaláb karakterisztikája, a magasság, vagy esetleges meghibásodás miatt a kötelék többi tagja nem kapott jelzést.

ÖSSZEGZÉS

A modern harctéren, illetve a béketámogató műveletek során a repülőeszközök túlélőképessége nagyban függ a törzsek közti koordinációtól. Mivel a helikopterek kiterjedt területeket képesek nagy sebességgel lefedni, a légtér- és tűzkoordinációs, valamint a vezetési és irányítási eljárások kiemelt szereppel bírnak. Ebbe a koordinációs folyamatba szervesen integrálni kell a helikopterek önvédelmi képességéhez szükséges elektronikai harc elemeket és az azokat támogató eljárásokat, rendszabályokat, módszereket. A helikopterek önvédelmi berendezései – legyenek azok bármilyen modernnek is – önmagukban nem képesek megvédeni a gépszemélyzeteket, megfelelően kell azokat felkészíteni és üzemeltetni, valamint a helyzetnek megfelelő harcászati fogásokat kell alkalmazni. Emellett ismerni kell a szembenálló fél képességeit, melyeket csökkenteni kell, valamint a korlátait is, melyeket viszont ki kell használni a harcfeladat sikeres és biztonságos végrehajtása érdekében.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] AAP-06 (2012) NATO Glossary OF Terms And Definitions (English And French), NATO Standardization Agency (NSA) 2012;
- [2] ARTEP 1-112-MTP Mission Training Plan For The Attack Helicopter Battalion, Headquarters, Department Of The Army, Washington DC, 18 April 2002;
- [3] AFDD 1-2 Air Force Glossary, 9 July 1999;
- [4] Joint Publication 1-02, Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms, 8 November 2010.

Bali Tamás¹

A UAV KEZELŐK KIVÁLASZTÁSA ÉS A SZIMULÁTOROS GYAKORLATI ELŐKÉPZÉS LEHETŐSÉGEI ÉS MÓDSZEREI²

Korunk egyik leginkább fejlődő kutatási ágai közé tartoznak a pilótánélküli légijárművek kifejlesztésével és széleskörű alkalmazásával kapcsolatos kutatások. A katonai UAV-k hatékony alkalmazásának talán egyik legkritikusabb eleme a humán erőforrás biztosíthatósága, azaz a megfelelően kiképzett kezelők rendelkezésre állása. Jelen tanulmány megírásának célja az, hogy bemutassam azon gyakorlati képzési lehetőségeket – a szimulátorral támogatott képzésekre koncentrálva –, melyek a leghatékonyabban képesek biztosítani a UAV kezelői utánpótlást, a már kiképzett kezelők készségeinek fenntartását.

POSSIBILITIES AND METHODS IN UAV OPERATOR'S SIMULATOR ASSISTED PRACTICAL TRAINING

These days, the research on design and wide range deployment of the Unmanned aerial Vehicles belongs to one of the mostly developing research fields. Probably the most critical element of military purposely used UAVs is the availability of a well trained operator. The aim of writing this article was to give an idea about the possibilities regarding to UAV operator's practical training – concentrating on the simulator training –, which can provide a solution on the shortage of available UAV operators and on the method that can help to refresh the already qualified person operator's skills.

BEVEZETÉS

Az utóbbi évtized robbanásszerű fejlődést hozott a pilótánélküli rendszerek (UAS) illetve a pilótánélküli légijárművek (UAV) világában. A fejlődés leginkább annak köszönhető, hogy ezen eszközök aszimmetrikus hadviselés viszonyai közötti sokoldalú alkalmazhatósági lehetőségeit felismerte a katonai vezetés.

A pilótánélküli légijárművek (UAV) alkalmazása az elmúlt időszakban nagymértékben megnövekedett, több, egyenként is meghatározó jelentőségű okból fakadóan. Ezen okok között kell említeni azt, hogy a UAV-k alkalmazásával – kategóriától függően – mind a harcászati-, mind pedig a hadászati célok megvalósítása biztosítható. A megfigyelési feladatok, a pilótás légijárművekhez viszonyítva, kiterjesztett időtartamban hajthatóak végre. Mivel sok esetben a közepes és annál magasabb kategóriájú UAV-k kezelői több ezer kilométeres távolságban vannak az általuk üzemeltetett/repült légijárműtől, ezért az eszköz harcbevételére nem jár az emberélet kockáztatásával [1].

Ahogy 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.

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

² Lektorálta: Dr. Dudás Zoltán, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KKT vezető, dudas.zoltan@uni-nke.hu

Figyelembe véve az UAS-k relatívan rövid hadrendbeni alkalmazási múltját, érthető, hogy miért kell az alkalmazásukra történő képzést támogató szimulátorok piacára úgy tekinteni, mint egy most fejlődő területre.

Egy 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.

Mielőtt azonban a tényleges, szimulátorral támogatott gyakorlati képzés módszereiről szólnék, szeretnék egy pár gondolatot megosztani a különböző kategóriájú UAV kezelők kiválasztásával kapcsolatban.

GONDOLATOK A KEZELŐK KIVÁLASZTÁSÁRÓL

A kezelők kiválasztását nagymértékben determinálja az adott személyek által majd a jövőben alkalmazott légijármű kategóriája. Belátható, hogy nem ugyanazon ismeretanyag meglétét követeli meg egy Nano kategóriájú UAV kezelése, mint egy nagyhatótávolságú, adott esetben levegő-föld csapásmérésre képes eszköz. Ha csupán a használatos légtér vonatkozásában tekintjük, akkor a Nano kategóriájú szerkezet folyamatosan földközeli, a kezelő látástávolságán belül üzemel, míg a nagyhatótávolságú UAV az általános légiforgalom részeként mind kis-közepes- és nagymagasságokban. Ez azt jelenti, hogy a nagyhatótávolságú UAV kezelővel ellentétben a Nano UAV kezelőnek nem kell képesnek lennie a légiforgalmi irányításban résztvevő egységekkel történő kommunikációra. A különbségek tovább sorolhatók, ha csupán a repülési navigációban-, a légijármű irányítási elveiben-, a felderítő szenzorok kezelésében tapasztalható különbségeket vizsgáljuk.

Repüléstechnikai szempontból kijelenthető, hogy a Mini kategóriájú UAV-kal bezárólag a légijárművek irányítása nem követel meg kiterjedt elméleti felkészítést. Hangsúlyt a gyakorlati felkészítés kell, hogy kapjon. Ezeknél a kategóriáknál, az elméleti felkészítés kapcsán, csupán az aerodinamikára, meteorológiára, a légijármű irányítására és a szenzorok kezelésére kell koncentrálni. Aerodinamikai felkészítésnek tartalmaznia kell mindazon ismereteket melyek tudatában a kezelő megérti az általa irányított légijárműre ható légerőket a felszállástól a leszállásig. Aerodinamikai ismereteinek tudatában képesnek kell lennie azon repülési manőverek kerülésére melyek a légijármű áteséséhez, és lezuhanásához vezethetnek. A meteorológiai felkészítésnek tartalmaznia kell a földközeli repüléseket befolyásoló meteorológiai elemek megismerését, különösen a szél hatásait. A kezelőnek ezen ismeret birtokában képesnek kell lennie a biztonságos fel- és leszállások végrehajtására, az akadályok fölött és közötti turbulens légrétegben történő UAV alkalmazásra. Az elméleti felkészítés kisebb részét képezik a légijármű irányítására és a szenzorok kezelésére vonatkozó képzések, ráadásul ezeket hatékonyan csak a

gyakorlati képzéssel párhuzamosan lehet teljesíteni.

Az elméleti képzés kapcsán a kezelők megismerkednek az adott légi jármű irányítását szolgáló eszközzel. Az eszközön található kezelőszervekkel és hatásaival a légi járműre. Megismerik a szenzorok alkalmazási tartományait, korlátait. A rövidnek tekinthető elméleti felkészítést követően kezdődik meg a gyakorlati kiképzés, melyben különösen nagy hangsúlyt kap a szimulátorok alkalmazása. Ez azért van, mert az RC³ irányító szervvel ellátott légi jármű (1. ábra) vezetése nagyon összetett kormánymozdulatokat igényel.



1. ábra T6AP 6CH típusú RC kezelőszerv⁴

A nagyobb kategóriájú UAV-k alkalmazására történő felkészítés elméleti fázisa sokkal kiterjedtebb abból adódóan, hogy az adott légi jármű kezelője az eszköz repültetése során részt vesz vagy a GAT-, vagy az OAT-ban. A repülés során együtt kell működnie a használt légtérben illetékes légiforgalmi irányító egységekkel (VFR és IFR eljárások, rádiólevelezés). A repülés különböző magassági tartományokon belül (0–30 km-ig) valósul meg, így a meteorológiai képzettségnek is idomulnia kell ehhez a tényhez. Nem elegendő a földközeli légrétegre vonatkozó meteorológiai sajátosságok oktatása, hanem foglalkozni kell a troposzférán túl a sztratoszférában tapasztalható légköri jelenségekkel is. Azok hatásaival a repülésre.

Mindezeken túl a kis kategóriájú UAV-k taktikai szintű feladatok megoldására kerülnek alkalmazásra, azaz egy legfeljebb század szintű harcászati kötelék műveleteit „szolgálja ki”. Kezelői általában a szárazföldi haderőnem adott kötelékében teljesítenek szolgálatot, akik lehetnek például a különleges erők tevékenységét támogató JTAC-ek⁵, vagy a lövész alegységek kijelölt katonái. A magasabb kategóriájú UAV-k a légierő kötelékében kerültek/kerülnek rendszeresítésre. Ezek a hadászati szintű célok megvalósítását szolgálják, melyek között lehet megemlíteni a földi telepítésű ellenséges eszközök felderítését, a kiemelt fontosságú ellenséges vezetési pontok- illetve infrastruktúra pusztítását. Kezelői általában az egészségügyi okokból a valós me-revszárnyú légi járművekről már letiltott repülő-hajózó állományból kerülnek ki. Ez azért van így, mert ezen kategóriájú légi járművek alkalmazása végletekig megközelíti (de azzal inkább

³ RC = Radio Controlled (Rádió frekvenciával vezérelt).

⁴ Forrás: <http://www.cnbestone.com/index.php?gOo=goodspic.dwt&goodsid=603> (2013. 06 07)

⁵ JTAC = Joint Tactical Air Controller (Harcászati légi irányító).

megegyezik) a valós repülőgépek alkalmazását.

E kezelők vonatkozásában sokkal költséghatékonyabb egy olyan személy „átképzése” egy adott UAV-re aki már rendelkezik repülő-szakmai ismeretekkel illetve repülési tapasztalattal, mint aki nem.

A fentiek alapján látható hogy a UAV kategóriák figyelembe vételével milyen óriási különbség van a kezelőktől elvárt képességek terén. Ha teljesen mások a képzés végén elvárt kimeneti feltételek, akkor érthető, hogy a képzés bemeneti feltételeinek és kiválasztási szempontjainak is különbözniük kell.

Jelenleg az látható, hogy a Mini kategóriájú UAV-ig történő kezelői kiválasztással, a megfelelő számú és bemeneti készségekkel rendelkező kezelő biztosításával nincs probléma. De nincs ez így a magasabb kategóriájú UAV-k vonatkozásában. Mivel itt nehézkes a kezelők biztosítása, ezért kutatások kezdődtek a probléma megoldására. Az alábbiakban a legígéretesebbnek tűnő kutatást mutatom be.

Aktív repülőhajózók vs. repülő-szimulátorokat repülő személyek a magasabb kategóriájú UAV kezelőinek biztosítása érdekében

Amikor a közepes és annál nagyobb kategóriájú UAV-k alkalmazásával foglalkozunk, akkor szembesülünk azzal a problémával, mellyel az Egyesült Államokban már az elmúlt évtized végén foglalkozni kezdtek. Ezen kategóriájú UAV-k alkalmazása olyan kezelők bevonásával valósul meg, akik a képzésüket normál harcászati repülőgépeken teljesítik (az elengedhetetlen ilyen irányú repülőtapasztalat biztosítása miatt). A harcászati repülőgép-vezetői fázist követően teljesül a pilótánélküli légijárművekre vonatkozó „átképzés”. Látható, hogy ez a képzési módszer – amellett hogy igen költséges – nagyon hosszú ideig tart.

Ennek a képzési módszernek van azonban még egy komoly hátulütője. Annak érdekében, hogy egy jelölt végrehajthassa a harcászati repülő gyakorlati képzési fázisát, meg kell, hogy feleljen számos orvosi követelménynek. A megfelelés fogja biztosítani azt, hogy a jelölt szervezete képes lesz elviselni a repülés kapcsán felmerülő terheléseket, mentálisan képes lesz kezelni a repülés folyamán fennálló stresszorokat⁶. Figyelembe véve az orvosi kritériumokat, illetve a tényt hogy az orvosi „szűrést” követően csupán a jelentkezők közel 30%-a felel, kijelenthető hogy nagymértékben leszűkül a képzésbe bevonható jelöltek száma. Ezen gondolatsor margójára azért odakíváncozik az a megállapítás, miszerint – klasszikus értelemben véve – egy UAV kezelő feladat-végrehajtása nem követeli meg a fentiekben leírt orvosi alkalmasságot. A pilótánélküli feladat-végrehajtás kapcsán nem jelentkeznek a tényleges repülés időszakában fellépő fizikai terhelések, a mentális stresszorok sokkal kezelhetőbbek abból fakadóan, hogy a kezelő nincs a légijármű fedélzetén, azaz egy hibás ténykedés nem követeli közvetlenül az életét.

De vissza az eredeti gondolatmenetre!

Ha csak az elmúlt évtized katonai műveleteinek közel-keleti volumenét-, illetve a műveletek

⁶ Ezek között a stresszorok között kell megemlíteni az egyidőben teljesítendő előírászerű légiüzemeltetést, a légiforgalom kezelését szolgáló gyakorlatilag folyamatos rádiólevelezést a levegőben lévő más légijárművek illetve az illetékes légiforgalmi irányító egység(ek) között, az eltérésmentes feladat-végrehajtást, az ellenséges el-lentevékenységet.

támogatását biztosító pilótánélküli légitárművek alkalmazási körét és mértékét vizsgáljuk, akkor a következők állapíthatók meg. A közepes és magasabb kategóriájú UAV-k alkalmazása nagyságrendjét tekintve több mint tízszeresére nőtt [2]. A műveleti alkalmazási kör a klasszikus megfigyelési szerepkörön kívül kibővült a csapásmérési képességgel. A megnövekedett alkalmazási igény kielégítése egyre nagyobb számú UAV bevetésével valósítható meg, melyet az érintett országok ipari kapacitásai biztosítanak is.

Jelen időszakra a megnövekedett számú UAV-k műveleti alkalmazási tempója meghaladta a kezelők képzési lehetőségét. Tulajdonképpen az a helyzet állt elő hogy nincs elegendő, hadrafogható UAV kezelő⁷ a feladatok végrehajtásához, mely a potenciális képesség csökkenéséhez vezetett. A képességcsökkenés felszámolása érdekében egyre nagyobb hangsúlyt kapott (és jelenleg is kap) a megfelelő számú, és irányítói készségekkel rendelkező kezelő személyzet rendelkezésre állásának biztosítása.

Nyilvánvalónak tűnik, hogy a UAV kezelő képzését új alapokra kell helyezni. Újra kell gondolni mind a UAV kezelői jelentkezőktől elvárt készségeket, mind pedig a teljes képzési struktúrát. El kell szakadni a fenntarthatatlan képzési elvektől.

Felmerül a kérdés azzal kapcsolatban, hogy vajon a számítógépes repülőprogramokat napi szinten használó fiatal generáció vajon hogyan tudna megbirkózni egy valós UAV irányításával. Vajon ha a UAV-k irányító és kezelőszervei helyettesíthetők lennének olyan irányító szervekkel (joystick + PC gázkar és pedál, PC billentyűzet és egér, konzol vezérlő kontroller) amelyeket a fiatalok használnak az otthoni repülőszoftverek használatakor, akkor megbirkóznának egy valós légitármű irányításával is?

Ha csupán a Predator C Avenger „kabinjának” kezelő szerveit tekintjük (2. ábra), akkor láthatjuk, hogy kialakítását tekintve megfeleltethető akár egy jól kiépített házi repülő-szimulátornak is.



2. ábra Predator C Avenger kezelői „kabinjának” kialakítása⁸

⁷ Melynek csupán egyik oka a jelentkezők harcászati gyakorlati repülőfázisra való nagymérvű orvosi alkalmatlansága.

⁸ Forrás: <http://www.aerotechnews.com/news/2013/04/24/advanced-cockpit-ground-control-station-flies-predator-c-avenger/> (2013. 06 23)

Az LCD monitorok ugyanazon információkat jelenítik meg (csak több monitorra szétosztva), melyekhez a komolyabb repülő-szimulátorokat alkalmazó személyek a repülésük kapcsán használnak. A kezelőszervek kialakítása semmiben nem tér el azoktól, melyeket ők otthonukban használnak napi szinten.

A fentiek alapján nyilvánvalónak tűnik, hogy a napi szinten repülő-szimulátorokat használó személyek kezelői képességei nem maradhatnak el lényegesen a tényleges repülőképzést teljesített pilótákétól. Ha ez a feltevés beigazolódná, akkor az akár meg is oldhatná a krónikus kezelői hiányt.

Kutatási eredmények:

A tényleges gyakorlati repülési tapasztalattal rendelkező személyek a repülésüket/térbeli helyzetértékelésüket, VMC⁹ időjárási feltételek megléte esetén, alapvetően a vizuálisan beazonosítható elemekre építik. A kabin nagy kilátási spektruma által biztosított vizuális tájékozódásuk segíti őket a repülési sebesség, magasság megítélésben. A térbeli helyzetértékelésüket továbbá segítik a gravitáció okozta terhelések fizikai érzékelése is. Ezzel szemben a repülő-szimulátorokon repülő személyeket a monitoruk mérete által korlátozott kilátás rákényszerítette a műszeres navigáció vezetésére. Az általuk repült virtuális légijármű térbeli helyzetének megítéléséhez használt legfőbb eszköz/műszer a digitális műhorizont. A repülési sebesség-, magasság meghatározása a számítógép által kidolgozott digitális jelek leolvasása útján valósul meg. Nincs ez másképp a fedélzeti rendszerek üzemszerű működésének ellenőrzése terén sem. Míg a valós repülési gyakorlattal rendelkező személyek a légijármű meghibásodását elsősorban külső jelek alapján észlelik (például hajtómű meghibásodás esetén a normálistól eltérő hanghatások, illetve a légijármű egyenetlen mozgása; fedélzeti tűz esetén égésszag; vagy éppen a kormányerő-csökkentést szolgáló hidraulika rendszer meghibásodása esetén a kormányszerveken fellépő erőhatások), addig a repülő-szimulátorokon repülő személyek e problémákról digitális jelek útján „értesülnek”.

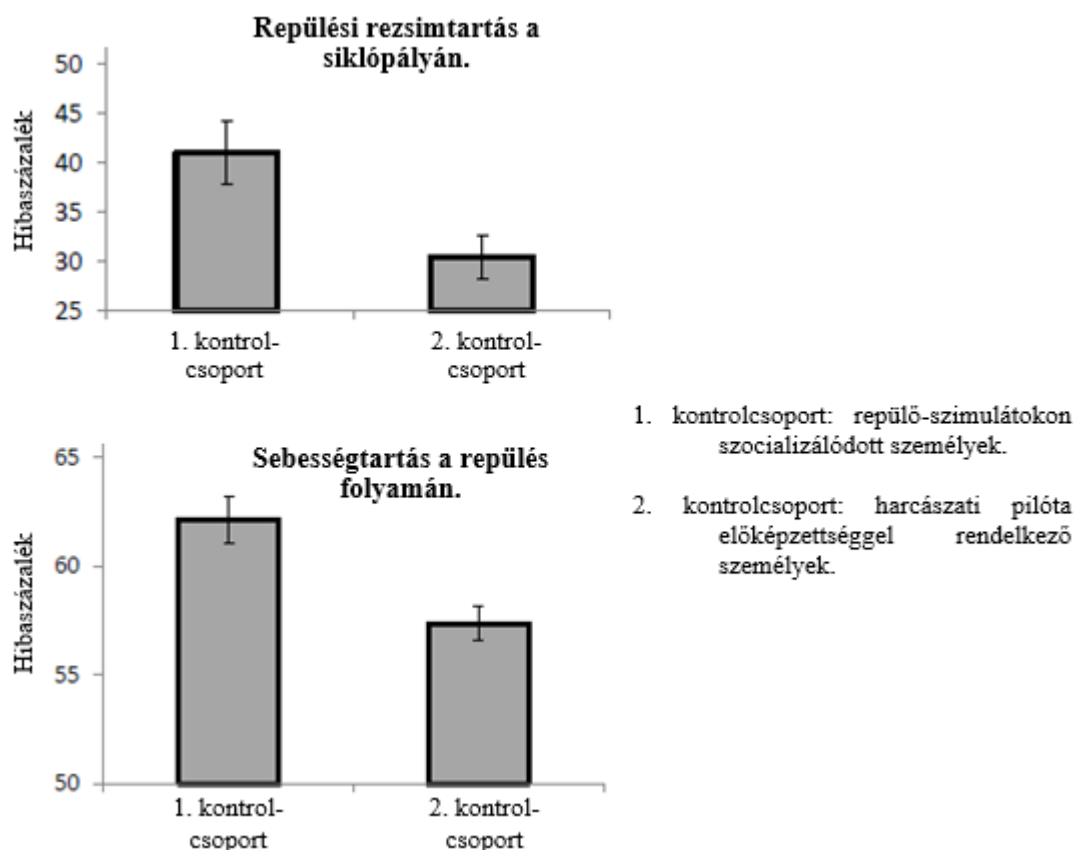
Látható, hogy a valós gyakorlati repülési gyakorlattal/előképzettséggel rendelkező személyek sokkal inkább – komplex módon – hagyatkoznak az érzékszerveik által közvetített külső jelekre (látás, hallás, szaglás, nehézségi gyorsulás teljes-testes érzékelés). Ők a légijármű üzemeltetésére csupán kiegészítő módon használják a szükséges adatok visszajelzésére szolgáló berendezéseket/kijelzőket. A repülő-szimulátorokat repülő személyek elsődleges „adatszerző forrása” a számítógép monitorja és hangszórója.

Ha a fentieket tekintjük, akkor kijelenthető, hogy az UAV kezelésére való kiképzés területén óriási előnnyel rendelkeznek a fiatalok azon személyekkel szemben, akikben a valós repülési gyakorlatuk kapcsán már kialakultak az üzemeltetési megszokások. A fiatalokat nem zavarja a szűknek tekinthető (monitor méretű) vizuális láthatóság, hozzá vannak szokva a számítógép által kidolgozott digitális adatok folyamatos figyeléséhez. Amerikában lefolytatott kísérletek igazolták azt, hogy kiképzésük egy adott UAV üzemeltetésére/vezetésére sokkal kevesebb időt vesz igénybe, mint a tényleges pilóták átképzése [3].

⁹ VMC = Visual Meteorological Condition. Olyan meteorológiai körülmény, mely lehetővé teszi a légijármű vezető látás utáni feladat-végrehajtását vizuális vonatkoztatási pontok segítségével (vizuális horizont, folyók, völgyek, hegyek, tavak, városok, utak, vasútvonalak stb...). ICAO standard szerint a nappali VMC legkevesebb 5 km látótávolságot és a felhőktől való 1500 méteres vízszintes és 300 méteres függőleges elkülönítést jelent.

Mivel a repülő-szimulátoros személyek a berögződéseik miatt sokkal inkább képesek kezelni a nagyszámú digitális információt, ezért a feladat-végrehajtás időszakában több célpontot tudtak megfigyelni és nyomon követni; gyorsabb a vizuális felderítő képességük; mivel gyorsabb a digitális információ feldolgozó képességük, ezért gyorsabb reakció idővel rendelkeznek; gyorsabban váltanak a feladatok között.

Ezzel szemben, a valós pilótáknál, a repülési manőverek repüléstechnikai végrehajtási pontossága meghatározóbban magasabb szintű, mint a repülő-szimulátorokat alkalmazó személyeknél (1. grafikon).



1. grafikon Grafikonok a repülési manőverek repüléstechnikai végrehajtási pontosságával kapcsolatban [3]

A pilóták kifinomultabb kormánykezelése – leginkább a leszállás időszakában – sokkal kevesebb géptöréshez vezetett. A kutatások azt mutatták, hogy a repülő-szimulátorokat repülő személyek sokkal „nagyvonalúbban” kezelik a légijárművek irányítását, mint a pilóták. Nem helyeznek különösebb hangsúlyt a repülési rezsimek betartására, mely komoly repülésbiztonsági kockázatot hordoz magában. A repülésbiztonsági kockázatok között az alábbiak tekinthetők meghatározónak [4]:

1. a repülő-szimulátorokon szocializálódott személyek nem érzékelik jelentőségét és súlyát annak, hogy az általuk repült UAV valós légiforgalom valós repülő eleme;
2. visszatérően voltak tapasztalhatóak a légiforgalmi irányítás utasításainak figyelmen kívül hagyásai; a besoroláskor meghatározott elsőbbségi sorrendek be nem tartásai; távozási és érkezési eljárások pontatlan végrehajtásai; veszélyes megközelítések. Ezek a re-

pülési szabálysértések alapvetően azért alakultak ki, mert az ő megítélésük szerint a repülések így gyorsabban vagy egyszerűbben voltak teljesíthetőek;

3. ezen személyek a repülés során túlzott intenzitású repülési manőverek hajtottak végre, melyek jó esetben a légijármű kis- illetve nagysebességű áteséséhez, rossz esetben azonban a légijármű roncsolódásához vezetett;
4. koncentráció csökkenés a konkrét feladatok (felderítő repülés) befejeztét követően, mely konzisztens mértékben üzemeltetési hibákhoz, illetve a bejövétel és leszállás során – a repülési paraméterek be nem tartása miatt – elkövetett géptörésekhez vezetett (3. ábra);



3. ábra Leszállás során földbeesapódott Predator MQ-1B¹⁰

A kutatások azonban más eredményeket is mutattak. Ha az adott személyek csupán repülő-szimulátorokat használtak (melyek képességei csupán a repüléstechnikai illetve navigációs készségek kialakítására és használatára korlátozódtak) a UAV kiképzésüket megelőzően, akkor számukra a harcászati képzési fázis sokkal időigényesebbnek bizonyult. A UAV kezelőknek azon túl hogy képesnek kell lenniük a légijármű kormányzására/vezetésére, a légtér-gazdálkodásban résztvevő irányító egységekkel illetve a légiforgalomban résztvevő egyéb légijárművekkel történő együttműködésre, teljesíteniük kell a harcászati feladatrendszerüket is. Ezek között képesnek kell lenniük a harcászati helyzet felismerésére és gyors elemzésére, a légifelderítéshez szükséges UAV fedélzeti szenzorok hatékony alkalmazására, a harctevékenység támogatását szolgáló felderítő információ gyűjtésére, adott esetben a függesztett fegyverrendszer alkalmazására. Érthető, hogy a sikeres feladat-végrehajtás feltétele a saját és ellenséges szárazföldi harcelemek harcának/harceljárásainak ismerete, tudás a harctevékenység jellegének értékelésében, az ellenséges erők által használt földi telepítésű pusztító eszközök ismerete.

Összevetve a katonai rendszerben szocializálódott, harcászati pilóta múlttal rendelkező személyek szárazföldi harcászati átképzésére fordított időt a repülő-szimulátorokat alkalmazók harcászati kiképzéséhez szükséges idővel, láthatóvá vált, hogy a komplex harcászati ismeretanyag

¹⁰ Forrás: <http://tulsapeacefellowship.ning.com/photo/grounded-drone-us-military-predator-mq-1b-crashed-near-djibouti> (2013. 06 26)

elsajátítása számukra közel kétszeresével időigényesebb feladatnak bizonyult. Ráadásul a megszerzett harcászati ismeretanyag készségszinten nem épült be az ő tudásukba. A tudásszint fenntartása gyakori ismeretmegújító képzéseket igényelt számukra. Ez az akár felületesnek vagy hiányosnak is nevezhető harcászati ismeretszint egy további problémára mutatott rá. A műveleti tevékenység teljesítése kapcsán több alkalommal merült az fel, hogy az előre „lefektetett” feladatsort meg kellett szakítani vagy módosítani kellett egy olyan külső hatásra¹¹ reagálva, mely előre nem volt tervezhető (melyre így előre nem is lehetett felkészülni). A meghatározott útvonalszakaszon, adott jellegű földi célok felderítésére felkészült kezelő ilyenkor arra kényszerült, hogy olyan harcászati feladatokat hajtson végre, melyre nem készült fel. Ekkor, a feladatváltáshoz kapcsolódó harcászati tevékenységek kapcsán komoly hibák jelentkeztek. Számukra sok időt vett igénybe az új harcászati helyzet értékelése, a megfelelő harcászati tevékenység megvalósítása. Összességében komoly problémát jelentett számukra a harcászati feladatok közötti váltások teljesítése.

Ezek után érdemes a szimulátorral támogatott gyakorlati képzés lehetőségeinek vizsgálatával foglalkozni.

SZIMULÁTOROS GYAKORLATI ELŐKÉPZÉS LEHETŐSÉGEI ÉS MÓDSZEREI

A lehetőségek

Mivel a UAV-k általában költséges légi járművek, ezért a gyakorlati képzés első fázisa mindig szimulátorokon valósul meg. A szimulátorok alkalmazása a kezelők képzésében megkerülhetetlen, és nemcsak repüléstechnikai képzés szempontjából, hanem egyéb okokból is. Ezen okok között kell megemlíteni például a szenzorok alkalmazására történő kiképzést, illetve a fegyverrendszerek alkalmazására történő képzést.

Békekörülmények idején a szenzorok alkalmazását lehet gyakorolni a földi (fix) telepítésű célok felderítésének helyének begyakorlására, azonban az ellenséges csapatmozgások- illetve az ellenséges fixtelepítésű és mobil harceszközök felderítése az esetleges ellentevékenység elleni manőverek begyakorlása csak műveleti területen valósulhat meg. Mivel belátható, hogy a UAV kezelők képzését nem műveleti területen kell végrehajtani, ezért a szimulátor képzésben történő bevonása létfontosságú. Nincs ez másképp – figyelembe véve a jelenlegi precíziós légibombák, levegő-levegő és levegő-föld rakéták árait – a fegyverberendezések alkalmazására történő képzés vonatkozásában sem. A fegyverkezelésre történő költséghatékony alapképzés nem teljesíthető szimulátorok alkalmazása nélkül.

A szimulátorok alkalmazásának talán további előnye az, hogy különösebb költségvonzat nélkül gyakorolható be az adott légi jármű légi üzemeltetése, a vészhelyzetek kezelése.

¹¹ Az ilyen, a feladatot módosítani képes külső hatások között kell megemlíteni azt, ha a felderítő feladat kapcsán olyan célok felderítésére kerül sor mely a kitűzött felderítői repülési útvonalon kívülre esik (azaz a repülési útvonal az igényekhez igazítva módosul); a repülés során újabb felderítési körzet megadása vagy az eredeti módosítása valósul meg; ellenséges ellentevékenység az adott UAV-vel szemben, mely megakadályozza a felderítést és a kezelőt manőverező harcra kényszeríti.

Érthető az, hogy a kezelő csak akkor képes sikeres harcbevételre ha tökéletesen ismeri az általa üzemeltetett eszköz képességeit, szerkezeti kialakításából fakadó lehetőségeit. Mivel az eszköz szerkezeti kialakítása döntően befolyásolja az adott UAV alkalmazását, ezért a kezelőjének tisztában kell lennie az általa irányított légijármű kialakításával/felépítésével, stabilitásának feltételeivel, működési sajátosságaival, légi üzemeltetési korlátaival. A kezelőnek meg kell ismernie a UAV hajtóművének működési elvét, üzemanyag ellátási rendszerét, hatásfokával/teljesítményével kapcsolatos korlátozásokat. Meg kell ismernie a UAV fedélzetére beépített navigációs rendszereket, működésük és üzemeltetésük rendjét. A kezelőnek, a repülésbiztonsági elvek betartása melletti hatékony üzemeltetés érdekében, ismernie kell az általa irányított UAV képességeit, üzemeltetési határait és korlátjait. Képesnek kell lennie a UAV rendszereinek meghibásodásra utaló indikátorok beazonosítására, a vészhelyzetek kezelésére. Különösen fontos ez, amikor a UAV az egységes légiforgalom részeként teljesíti feladatait.

A UAV szimulátorok alkalmazásának további lehetőségei közé kell sorolni a légiforgalom szimulációjára épülő légiforgalmi irányítás- és az azzal/azokkal történő rádiólevelezés szimulációját. Repülésbiztonsági szempontból nagyon fontos feladat az, hogy a UAV kezelő képes legyen mind az OAT¹² mind pedig a GAT¹³ szabályok betartása melletti alkalmazásra. A kezelőnek képesnek kell lennie a folyamatos kétoldali kommunikációra az illetékes légiforgalmi egységekkel annak érdekében, hogy elkerülhető legyen a más légijárművekkel történő veszélyes megközelítés, végső esetben az összeütközés.

Ha a szimulátorokban rejlő lehetőségeket vizsgáljuk, akkor meg kell említeni azt hogy az alapképzésen túl költséghatékony megoldást nyújtanak a megszerzett kezelői készségek szintentartásában, a műveleti bevetést megelőző képzésekben illetve az új harcelfjárások begyakorlásában.

Az adott feladat teljesítését követően a szimulátor lehetőséget nyújt a repülések utáni objektív értékelések végrehajtására. A számítógépek által rögzített képek, repülési paraméterek visszakereshetőek, szükség esetén vizuálisan újra lejátszhatóak.

A módszerek

Mint minden kiképzésnél úgy a szimulátorral támogatott gyakorlati repülő-kiképzésnél is az egyre fokozódó összetettségű feladatok irányába kell felépíteni a képzési struktúrát.

A repüléstechnikai képzés vonatkozásában először a kezelőnek el kell sajátítania az eszköz irányítására szolgáló berendezés alkalmazását az alapvető repülési elemek teljesítésével. Az első repülések alkalmával a kezelőnek nem kell mást teljesítenie, mint hogy a légijárművet a megadott irányba repülve megadott magasságon tartsa. Ez azt jelenti, hogy képesnek kell lennie a függőleges-, és kereszttengety körüli kormányzás megvalósítására. Ekkor még nem kell foglalkoznia sebességtartással, rádiózással vagy akár a fordulózással.

Ha a kezelő képes egy irányba repülve a légijármű magasságát megtartva repülni, akkor következhet a sebességgel kapcsolatos manőverek elsajátítása. Ez azért fontos mert a kezelőnek el

¹² OAT = Operational Air Traffic (A műveleti terület feletti légiközlekedésre vonatkozó repülési szabályok.)

¹³ GAT = General Air Traffic (Az általános légiforgalom bonyolítására kijelölt légterekben folyó légiközlekedésre vonatkozó repülési szabályok.)

kell sajátítani a határteljesítményeken leggyakoribban fellépő átesések kezelését. Ekkor a kezelő a légijárművét először az áteséséhez vezető minimális repülési sebesség közelében kell, hogy vezesse (csökkentenie kell a repülési sebességét). Fel kell ismernie az átesésre utaló jeleket, azonnal gyorsításba kell vinnie a légijárművet, és vissza. Az így megszerzett ismeretek fognak segítséget nyújtani a kisebbességű fordulók illetve intenzív emelkedések során fellépő átesési helyzetek kezelésében.

Ezután kell végrehajtani a fordulók begyakorlását. A vízszintes majd az emelkedő és süllyedő fordulók teljesítésével a kezelő készséget szerez a hossz tengely körüli kormányzás végrehajtásában. A fordulók végrehajtása során kell begyakoroltatni a nagysebességű átesésekre utaló jelek felismerését, a bekövetkezett áteséséből történő kivétel végrehajtását. Ha a kezelő ezt a képzési fázist is sikeresen teljesítette, akkor kijelenthető, hogy képes a légijárművének mind 3 tengely körüli kormányzására/irányítására mind kis-, és nagysebességen. Ez a tudás biztosítja azt, hogy megkezdődhessen a le és felszállások oktatása. Amikor a kezelő képes az adott UAV irányítására felszállástól a leszállásig, akkor kezdődhet meg a szenzorkezelő-, illetve a fegyverkezelő kiképzése.

A szimulátor berendezésnek képesnek kell lennie ellenséges tevékenység szimulálására. Figyelembe véve a UAV-k feladatrendszerét, a szimulációnak döntően az ellenséges erők mozgására-, az ellenséges földi telepítésű harceszközök (például: légvédelmi komplexumok) megjelenítésére kell hogy koncentráljon. A kezelőnek a szimulációs térben történő gyakorlásakor a szenzorok alkalmazásával fel kell ismernie az ellenséges tevékenységet, be kell hogy azonosítsa a saját erők mozgásszabadságát befolyásoló ellenséges harceszközöket. Képesnek kell lennie az adatok értékelésre, gyors feldolgozására. Ez csak úgy valósulhat meg, ha a szenzorkezelő a repülés folyamán folyamatos kutatást/célfelderítést hajt végre, a kezelő pedig a légijárművet úgy irányítja, hogy a célfelderítés optimális lehessen. Ennek érdekében kettőjük között a kommunikáció folyamatos. Abban az esetben ha az adott UAV fegyverekkel felszerelhető akkor a képzés tovább bővül a fegyverkezelő kiképzésével. Ekkor a fegyverkezelő a hatékony harcbevetéshez felhasználja a szenzorkezelő által biztosított információkat illetve a kezelő által nyújtott bevetési pozíciót. Ekkor valósul meg a gépszemélyzet szintű kiképzés, melyet a repülési szakterminológiában „Crew Resource Management”-nek neveznek.

ÖSSZEGZÉS

Az, hogy a pilótánélküli légijármű a modernkori hadviselés egyik meghatározó eleme, azt hiszem mára megkérdőjelezhetetlenné vált. A felgyorsult műveleti tempó a bevetések számának drasztikus növekedésével járt és jár ma is. Annak érdekében, hogy a hatékony hadászati és harcászati vezetés megvalósítható legyen, szükséges a megnövekedett katonai igények kielégítése. A pilótánélküli légijárművek ipara már felvette a lépést az igényekkel, de humán oldalról közelítve a kérdést látható, hogy komoly kihívásokkal küzdenek az ilyen jellegű légijárműveket üzemeltető országok.

Meghatározó feladatként jelentkezik azon eljárások beazonosítása, melyek követésével megfelelő számú és képzettségű UAV kezelő biztosítható. Meg kell találni a módszereket a kezelők

képzésének felgyorsítására vagy a képzési idő csökkentésére/ésszerűsítésére. Ezekre a kérdésekre adhat egyfajta választ, a megfelelő UAV kezelői kiválasztási rendszer kidolgozása. Fontos elemmé válik a jelentkezők háttérismereteinek/háttértudásának feltérképezése. Abban az esetben, ha lehetséges lenne beazonosítani egy csoportot (társadalmi szegmenst), melynek a napi rutinjából adódó ismerete, kifejlesztett készségei segítenék a későbbi UAV irányításához szükséges tevékenységet, nagymértékben javulnának a képzési lehetőségek. Gyakorlatilag láthatóvá válna egy csoport, ahonnan biztosítható lenne az optimális készségekkel bíró jelöltek toborzása; amely tagjainak ismeretszintjére építve megkönnyülne- és így felgyorsulna a kiképzés; a különböző légijárműveken megszerzett tényleges repülési előképzettséggel járó beidegződésektől való megszabadulás problematikája eltűnne.

Ha csupán a fentiekben bemutatott kutatási eredményeket szemléljük, akkor is látható hogy milyen komplex feladat a megfelelő jelöltek biztosítása, hiszen mind a repülő előképzettséggel rendelkező-, mind pedig a repülő-szimulátorokat használó személyek tekintetében tapasztalható a UAV típusra történő képzésüket pozitív és negatív irányba befolyásoló tényezők.

A megfelelő számú és képzettségű kezelő biztosítottóságán túl látható az, hogy milyen óriási lehetőségek vannak a szimulátorok alkalmazásában. Költséghatékonysági szempontok alapján gyakorlatilag megkerülhetetlenek. Biztosan kijelenthető az, hogy a UAV-k alkalmazási körének kiterjedésével párhuzamosan a szimulátorok alkalmazása is növekedni fog. Az hogyan kerülnek alkalmazásra a szimulátorok, milyen képzési struktúrát követve, még biztosan változni fog, hiszen jelenleg is több megközelítése ismert a képzésnek. Idővel biztosan kialakul majd egy egységesen elfogadott és alkalmazott kiképzési séma, mely leginkább fogja majd biztosítani a különböző kategóriájú UAV-kel történő gyakorlati végrehajtást.



*Kritikus infrastruktúra
védelmi kutatások*
TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-0001



ÚJ SZÉCHENYI TERV

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BALI TAMÁS A szimulátorok alkalmazási lehetőségei az UAV személyzet gyakorlati képzésében, Repüléstudományi Közlemények Különszám 2013, (e-dok.) url: <http://www.szrfk.hu/rtk/>, (2013.07.07)
- [2] R. ANDY MCKINLEY, PH.D., LINDSEY K. MCINTIRE, MARGARET A. FUNKE Operator Selection for Unmanned Aerial Vehicle Operators: A Comparison of Video Game Players and Manned Aircraft Pilots. Air force Research Laboratory /USA/, 2009 (2013.07.07)
- [3] TRIPLETT, JOHNNY The Effects of Commercial Video Game Playing, a comparison of skills and abilities for the Predator UAV. Air Force Institute of Technology, Wright-Patterson AFB, OH: Air Force Institute of Technology /USA/, 2008 (2013.07.07)
- [4] SCHREIBER, D.R. LYON, E.L. MARTIN, H.A. CONFER Impact of prior flight experience on learning predator UAV operator skills. Air Force Research Laboratory. /USA/, 2010, (e-dok.) url: <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA401588> (2013.07.07)

Kavas László¹ – Óvári Gyula²

A KATONAI REPÜLŐGÉPEK KORSZERŰ ÜZEMELTETÉSI ELJÁRÁSAINAK ELVI ALAPJAI ÉS GYAKORLATI HOZADÉKAI³

A 4. és 5. generációs repülőeszközök hatékony karbantartását egy számunkra új, számítógépeken alapuló állapotfigyelő, adatrögzítő és adat értékelő alrendszerekből álló komplex rendszer biztosítja. Ez a támogató egység tartalmaz repülőgép fedélzeti, és földre telepített elemeket egyaránt. A cikk első részében a fent említett elemek kapcsolatát, feladatait vázolják fel a szerzők. A korszerű repülőgépek technológiai sajátosságai kihatással vannak az őket üzemeltető szervezetre is, melynek legközvetlenebb vetülete a szervezet létszámának alakulása. A cikk második része ilyen témájú összevetést mutat be.

THEORETICAL PRINCIPLES AND PRACTICAL CONSEQUENCES OF MODERN MAINTENANCE PROCEDURES OF THE MILITARY AIRCRAFT

The effective maintenance of fourth and fifth generation aircraft is based on the intensive use of computer monitoring, data recording and data analysing complex subsystems, which is relatively new for us. These support units consist of both onboard and ground deployed elements. In the first part of the article, the authors describes the connection of above-mentioned elements and their main tasks. The technological specialities of modern aircraft also influence the maintenance organisation, most directly the required number of maintenance staff. The second part of the article presents a comparison considering these aspects of maintenance process.

BEVEZETÉS

A légi járművek üzemeltetése egy meglehetősen komplex folyamat. A repülőeszközt, annak rendszereit, berendezéseit mind a levegőben, mind a földön valamilyen, szigorúan szabályozott előírások mentén működtetik, vagy éppenséggel ellenőrzik, javítják. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a tevékenységek azon része, amelyek a repülőgépnek vagy helikopternek a repülési idejében zajlik, a légi üzemeltetés fogalmába tartozik, és a légi jármű fedélzeti szakszemélyzete (repülőgép-vezető, fedélzeti mérnök stb.) végzi. A repülőeszközzel kapcsolatban egy másik munkavégzési terület is behatárolható, mely alapvetően a földön tartózkodó eszközön kerül végrehajtásra, és a repülőeszköz - gyártó által definiált - műszaki állapotának fenntartására, a konkrét, betervezett repülésre alkalmas állapotba hozására irányul.

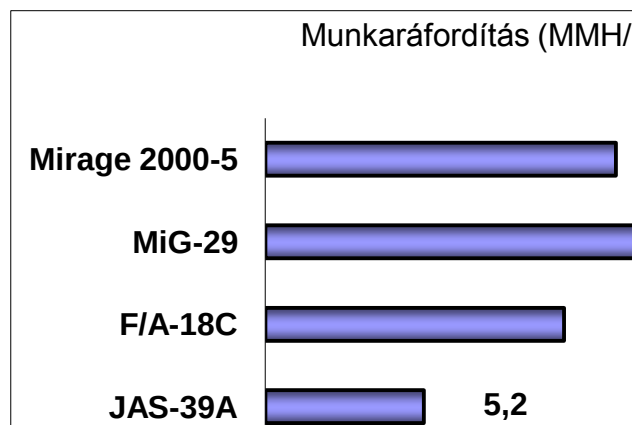
Az [5] alapján: „Üzemeltethetőségnek nevezik a repülőgép azon tulajdonságát, hogy rajta a kiszolgálással, a karbantartással, javítással, modernizálással kapcsolatos műszaki technológiai munkák elvégezhetőek.” Az üzemeltethetőség minőségét az ún. üzemeltethetőségi mutatókkal jellemezhetjük. Ezek többnyire egy adott kiszolgálási, vagy karbantartási, javítási munka el-

¹ alezredes, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, kavas.laszlo@uni-nke.hu

² egyetemi tanár, NKE Katonai Repülő Tanszék, ovari.gyula@uni-nke.hu

³ Lektorálta: Dr. Békési Bertold okl. mk. alezredes, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, bekesi.bertold@uni-nke.hu

végzéséhez szükséges munkaráfordítás és az adott munkához az előkészítéssel, utólagos ellenőrzésekkel, stb. számított teljes munka viszonyát adják meg. Az üzemeltethetőség értékelése azért fontos, mert az lényegében a repülőgép szerkezeti fejlettségéről szolgáltat információt. A mindennapi életben legáltalánosabban elterjedt ilyen mutató, az egy repült órára jutó kiszolgálási munkaráfordítás [7] (angol nevén a Maintenance Man-Hour per Flying Hour), mely a kiszolgálás mellett a csapat, vagy tábori körülmények között végzett összes kiszolgálási, karbantartási és javítási munkát figyelembe veszi. Ez a korszerű harcászati repülőgépek esetén 5–10 munkaóra/repült óra érték körül adódik, régebbi konstrukciójú (3. generációs) eszközöknél akár 20 órás értékkel is találkozhatunk.



1. ábra 1 repült órára eső kiszolgálási munkaidő ráfordítások (MMH/FH)

A konkrét, rendszerbe állított légi járművet (annak berendezéseit, alkatrészeit, szerkezeti elemeit) a gyártó által elvégzett megfelelő vizsgálatok és üzemi próbák után valamely lehetséges üzemeltetési módszerrel, esetleg módszerek kombinációjával tartják üzemben. A módszerek az alábbiak lehetnek [4][7]:

- üzemeltetés a meghibásodás bekövetkezéséig,
- kötött üzemidő (hard time) szerinti üzemeltetés,
- szakaszosan vagy időközönként ellenőrzött műszaki jellemzők szerinti üzemeltetés,
- folyamatosan ellenőrzött műszaki jellemzők szerinti üzemeltetés,
- megbízhatósági szint szerinti üzemeltetés.

Az alkalmazott üzemeltetési módszernek minden esetben meg kell felelnie az üzemeltetési rendszer műszaki fejlettségi, technológiai szintjének különösképpen az üzemeltetők (szakemberek, karbantartók, javító személyzet) és az adott légi jármű tekintetében.

Nyilvánvaló, hogy korszerű, gazdaságos, megbízható üzemeltetési módszer csak akkor vezethető be, ha a repülőeszköz korszerűsége mellett a földi karbantartást, javítást végző szervezetek is hasonlóan fejlett műszaki technológiával vannak ellátva.

1. A KORSZERŰ ÜZEMELTETÉS TECHNOLÓGIAI HÁTTERE

A 4. és 5. generációs repülőgépek rendelkeznek már olyan fejlett beépített fedélzeti ellenőrző rendszerrel⁴, amely képes a repülőszerkezet valamennyi rendszerét figyelni és ellenőrizni, továbbá képes rögzíteni a folyamatos és esetenként végrehajtott ellenőrzések eredményeit. Ezen rögzített adatok földi felhasználásával valósulhat meg a korszerű karbantartás, üzemeltetés. Ez a fedélzeti rendszer, melyet az angol irodalom ITS-nek nevez (Integrated Test System) szolgál a karbantartás, valamint a repülőgép feladatorientált támogatására. Mivel a fedélzeti ITS elegendően nagy teljesítményű, képes segíteni a földi személyzetet nemcsak a karbantartásban, hanem a javításban is, tehát garantálja a repülőgépben lévő lehetőségek maximális kihasználását. A repülőgép fejlesztésével együtt körvonalazódik az alkalmazható karbantartási stratégia is. Amint ez kirajzolódik, a rendszernek kialakul egy fedélzeti és egy fedélzeten kívüli (földi) része.

A fedélzeten összegyűjtött és rögzített, majd a földre továbbított adatok biztosítják a hatékony karbantartást és működtetik a Földi Műszaki Biztosító Rendszert (GSS)⁵. Ezt a feladatot a GSS műszaki támogató funkciójának is nevezik. Van azonban egy második fontos szerepe is ennek a rendszernek, mégpedig a teljes repülési feladat támogató adathalmaz fel- és letöltése. Ennek a repülési feladat támogató funkciónak el kell látnia az adattároló, előkészítő és értékelő feladatokat és adathordozó szerepkörben kapcsolódási felületet jelent a föld és a repülőgép között.

A harmadik feladata a GSS-nek, hogy biztosítsa a szükséges software-t, töltsse fel a repülőgép fedélzetre vagy töltsse le onnan, a repülőgép konkrét konfigurációja (pillanatnyi felszerelése) függvényében, mégpedig automatikus kompatibilitás ellenőrzés elvégzésével. Ezt a feladatot nevezik software ellátó funkciónak.

1.1 Műszaki és üzemeltetési követelmények

Mivel követelmény a repülőgép gazdaságos üzemeltetése és természetesen az alacsony életartamköltség is, a repülőgépet úgy kell kialakítani, hogy minél rövidebb legyen a napi karbantartási ideje (rövid előkészítési idő) és természetesen rövidek legyenek a nagyobb időszakos karbantartási, javítási idők is.

Ahhoz, hogy e célokat megvalósíthassák a tervezők, a földi technikai-műszaki biztosítást is úgy alakítják ki, hogy az képes minden esetben:

- előkészíteni a repülési feladathoz szükséges adatokat és fel is tölti a fedélzetre;
- előállítani a karbantartás és javítás specifikus adatait a fedélzeten rögzített adatokból és továbbítja azokat a földi személyzet felé;
- előállítani a kiképzéshez, továbbképzéshez szükséges speciális adatokat (pl. repülési események értékelése).

A fő funkció ellátásán túl, a legfejlettebb repülőeszközök esetében további kiegészítő feladatként:

- a repülés során összegyűjtött adatokból adatbázis létrehozása;
- a karbantartást segítő speciális kezdeti érték adatok feltöltése;

⁴ ITS – Integrated Test System

⁵ GSS – Ground Support System

- a szükséges számítógép szoftverek feltöltése.

Mindez csak úgy lehetséges, ha a földi támogatás rendszere egy egységben kerül kialakításra (integrált rendszer), amely tehát optimális rendszerként, könnyű hozzáférést biztosít a szükséges adatokhoz, adatbázisokhoz, mind a repülőgép-vezető, mind a földi személyzet számára.

1.2 Az ITS és GSS egyesítésének lényege

Az ITS feladata a repülés során az összes mért adat összegyűjtése, rögzítése és biztosítása a földi személyzet felé. A rendszer működésének sajátossága, hogy a leszállást követően, a megelőző repülés adatai lesznek letölthetők, mert a feldolgozás a fedélzeten ennyi időt vesz igénybe. Ez a rendszer megfigyeli, ellenőrzi teljes mértékben a repülőgép adott egységeit. A feladatot részben folyamatos, részben időszakonként elindított, beépített teszt-lehetőségekkel a gép fedélzetén található érzékelők felhasználásával oldja meg az ITS (2. ábra).



2. ábra Fedélzeti állapotfigyeléssel kiépített repülőgép fedélzeti rendszerek

Ezeket a rendszereket természetesen a földi műszaki biztosító rendszernek (GSS) is ellenőriznie kell, amely feladatot az adat fel- és letöltés időszakában végzi el.

A földi személyzet számára az azonnali hozzáférést a karbantartási és javításhoz szükséges információkhoz, a karbantartási adat panel⁶ képernyője biztosítja, ott azonnal megtekinthetők azok. Részletesebb értékeléshez az adatokat betömörítve a hordozható karbantartási adattár⁷ segítségével lehet eljuttatni egy földi számítógéphez. Az ITS még azt is lehetővé teszi, hogy rögzítésre kerüljenek a speciális oktatási célú adatok (pl. sárkányszerkezet állapotának változásáról tájékoztató adatok, balesetekkel kapcsolatos adatok, stb.) A „Repülési adatok” üzemmódon a beépített állapotfigyelő és adatrögzítő rendszer⁸ az adatok betöltésére és rögzítésére felhasználja a repülési adat betöltő és rögzítő⁹ egységét, a hordozható adatbázis tárolót¹⁰ és a fedélzeti hang és képrögzítőt¹¹. Az első egység biztosít adatokat a karbantartáshoz a földi részleg felé, a másik két berendezés a repülőgép-vezetőt támogatja, valamint a repülési feladathoz kapcsolódik (3. ábra)

⁶ MDP – Maintenance Data Panel

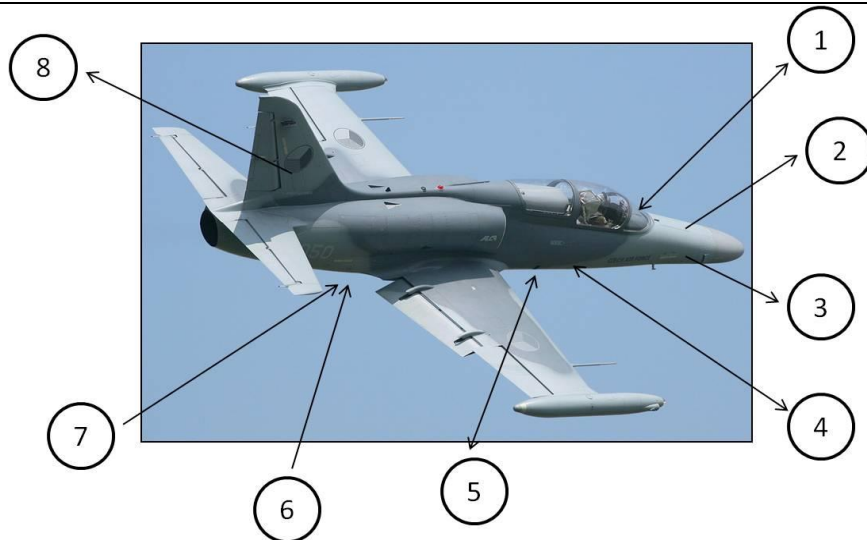
⁷ PMDS – Portable Maintenance Data Store

⁸ IMRS – Integrated Monitoring and Recording Subsystem

⁹ MDLR – Mission Data Loader Recorder

¹⁰ PDS – Portable Data Store

¹¹ VVR – Video Voice Recorder



3. ábra A repülőgép adatforgalmi csatornái

A 3. ábra számokkal jelölt egységei:

- 1 – a repülési feladat adatai;
- 2 – a fedélzeti hang- és képrögzítőről beszerezhető információk;
- 3 – a LINK 16 rendszer által továbbított adatok;
- 4 – a fedélzeti karbantartási adatok kijelzőjéről leolvasható információk;
- 5 – hordozható adatrögzítőre átadott karbantartási adatok;
- 6 – aktuális fegyverzethez szükséges adatok;
- 7 – a rendszerek által igényelt szoftverek, frissítések;
- 8 – a „fekete doboz” (CSMU¹²) által tárolt adatok.

A GSS teszi lehetővé, hogy ezt a hatalmas adatmennyiséget fel lehessen tölteni a fedélzetre, illetve onnan le lehessen tölteni. A rendszer központi adatbázisával működik együtt az összes hordozható adathordozó (mind karbantartás, mind repülési feladat-tervezés területén). Összefoglalva tehát a GSS támogatja a repülőgépet repülési feladatában, műszaki oldalról fogadja a fedélzeti ellenőrző rendszer hordozható adathordozóját, továbbá biztosít egy kiegészítő adathordozót a nagyméretű adatbázisok áttöltésére.

A működési lánc a fedélzeten található ITS-sel kezdődik, folytatódik egy közbenső, közvetítő beépített állapotfigyelő és adatrögzítő rendszerrel (IMRS) és a hordozható elemen keresztül a GSS-nél fejeződik be.

Természetesen a GSS biztosít kapcsolatot a kivizsgáló és értékelő központokkal, az automatikus adatfeldolgozó központtal¹³, különösen az olyan speciális területeken, mint a sárkányszerkezet élettartam, hajtóműállapot, katasztrófák, repülési események.

¹² CSMU – Crash-Survivable Memory Unit

¹³ ADP – Automatic Data Processing

1.3 A földi műszaki biztosító rendszer

A rendszer teljes működése felöleli:

- a repülési feladattal és a karbantartással kapcsolatos adatok előállítását és áttöltését a repülőgép meghatározott adatátviteli berendezésébe;
- a konkrét repülési feladathoz szükséges alkalmazói software és adatbázis közvetlen feltöltését a repülőgép adatátviteli csatornájába;
- repülési feladat megtervezését, felkészítést;
- a repültető szervezet karbantartó tevékenységének vezetését, a repülőgép konfigurációk dokumentálását, valamint a repülési és műszaki-technikai jellegű adatok adatbázis kezelését;
- kapcsolódást az automatikus adatfeldolgozó rendszerhez (információ technológia rendszer).

A rendszert alkalmazása alapján felosztható:

- műszaki támogató rendszere¹⁴, amely magába foglalja a speciális kiképzési, oktatói, illetve repülőesemény kivizsgálást is;
- repülési feladat támogató rendszere¹⁵, amely a repülési feladat megtervezését és térképkonvertálást is elvégzi;
- szoftver és adatfeltöltő rendszere.

Ahhoz, hogy a GSS feladatai megvalósulhassanak, az adatok földre juttatásában nagy szerepet játszik a Beépített Állapotfigyelő és Adatrögzítő Rendszer (IMRS), melynek néhány egysége rendelkezik hordozható adathordozóval. Ezek a következők:

- karbantartó adat panel/hordozható karbantartási adattár;
- repülési feladat adatainak feltöltő- és rögzítő berendezése;
- fedélzeti kép- és hangrögzítő.

Van néhány olyan berendezés is a repülőgép fedélzetén elhelyezve, amelyek önmaguk kivehetők. Ezeket kiépítve a repülőgépből, egy földi csatlakozóra téve adathordozóként használhatók. Ilyenek:

- adatbázis tároló egység;
- katasztrófa túlélő memória egység.

Ezenkívül ide tartozik a GSS-rendszer hordozható adatfeltöltője¹⁶ (GLU) is, amely képes a be-tömörített adathalmaz nagyságától függő sebességgel adat- és software feltöltésre.

A GSS-en belül a feladatok kettéválnak repülőgép és földi műszaki területre. A repülőgéppel kapcsolatos feladatok folyamata szintén szétválik, egyfelől egy- vagy többfeladatú adatkezelésre, másfelől alkalmazói software feltöltésre, valamint műszaki adatok kezelésére, mivel ez tartalmaz karbantartáshoz kapcsolódó adatokat, a kiképzéshez kapcsolódó adatokat és katasztrófa adatokat. A földön telepített rendszer szétválasztható egy – főleg repülőgép-vezetőt támo-

¹⁴ ESS – Engineering Support Subsystem

¹⁵ MSS – Mission Support Subsystem

¹⁶ GLU – Ground Loader & Data Transfer Unit

gató – üzemeltetési és feladattámogató részre, és egy – a földi részleget segítő – műszaki karbantartást támogató blokkra.

A korszerű repülőgépek nagykapacitású fedélzeti ellenőrző rendszerének kialakítása azt eredményezte, hogy szükség van a földön is egy hasonlóan nagyteljesítményű eszközre, amely képes teljes körűen támogatni a repülőgépet úgy a repülési feladatában, mind a karbantartásban, javításban is. A vázolt GSS speciálisan erre a célra került kifejlesztésre. A rendszer jellemzője, hogy gazdaságos, alacsony költségárfordítás mellett, a repülésbiztonság fenntartását biztosítva, kereskedelmi szabványú rendszerek alkalmazásával működik.

2. REPÜLŐGÉPEK TECHNOLÓGIAI FEJLETTSÉGBELI KÜLÖNBÖZŐSÉGEI AZ ÜZEMELTETHETŐSÉGI JELLEMZŐKÖN KERESZTÜL

Az egyes, az üzemeltethetőségről és az üzemeltetéshez kapcsolódó fontosabb mutatókról szokásos összehasonlítások egyike az 1. ábrán látható, amely egy repült óra biztosításához szükséges átlagos munkaerő munkaidő ráfordítását tükrözi különböző harcászati repülőgépek esetében.

Egy másik, szemléletes információ, hogy egyértelműen megmutatkozik a műszaki generáció váltás következményeként előálló kiszolgálási munkaigény csökkenés. Ez a tény az üzemeltető szervezet részére megteremti a lehetőséget a kiszolgáló szervezet létszámának csökkentésére. Míg ugyanis a korábbi repülőgép típusok (F-16, Mirage-2000) esetében kijelenthető a kb. 10 munkaóra/repült óra érték átlagos szinten, addig a 4. generációs Gripen ennek körülbelül a fele értéket igényli.

2.1 A repülőgépek ismételt felszállásra történő előkészítése

A harcászati repülőgépek harcászati potenciálját az erő kivetítés lehetséges gyakorisága is befolyásolja. Fokozottan igaz ez az állítás a rövid idejű (kb. 1 órás) bevetések alkalmával. A repülőeszközök alkalmazása sajátos műveleti fázisok ciklikus ismétlődésével történik. Ezt a folyamatot a szakmai nyelvezet a repülési nap dinamikájának nevezi, melynek főbb mozzanatai:

1. A repülőgép kitakarása és a repülés előtti előkészítése végrehajtása.

Ezt a műveletet a műszaki állomány a típusra kiadott üzemeltetési és kiszolgálási utasítás szerint végzi. A tevékenység során a repülőgép földi takaró és védő eszközeit eltávolítják a repülőgép adott részeiről (szívócsatorna, fülketető, torló levegő-gyűjtők érzékelők nyílásai, fűvócső stb.). Ellenőrzik a repülőgép szerkezeti épségét, rendszereinek feltöltöttségét és ellátják a repülési feladat végrehajtásához szükséges speciális felszereléssel, rakétákkal, bombákkal, konténerekkel. A feladat végrehajtására szükséges átlagos idő típustól függően 60–90 perc.

2. A repülőgép-vezető átvesszi a repülőgépet az előkészítő állománytól és végrehajtja a kijelölt repülési feladatot.

3. A repülőgép leszállása után, amennyiben az újabb repülésre van tervezve az ismételt felszállásra történő előkészítés munka fázis következik.

A művelet során el kell végezni a következő munkákat:

- a repülőgép fontosabb szerkezeti részeinek ellenőrzését sérülés, deformáció szempontjából (hajtómű kompresszora, szívócsatorna, futómű stb.);

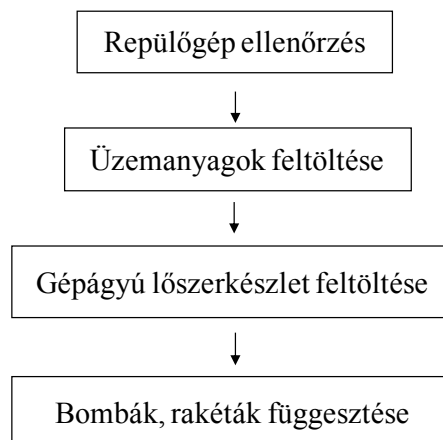
- a rendszerek feltöltését a szükséges mértékben (sűrített levegő, tüzelőanyag, hidraulika folyadék, hajtómű kenőolaj, némely típusnál oxigén, jégtelenítő folyadék, hűtő folyadék stb.);
- harcifeladat esetén a gépágyú lőszerkészlet feltöltését, bombák, rakéták függesztését.

4. A repülőgép-vezető ismét átveszi a repülőgépet és repülési feladatának megfelelően használja azt.

A következő időszakban a 3. és 4. lépések ismétlődése történik, mindaddig, míg a repülőgép valamilyen okból nem folytatja aznap a repüléseket. Bekövetkezhet a repülőgép meghibásodása, szükségessé válhat valamilyen repült idő szerinti kötelező ellenőrzése, illetve aznapra több repülési feladatra nincs kijelölve.

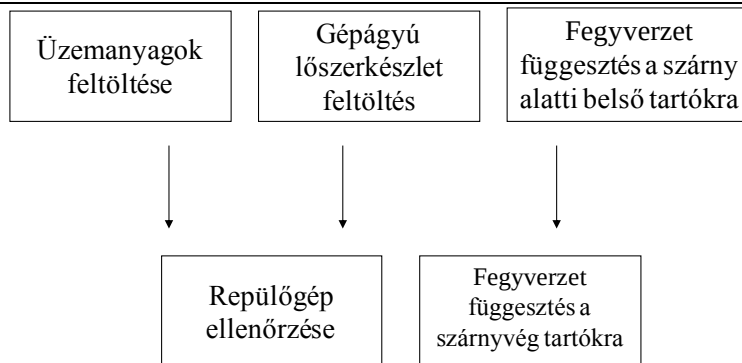
5. Az aznapi utolsó leszállás után repülés utáni előkészítés kerül végrehajtásra, mely során a rendszerek feltöltése, a sárkányszerkezet állapotának vizuális ellenőrzése, a fegyverzet rendszereinek ellenőrzése történik meg, valamint a védő takarók, záródugók visszahelyezése.

Mint látható, a repülőgép által az adott időszakban végrehajtható repülési feladatok száma – amennyiben a repülés előtti előkészítés idejét és a repülésre fordított időket ugyanakkora értékkel vesszük valamennyi típusnál – elsősorban az ismételt felszállásra történő előkészítési időtől függ. Az elvégzendő feladat tartalmilag megegyező valamennyi elemzett repülőgép esetében, ám a végrehajtáshoz szükséges idő jelentős eltéréseket mutat. A végrehajtási idő elsősorban a repülőeszköz technológiai fejlettségétől függ (azonos kiképzettségű kiszolgáló állományt feltételezve). A technológiai szempontból kevésbé fejlett repülőgép esetében az előkészítési művelet lépései lineárisan követhetik csak egymást a biztonsági szabályok szerint. Tehát a műveleti sorrend:



4. ábra Az ismételt felszállásra történő előkészítés hagyományos műveleti sorrendje

E sorrend kötött, a biztonsági előírások szigorúan megkövetelik betartását. A fejlettebb rendszerek biztonsági alrendszerei egymás mellett folyó párhuzamos munkafolyamatokat is megengednek. Ennek megfelelően az ismételt felszállásra történő előkészítés:

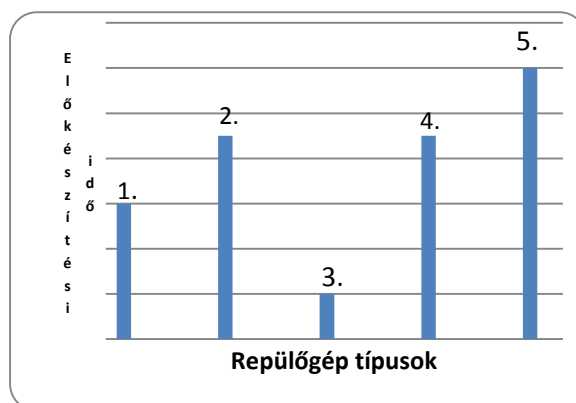


5. ábra A gyors újra bevetetőséget biztosító ismételt felszállásra történő előkészítés

Tehát az egymás mellett, azonos időben folyó munkák időmegtakarítást eredményeznek. Az eltérő időszükségletek másik oka a fegyverzeti tartók, rakétaindító berendezések szabványosságában rejlik.

A MiG–29 esetében (amely kevésbé fejlett üzemeltetethetőség szempontjából), minden rakéta típushoz saját indító berendezést kell felszerelni, és más eszköz szükséges a bombák hordozásához is. Természetesen ez azt jelenti, hogy egy légi harc fegyverzetről földi csapásmérő fegyverzetre való átfegyverzés, vagy szárnyalatti tüzelőanyag póttartályok felszerelésekor valamennyi érintett tartó berendezést le kell szerelni, helyükre másikat, az éppen szükséges pusztító eszköz fajtához tartozót kell szerelni, majd ezután következik a fegyver függesztése a repülőgépre.

A másik szélsőség e területen a Gripen, melyhez olyan NATO szabványú tartókat fejlesztettek ki, melyek egyaránt képesek légi célok elleni rakéták és földi célok megsemmisítésére alkalmas bombák, rakéták indítására. E tartókkal az átfegyverzés csupán az új megsemmisítő eszközök felfüggesztésére korlátozódik. A fegyverfajta alkalmazásának egyéb beállításait a fedélzeti számítógép szoftveresen elvégzi.



6. ábra Az ismételt felszállásra történő előkészítés idők arányai

A 6. ábrán 5 különböző repülőgéptípus vonatkozó értékeinek aránya látható. Tulajdonképpen e csoporton belül a két eltérő technológiát képviselő repülőgép a diagramban a két szélsőértéket reprezentálja. A modernebb üzemeltetési stratégia szerint üzemeltetett eszköz akár 5–6-szor kisebb idő alatt előkészíthető ugyanolyan jellegű repülési feladatra.

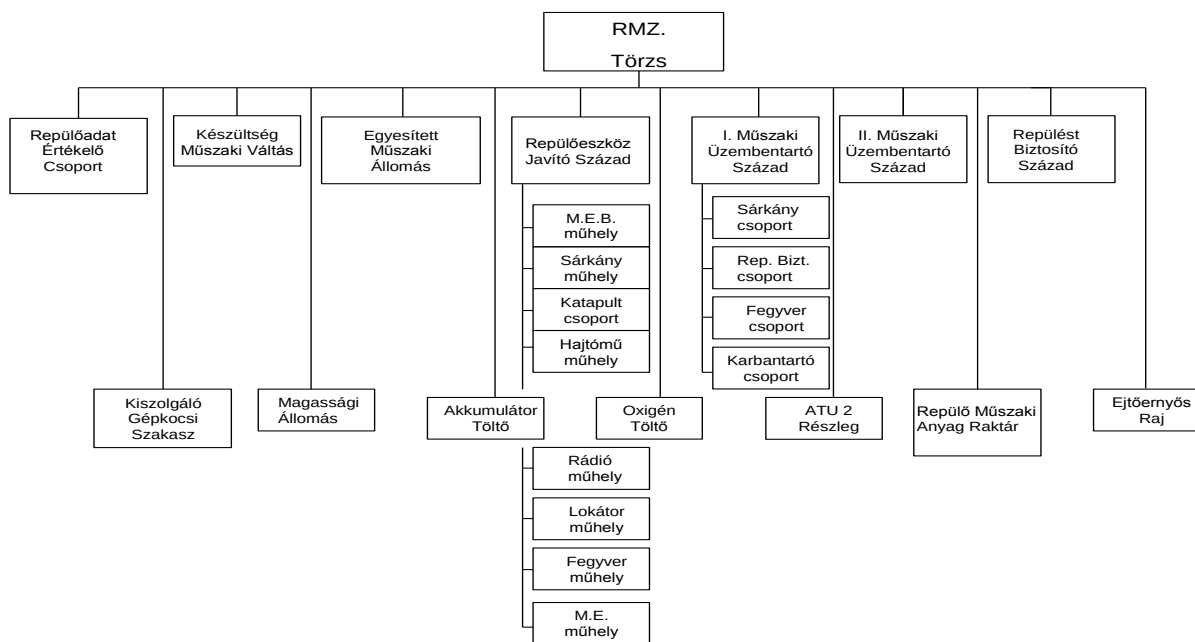
2.2 A repülőeszközök műszaki karbantartásának és javításának szervezete

A repülőeszközöket a világon mindenhol speciálisan e célra létrehozott szervezetek, illetve személyi állomány üzemelteti a földön, esetenként részfeladatokat ellátva a levegőben is. Az MH-n belül ez a szervezet a Repülő Műszaki Zászlóalj (RMZ).

Az RMZ rendeltetése mindazon szervezeti, technikai feltételek megteremtése, amelyekkel a repülőeszközök műszaki kiszolgálása és javítása – az előírt sorrendben és mélységben végrehajtott munkavégzéssel – biztosítja azok üzemképességét és hatékony felhasználhatóságát.

A fenti tevékenységek a feladatok jellegének megfelelő szervezeteket és munkamódszereket igényelnek (7. ábra).

A szervezeten belül különböző szakmai alegységek kerültek kialakításra, melyek közül kettő (Repülőeszköz Javító Század és a Műszaki Üzembentartó Század) végzi a repülőgépek közvetlen műszaki üzembentartását. A többi feltüntetett szakmai csoport/részleg a repülőgépek, vagy a repülőtér közvetett üzemeltetésében játszik szerepet. A katonai üzemeltetésben eddig alkalmazott „HARD TIME” elvű üzembentartási módszer a fenti szervezetet ún. szakágak szerinti munkamegosztásban működteti.



7. ábra A Repülő Műszaki Zászlóalj szervezeti felépítése

A műszaki üzembentartó állomány szakági tagozódása szerint:

- fegyverzet technikai szakterület (elektromos végzettség);
- rádió és/vagy lokátoros technikai szakterület (elektromos végzettség);
- elektromos-műszer-oxigén és fedélzeti számítógép szakterület (elektromos végzettség);
- sárkány-hajtómű szakterület (gépész végzettség).

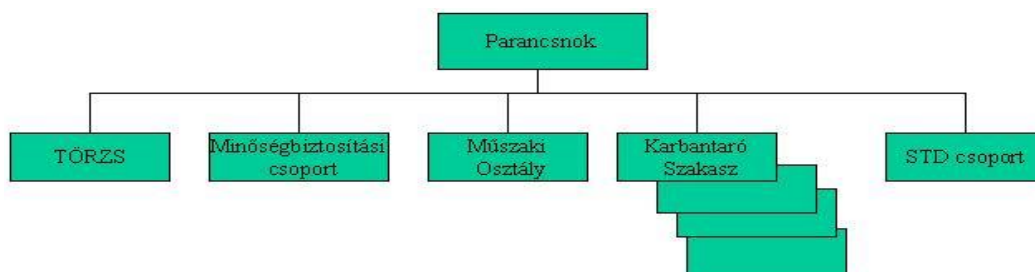
A munkavégzők végzettsége és a munkavégzés hierarchikus kialakítása alapján:

- mérnök (üzemmérnök);
- technikus;
- mechanikus,

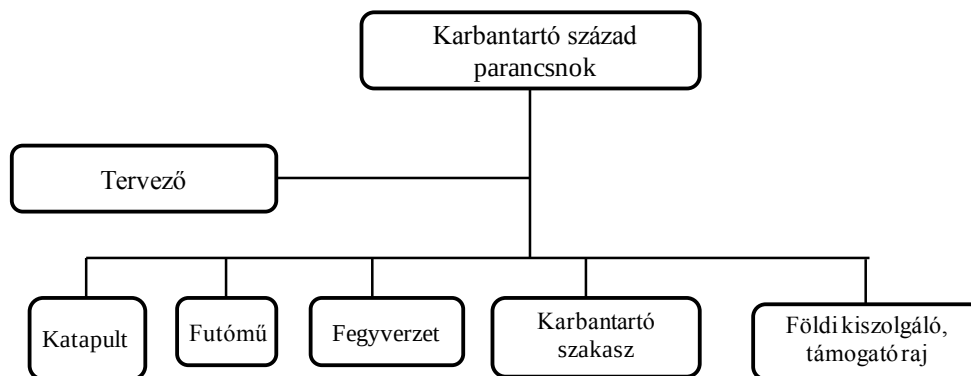
beosztást láthatnak el.

Egy átlagos repülőezred esetében a teljes állomány körülbelül 350-400 fős létszámot tesz ki, és 40 repülőgép műszaki üzemeltetését képes elvégezni a normáknak megfelelően. E szervezet, e létszámmal elvégzi a repülőtechnika teljes műszaki munka és ellenőrzési tevékenységi szükségletét az ipari javítások szintjéig.

Tapasztalataim alapján az is megállapítható, hogy az üzemeltethetőségi mutatók biztosítottak, mivel egy kellőképpen kiforrott, munkamódszereiben optimális szervezet szolgálja ki a repülést, és végzi a repülőgépek karbantartását, javítását és állagmegóvását. Egy új, korszerű repülőgépek rendszerbe állítása nemcsak az üzemeltetés technikai oldalát változtatja meg, hanem komplex módon, a teljes műszaki vonalat átalakulásra készíti. A változás az infrastruktúra elemein át a műszaki üzemeltető szervezetek felépítését, a szervezeten belüli munkamegosztást, a szakszemélyzetekkel szembeni szakmai elméleti és gyakorlati követelményeket is átalakítja. Kiindulásként vegyük alapul az eredeti, a repülőgép gyártója által létrehozott szervezetet (8. és 9. ábra)



8. ábra Korszerű, nyugati üzemeltető szervezet fő komponensei



9. ábra Korszerű repülőgép kiszolgáló század szervezeti felépítése

Mint látható, a régi RMZ-hez képest jóval kevésbé tagolt és létszámában is kisebb szervezet biztosítja a repülésék műszaki kiszolgálását (kb. 250 fő). E szervezet hivatott arra, hogy az előzőekben a legkorszerűbbnek és leggazdaságosabbnak tekintett 5,2 munkaóra/repült óra kiszolgálási igényű harcászati repülőgépeket az előírt 90%-os hadrafoghatósági szinten tartsa. A bemutatott állapot egyértelműen előnyös változásokat ígér a repülőgép leendő rendszeresítőinek, hiszen egy jóval gazdaságosabb repülés-biztosítási technológia kerülhet bevezetésre. A korszerűbb elvek alapján kialakított szervezet akár 30%-al kisebb létszámmal is eredményesen működhet, a régi „kötött üzemidős” repülőműszaki alegységhez képest (lásd 10. ábra 1. és 5. oszlopok)



10. ábra A karbantartó szervezet létszám arányainak szemléltetése

Az egyes géptípusok más szempontok alapján épültek, így üzemeltetési és karbantartási sajátosságai is különböznek egymástól. A tervezők természetesen egyaránt törekednek arra, hogy az üzembiztonság minél nagyobb, a hibakeresés és javítás minél gyorsabb, a kiszolgáló eszközök mennyisége pedig minél kevesebb legyen. Bármilyen kiszolgálási változatot alkalmaznak az egyes gépeknél, a megbízhatóság mindenhol prioritást élvez.

ÖSSZEFOGLALÁS

A gazdaságosság területén – az egyre magasabb előállítási költségekkel szemben – kizárólag az üzembentartás területén megvalósított korszerű eljárások, ún. üzembentartási stratégiák adnak lehetőséget a légi jármű „gazdaságosabb” üzemeltetésére. E stratégiák kialakításakor a legfontosabb cél a minél magasabb megbízhatóság biztosítása a lehető legkisebb anyagi ráfordítás felhasználással!

Az egyes légi járműveknél alkalmazott üzembentartási stratégiát elsősorban az adott jármű tervezésekor, illetve annak építésekor alkalmazott műszaki-konstrukciós sajátosságok határozzák meg. A hatékony, gyors, költségkímélő üzembentartási eljárások megvalósításához, illetve esetenként üzemeltetési stratégiaváltáshoz, a légi jármű technológiai alkalmassága mellett, a földi alrendszer megléte és minősége, valamint a karbantartó szervezet struktúrája is feltétel.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] I. SÁNTA, G. ENDRŐCZY, G. MAKAI, Zs. SZÜCS, L. KAVAS: An integrated condition – monitoring system for gas turbina engines, 20th International AIMS Symposium, Garmis-Partenkirchen, 2000.
- [2] KAVAS László: Üzemeltetési folyamat irányítási modellezése, Repüléstudományi Közlemények XII. évfolyam 29. szám, Szolnok, ZMNE RI, 2000.
- [3] P.A.BROSS, D.P.M. Mc GILL: The EFA Integrated Monitoring and recording system, 15th International AIMS-Symposium, Aachen, 1984.
- [4] ROHÁCS József dr. – SIMON István: Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989.
- [5] KAVAS L.: Harcászati repülőgép kiválasztásának módszere gazdasági-hatékonysági mutatók alapján, kis létszámú haderő légierijének korszerűsítésére, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Phd értekezés, Budapest, 2009.
- [6] DR. KAVAS L.: Harcászati repülőgépek néhány üzemeltetési mutatójának elemzése, XVII Repüléstudományi Napok, BMGE, Budapest, 2010. Nov. 11-12.
- [7] BÉKÉSI Bertold: A katonai repülőgépek üzemeltetésének, a kiszolgálás korszerűsítésének kérdései. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Phd értekezés, Budapest, 2006.

Kavas László¹ – Óvári Gyula²

A XXI. SZÁZAD HELIKOPTERFEJLESZTÉSÉNEK NÉHÁNY FONTOSABB IRÁNYZATA³

Az elmúlt évszázad '50-es éveitől napjainkig helikoptereket töretlenül egyre nagyobb számban és szélesebb körben alkalmaznak a világban, a polgári életben, a katasztrófa-védelemben és a honvédségeknél egyaránt. Ezzel természetesen együtt jár folyamatos fejlesztésük is, melynek néhány markáns, perspektivikusnak ígérkező, XXI. századi irányvonalát az alábbiakban kívánjuk bemutatni.

SOME MAJOR TRENDS OF 21TH CENTURY HELICOPTER DEVELOPMENT

Since the fifties of past century, helicopters have been used ever widely and in increasing number all over the world equally for civil, military and disaster recovery purposes. Of course, with this process, their development is also continuous, from which we would like to present some major trends of 21th century.

1. BEVEZETŐ

A forgószárnyas repülőgépek gyakorlati alkalmazása és ezzel együtt érdemi fejlődése az elmúlt évszázad '30-as éveiben kezdődött, de igazán intenzívvé 20 évvel később, az indokina háborúk időszakától vált. Ez a tendencia napjainkig töretlen. Jelenleg egyértelműen megállapítható és valószínűsíthető, hogy:

- a létrehozott forgószárnyas repülőgépek (autogiro, helikopter, kombinált helikopter, konvertoplán) közül egyértelműen a helikopter (ennek is a mechanikusan meghajtott egyforgószárnyas, faroklégcsavaros változata (ld. 1. ábra) terjedt el legszélesebb körben (~97%);
- a helikopterek repülési sebességüket ($v_{ut} \approx 280$ km/h), és fajlagos energiaszükségletüket tekintve lényegesen elmaradnak a hagyományos, merevszárnyú repülőgépektől (míg 1 kW teljesítmény, merevszárnyú repülőgéppel ~15 kg tömegű teher levegőbe emeléséhez elégséges, addig a helikopter ugyanezzel csak ~4 kg-ra képes!);
- az előzőekből következően, a helikopter fejlesztők számára kiemelkedő fontosságú tendenciák a repülési sebesség növelése, illetve a gazdaságosság érdemi javítása, párhuzamosan a repülésbiztonsági mutatók megőrzésével, illetve lehetőség szerinti javításával;
- a jelenlegi technikai színvonalon, belátható időn belül, a repülési jellemzők javításának, ezen belül is a repülési sebesség (v) növelésének olyan konstrukciós lehetősége, mely megtartja a helikopterek sajátos előnyeit (megfelelő gazdaságossággal, huzamos idejű, a környezetet, valamint az esetlegesen szállított külső függesztményt sem károsító függési

¹ (PhD) okl. mk. alez., egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék kavas.laszlo@uni-nke.hu

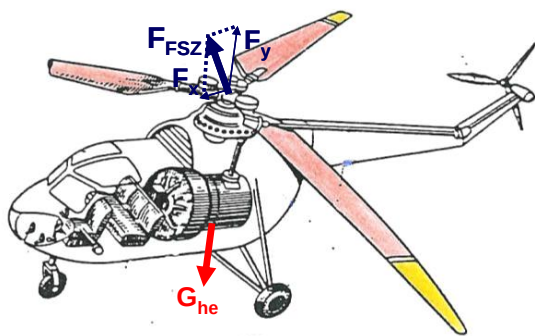
² (CSc) okl. repülőmérnök, egyetemi tanár, NKE Katonai Repülő Tanszék, ovari.gyula@uni-nke.hu

³ Lektorálta: Dr. Békési László ny. okl. mk. ezredes, főiskolai tanár, NKE KRT bekesi.laszlo@uni-nke.hu

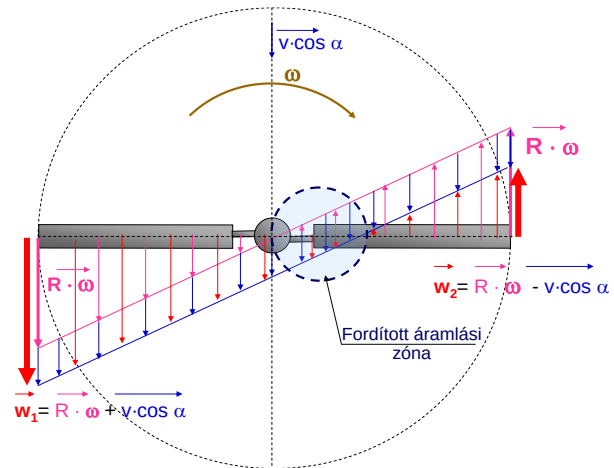
üzemmód és a hozzátartozó pontos, megbízható manőverező-képesség) – bár megvalósítható gázturbinás hajtómű megfelelő nagyságú, függőleges irányú tolóerejével is – a hatékonyan csak légcsavar/forgószárny alkalmazásával lehetséges.

A felsoroltak nem számítanak új felfedezésnek, megoldásukra – változó eredményességgel – évtizedek óta törekednek a gyártók és fejlesztők, mégis, az utóbbi évtized tudományos, technikai és nem utolsósorban informatikai fejlődése valószínűsíti az elvárt követelményeket maradéktalanul kielégítő, kiforrott szériagyártásra érett ilyen konstrukciók megjelenését.

A helikopterek vízszintes repülési sebessége növelésének alapvető akadály a forgószárny, mivel vonóereje (F_{FSZ}) összetevői egyaránt szolgálják a levegőben maradáshoz (emelkedéshez-süllyedéshez) szükséges emelőerőt (F_y), valamint vízszintes haladást biztosító vonó- (F_{xp}) és kormányzó erőt, illetve nyomatékokat. Az 1. ábra segítségével az is belátható, hogy a bemutatott hagyományos szerkezeti kialakítású helikopterrel, a forgószárny előre dönthetősége a vonóerő növelésére – a megfelelő nagyságú felhajtóerő folyamatos fenntartásának szükségessége miatt – korlátozott, így ez is meghatározó akadály a repülési sebesség adott határon túli ($v=280-300$ km/h), elfogadható gazdaságosságú növelésének.



1. ábra [5]



2. ábra[1]

Nem kevésbé kedvezőtlen, hogy a helikopter forgószárny-lapátjai haladó repüléskor (un. ferde átáramlási üzemmódon, ld. 2. ábra!) körülfordulásuk során más-más megfűvási viszonyok között működnek. Az előre haladó lapátok kerületi sebességéhez ($R \cdot \omega$) hozzáadódik a repülési (megfűvási) sebesség ($v \cdot \cos \alpha$), míg a hátrafelé haladónál ugyanez kivonódik (90° -os és 270° -os azimut szögeknél ezt a 2. ábra mutatja, α állásszögű⁴ forgószárnynál). Emiatt a helikopter jobb és baloldalán lévő lapátokon eltérő nagyságú, aszimmetrikus megoszlású felhajtóerő alakul ki, így azok függőleges irányban csapkodó mozgást végeznek, ami – a forgó, haladó mozgást végző rendszerben Coriolis-erőket generálva – a forgás síkjában vízszintes, lengőmozgást is létrehoz. Járulékosan a lapátok vég- és a törészein számottevő áramlási veszteségek is kialakulnak. (Utóbbira jó példa a 2. ábrán látható fordított áramlási zóna is, melynek kiterjedése a repülési sebességgel arányosa növekvő.) [1].

Mivel a faroklégcsavar is a forgószárnyal megegyező megfűvási viszonyok között működik,

⁴ A forgószárny α állásszöge, annak forgássíkja és megfűvási irány által bezárt szög.

ezért körüláramlási sajátosságai és veszteségei is megegyeznek azzal.

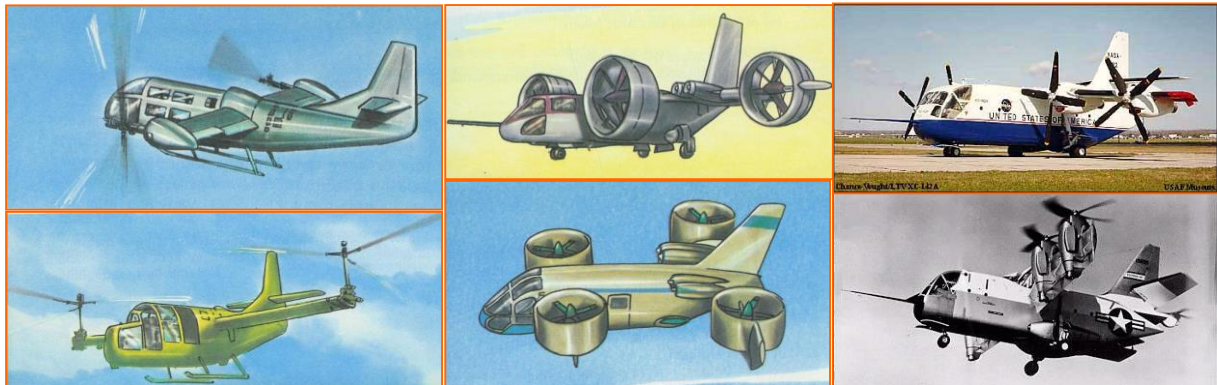
Mindezekből belátható, hogy a helikopterek sebességnövelésének lehetséges módjai:

- a forgószárny(ak)at csak függőleges emelkedésre használásával, a vízszintes vonóerőt külön eszközzel létrehozva;
- haladó repüléshez merevszárnyat is alkalmazva, a hajtómű(vek) vonóerejét a függőleges síkban, $\sim 95^\circ$ -os szögben elfordítva, azzal az emelkedést és haladást is biztosítva;
- a faroklégcsavart kiváltva, esetlegesen működése, alkalmazása átértékelésével

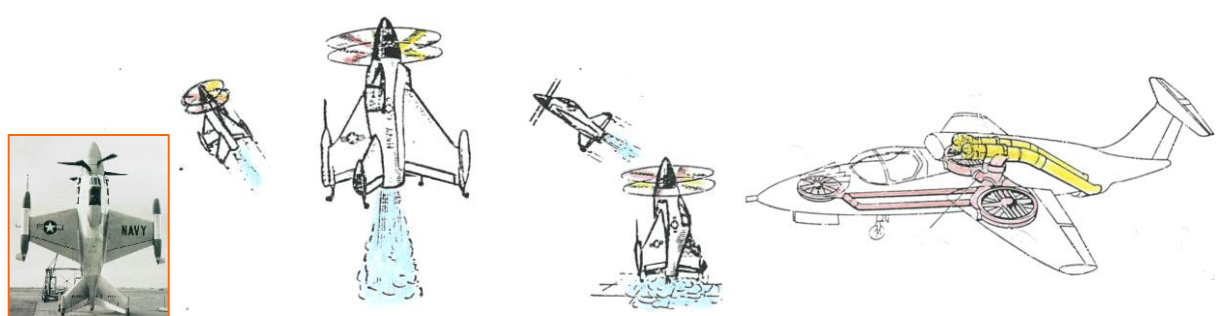
lehetséges.

2. KONVERTIPLÁNOK

Mivel a repülési sebesség növelésének kutatása a helikopter elterjedésével és alkalmazásával egyidős, érthetően, a '70-es évek közepéig (az első energiaválságig) az üzemanyag-fogyasztás mint hatékonysági jellemző, – különösen katonai alkalmazásnál – másodlagos szempontnak bizonyult. Ennek jegyében kézenfekvőnek olyan légi járművek megalkotása mutatkozott, melyek légcsavarjai (önállóan, vagy megfelelő teljesítményű hajtóművével, esetleg szárnyával is együtt) konvertálhatóak (itt a függőleges síkban elfordíthatóak $\sim 95^\circ$ -ra) így helikopterként fel-emelkedve és gyorsulva, hagyományos légcsavaros repülőgépként, 400–600 km/h utazó sebességgel haladhatnak céljuk felé. (3. ábra)



3. ábra [5]



4. ábra [5]

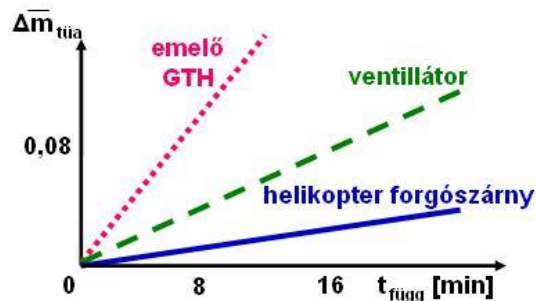
5. ábra [5]

Mivel az első repülési kísérletek – legalább is az elvárt sebességnövekedést illetően – többnyire

eredményesnek bizonyultak, további újdonságokat felvonultató, többségében USA konstrukciók is megjelentek az '50-es. '60-as években (4. és 5. ábra).

Valamennyi, a 3–5 ábrán bemutatott légijármű ténylegesen megépült és különböző mértékben repülőképesnek is bizonyult. Túl az egyes gyártmányok egyedi tapasztalatain – pl. a dugattyús motorral történő meghajtás kezelhetetlen vibrációt eredményezett (3. ábra baloldali kép), vagy a „visszapillantó tükröből” történő leszállás kényszere (4. ábra), csak a halálfélelem gyakoroltatására igazán célszerűtlen megoldás – általánosan kezelhető konklúziók is adódtak, pl.:

- a függésre és a haladó repülésre is alkalmas légcsavar függéskor gyengébb jellemzőkkel rendelkezik mint a helikopter forgószárnya, vízszintes repüléskor viszont az erre optimalizált légcsavartól marad el;
- amennyiben a függőleges le- és felszálláson kívül a tartós függés is követelményként jelenik meg, a tüzelőanyag-fogyasztás és ezen keresztül az elérhető repült idő (6. ábra) mindenképpen a forgószárny alkalmazását célszerűsíti.



6. ábra [5]

2. KOMBINÁLT HELIKOPTEREK

Az előzőekben megfogalmazott problémák részleges megoldását szolgálták az ún. kombinált helikopterek melyek emelkedésükhöz forgószárnnal, a haladó repüléshez merev szárnnal és légcsavar(ok)al rendelkeztek. E konfiguráció három jellegzetes képviselője (AH-56 /USA/, Fairey Rotodyne /Anglia/ és Ka-22 /orosz/ helikopter (rendre a 7. a, c, és d. ábrák).



7. ábra

Mindhárom konstrukció - gázturbinás hajtóműveivel meghajtott forgószárnyával - a berepülési program során megfelelően emelkedett, illetve függött, valamint képes volt 400÷500 km/h

utazó sebességgel repülni, de ennek ára a:

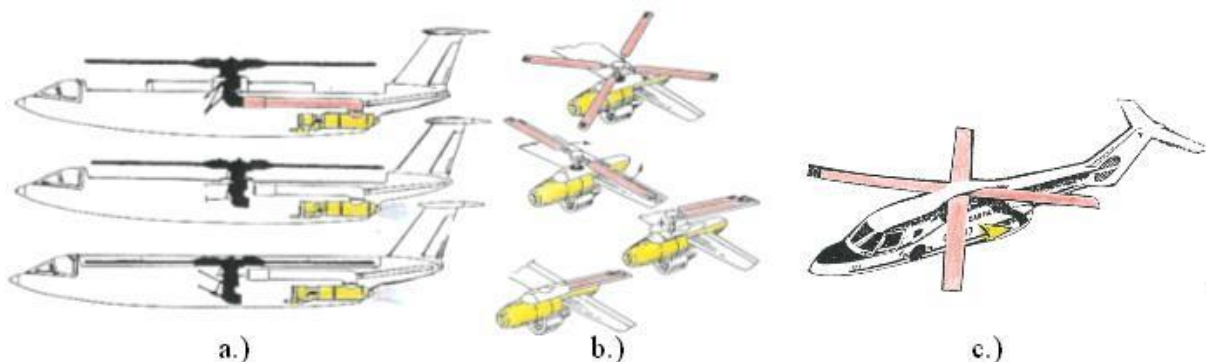
- rendkívül nagy fajlagos szerkezeti tömeg;
- bonyolult kormányvezérlés;
- nagyon magas zajsztint (főként a reaktív forgószárnyú Rotodyne esetében)
- alig kezelhetően magas üzemanyag-fogyasztás

volt. Így, bár további fejlesztésüktől eltekintettek, de a velük nyert tapasztalatok érzékelhetően hozzájárultak 2–3 évtizeddel később - a siker lehetőségét is magukban hordozó – új, gyors helikopterek létrehozásához (ld. 3. fejezet!).

A legfontosabb tanúsága mindhárom konstrukció berepülésének mégis az volt, hogy a sebesség további növelésének alapvető akadálya a forgószárny megléte, szinte függetlenül attól, hogy az a haladó repülés során motoros vagy autórótiós üzemmódon működik. Ennek elhárítására, több elképzelés is született, pl. a helikopterként történő emelkedést és gyorsulást követően a forgószárnyat:

- megállítani és bevonni a törzsbe, vagy erre kiképzett gondolába (8. a. és b. ábrák);
- forgását lefékezve megállítani, szabályos előre-hátra nyílazott merevszárnyként rögzíteni (8. c. ábra).

Az első két elképzelést már a modellkísérletek stádiumában elvetették rendkívüli bonyolultsága, nem kielégítő üzembiztossága és a tranziens üzemmódokon prognosztizálhatóan jelentkező hosszstabilitási nehézségek miatt.



8. ábra [5]

Az X-alakzatban megállítható forgószárny (8. c. ábra) viszont eljutott a repülési kísérletek stádiumába is, de a hézagos híradások szerint a reaktív meghajtású forgószárny vezérlését átmeneti, vegyes üzemmódon (lassuló, reaktív meghajtás és közben mechanikus beállítási szög állítását⁵) nem sikerült az elvárható hatékonyságúra megvalósítani.)

⁵ Forgószárnylapát beállítási szöge (ϕ): a lapát húrja és a forgószárnyagy forgássíkja által bezárt szög.



9. ábra [5]

A forgószárny és lapátjainak kialakítása alapvetően új elgondolású volt (9. ábra). Utóbbi a húr 50%-ánál állított merőlegesre szimmetrikus, vastag profilú volt, be- és kilépőélein, a teljes terjedtség mentén gázkifúvó résekkel és Coanda-felülettel. Azt, hogy a lapát melyik élen történt a kifúvás, azt a forgószárny üzemmódja határozta meg. A betáplált és a réseken a Coanda-felületre kifúvott levegő mennyisége – a (forgó)szárny forgatását, illetve megállítva – a cirkuláció vezérlésével – felhajtóerő létrehozását, valamint a hossz tengely körüli kormányzást egyaránt biztosította. Mindez az álló és forgó szelepsor kölcsönös helyzetével, a helikopter belső kormánysszerveivel volt vezérelhető. Természetesen alapvető fontosságú volt a forgószárny minden körülmények közötti, megbízható (hossz-) tengelyszimmetrikus rögzítése.

3. HELIKOPTERFEJLESZTÉS A XXI. SZÁZAD ELJÉN

Az elmúlt öt évtized fejlesztéseinek egyik legfontosabb konklúziója, hogy – bár igen sokféle repülőeszközzel lehetséges függőlegesen le- és felszállni – ennek ellenére

- gyors helikopterről sem célszerű mellőzni a forgószárnyat;
- az elmúlt évtizedek fejlesztéseinek (ld. 1. és 2. fejezet!) számos eredménye jól használható 1–3 évtizeddel később – sőt több közülük csak most válik gyakorlatilag is alkalmazhatóvá – a jelen és az elkövetkező időszak tudományos-technikai környezetben, mindenek előtt a számítástechnika térnyerésével.

V-22 Osprey

Az első konklúzióknak némileg ellentmond, hogy a kevés számú, szériában is megépül V(S)TOL⁶ repülőgépek egyike, a V-22 Osprey (10. ábra), egy olyan konvertiplán, melynek több modifikációját is létrehozták a különböző haderő- és fegyvernemek igényeinek megfelelően. A tervektől a megvalósulásig tartó közel három évtizedes időszak (!) valószínűsíti, hogy megalkotása nem volt kompromisszumoktól mentes.

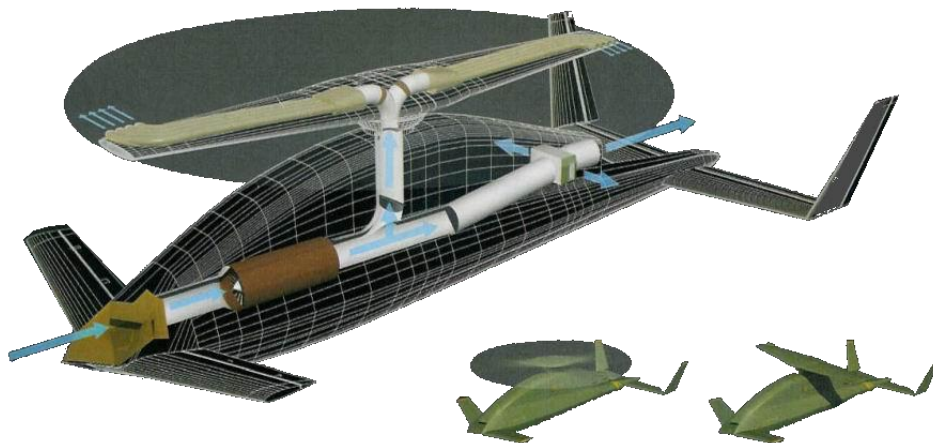
⁶ V(S)TOL /Vertical (Short) Take of Landing/ - függőlegesen (rövid pályán) fel-, leszálló



10. ábra

X-50 CRW

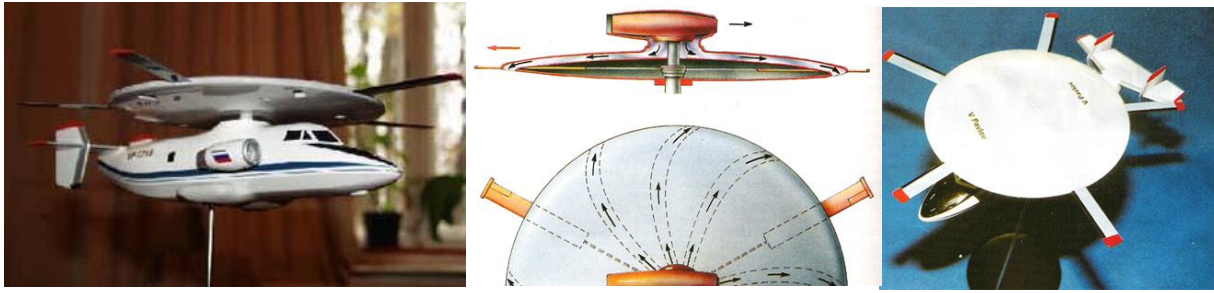
A Boeing, X-50 elnevezésű CRW (Canard Rotor Wing) UAW-projektje (11. ábra) is visszatükrözi a megállítható, X-forgószárnyú helikopter ötletének (8. c és 9. ábrák) elemeit. Felszálláskor az F-112 gázturbinás hajtómű forró gázaival, reaktívan hajtja meg a forgószárny trapéz alaprajzú lapátjait, majd ~200 km/h repülési sebességet helikopterként elérve, a repülőgép szimmetriasíkjára merőleges helyzetben rögzítik azokat, az utazó repüléskor már merevszárnyként funkcionálnak. Természetesen ilyenkor a hajtómű gázainak betáplálást is megszüntetik és az a továbbiakban csak a haladáshoz szükséges reaktív tolóerőt, valamint az útirányú kormányzáshoz szükséges legyezőnyomatékot biztosítja a hajtómű a törzsben elhelyezett fűvócsővel, illetve kormányfűvókákkal.



11. ábra [5]

Diszkopter

A Kazányi Műszaki Egyetemen (Oroszország) 2004-ben koncepcionálisan kidolgozott előterve szerint a „Diszkopter”-nek nevezett helikopter, reaktív meghajtású forgószárnyának lapátjait - a repülési sebesség növekedésekor, bevonják a diszkosz alakú központi testbe, ami leállítva az utazó repülés során szárnyként funkcionál (12. ábra). Kedvezőnek tekinthető ennél a konstrukciónál, hogy indifferens a forgószárny megállítási-indítási helyzete, valójában rögzíteni sem fontos.



12. ábra [10]

X-2projekt

A Sikorsky cég, 50 millió USD-os programja keretében létrehozott koaxiális forgószárnyú, toló-légcsavaros kísérleti helikopter (13. ábra) repülései igazolták a fejlesztési koncepció helyességét.



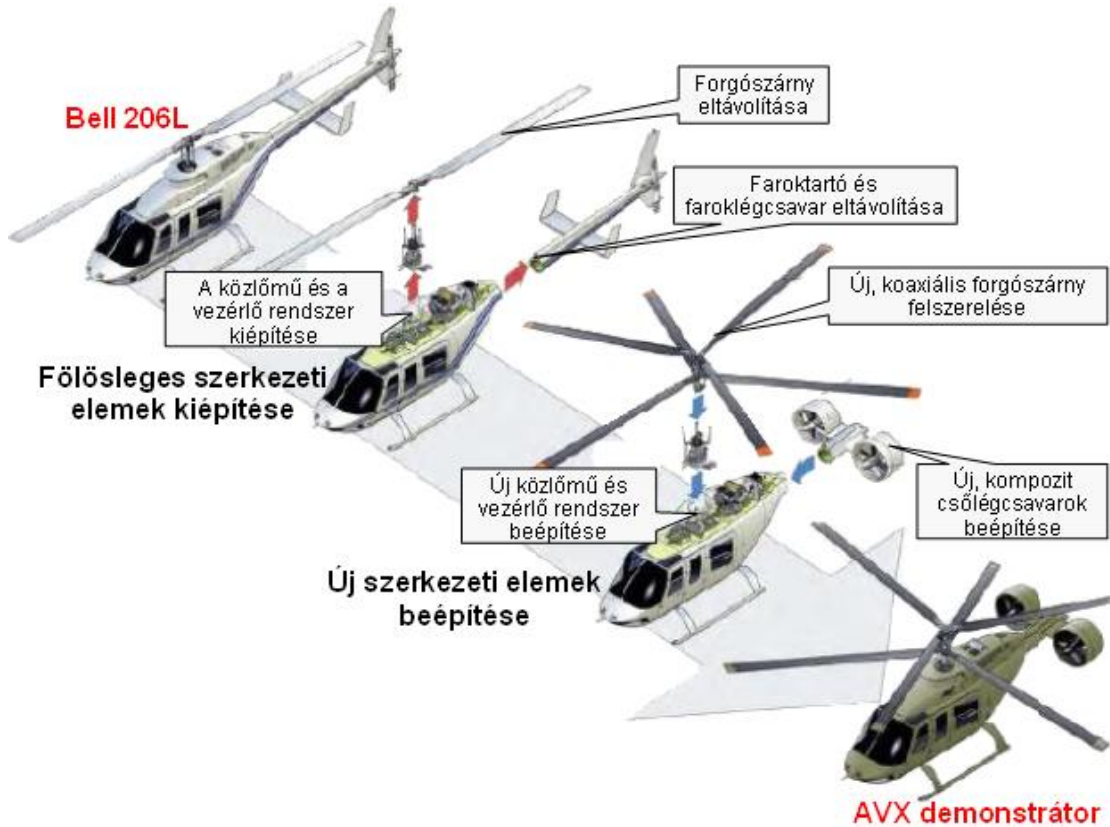
13. ábra [8. alapján]

Az elért eredmények – túl azon, hogy a helikopterben helyett kapott minden ami a csúcstechnológia termékeiből beépíthető volt (Fly-by-Wire, FADEC, kompozitok stb.) – döntően a speciálisan kimunkált forgószárnylapátoknak és azok teljesen új vezérlési rendszerének köszönhetőek. Utóbbi, a lapátok beállítási szögének változtatását nem a vezérlőautomata gyűrűjével és hozzákapcsolódó, kinematikailag célszerűen kialakított rudazatokkal, hanem külön-külön servókkal – az ún. IBC (Individual Blad Copntrol)⁷ módszerrel – valósítja meg. Így lehetséges például mindkét oldalon a hátrahaladó lapátoknál beállítási szög $\varphi=0^\circ$ értékre konfigurálása, megszüntetve ezzel a fordított áramlási zóna okozta, valamint a vég- és töveszteségeket.

A kedvező repülés tapasztalatok, – benne a már elért, 420 km/h-át már meghaladó, valamint a

⁷ nevezik **RACT**-nak (Rotor Active Control Technology) is.

480 km/h-ás tervezett csúcs- és a 350 km/h-ás utazósebesség – miatt két irányban is megkezdődött a gyakorlati hasznosíthatóság vizsgálata a Sikorsky és az erre szakosodott AVX vállalatok részéről. Ennek egyike a korszerű, nagyszámba rendszeresített polgári és katonai helikopterek átépíthetőségi technológiájának kimunkálása (pl. Bell 206L, OH-48, stb.). (14. ábra)



14. ábra [8. alapján]

A másik lehetséges perspektíva, új konstrukciók létrehozása mindenek előtt mentési (MEDEVAC) (15. a. ábra) és különböző katonai célokkal, annak speciális komplex követelményrendszerét [8] figyelembe véve (15. b.–d. ábrák).



15. ábra [8. alapján]

X-3 projekt

Az európai fejlesztésű X-3 helikopter esetében (16. c. ábra) nem csak az 1957-es Fairey Rorodyne konstrukciója (7. c. ábra), de ugyan ennek elődjei, az 1946-os (!) Girodyne (16. a. ábra), majd továbbfejlesztett Jet Girodyne változata (16. b. ábra) is felfedezhető.



16. ábra [5]

A haladó repüléshez szükséges vonóerőt és a forgószárny reakciónyomatékának kompenzálásához szükséges nyomatékot egyaránt, a szárnyon elhelyezett légcsavarok biztosítják, beállítási szögüket szükség szerint differenciáltan vezérelve.



17. ábra

A csuklók nélküli, de konvencionális forgószárnyagy (17. ábra) burkolatát gondosan áramvonalasták. A 2010–2012 során végrehajtott 140 órás kísérleti repülések során 472 km/h csúcsebbséget sikerült elérni, ezt követően a programot leállították. Eredmények közvetlen, további hasznosításról jelenleg nincs hír.

VDTP (Vectored Thrust Ducted Propeller) projekt

A Piasecki Aircraft Co.-t, a Vectored Thrust Ducted Propeller (VTDP, vezérelhető tolóerővektoros csőlégcsavar) rendszerrel kívánja integrálni a hagyományos tolólégcsavar és a faroklégcsavar funkciót (egyebek mellett a ma is rendszerben álló, hagyományos helikoptereken).

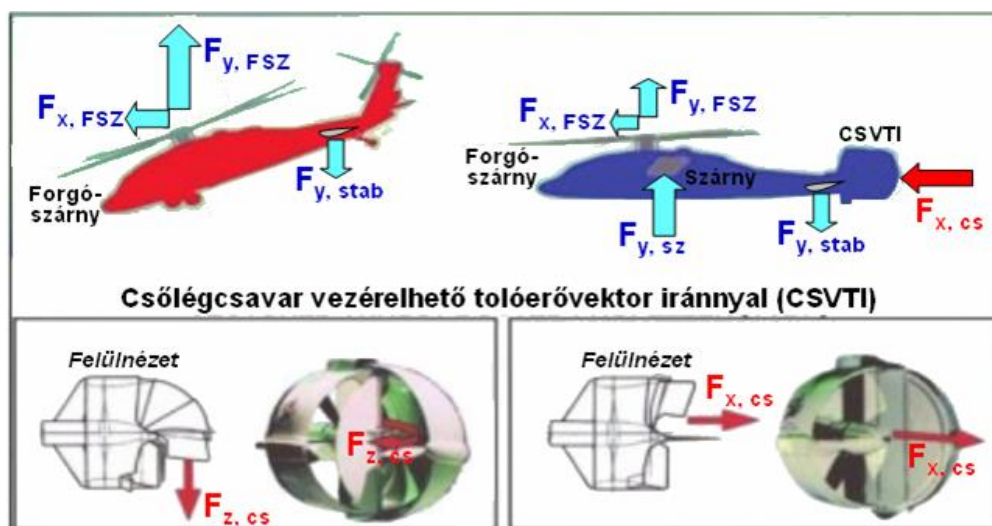
A merev szárnyal is felszerelt helikopter faroktartójára – a hagyományos faroklégcsavar helyett – olyan axiális megfűvású csőlégcsavart építenek (18. ábra), melynek áramlásába egy alaphelyzetében már kitérített, aerodinamikai oldalkormányt is elhelyeznek (ebből adódóan a rajta ébredő oldalirányú légerő független a légijármű földhöz viszonyított haladási sebességé-

tól!). A légcsavar burkolatára ezenkívül egy olyan, mozgatható, negyedgömb-alakú áramlástelítő zsalut is rögzítenek, mellyel $0^\circ\text{--}90^\circ$ tartományban elfordítható oldalirányba a légcsavart elhagyó légáramlatot, ezzel annak tolóerő-iránya is. A kitérített oldalkormányon és a zsaluk segítségével létrejövő oldalirányú légerők nyomatókai egyaránt a forgószárny reakciónyomatékát hivatottak kiegyenlíteni.



18. ábra

Felszálláskor (19. ábra), – amely maximális emelőerőt, illetve ehhez ugyan ilyen közös beállítási szöget ($\varphi_{\text{közös}}$) feltételez, ebből adódóan a legnagyobb a forgószárny reakciónyomatéka (M_r) [1]. Ennek kiegyenlítése az oldalkormány, valamint a zsalu teljes kitérítésével lehetséges. A forgószárny forgássíkjának előre-döntésével megkezdett vízszintes, gyorsuló, haladó mozgás fokozatosan bekapcsolja a merevszárnyat is a felhajtóerő termelésbe. Ennek megfelelően csökkenthető a lapátok a közös, illetve ciklikus beállítási szöge is. Az előbbi eredményeként, $\varphi_{\text{közös}}=0$ elérésekor akár meg is szűnhet a reakció-nyomaték ($M_r=0$).



20. ábra

Így a **számított utazósebesség** (~ 200 km/h) elérésekor a zsalu és az oldalkormány alaphelyzetbe állítható és a légijármű tolólégcsavarja és szárnya segítségével merevszárnyú repülőgépként haladhat, forgószárnyát akár autó-rotációs üzemmódra is átállítva. A csőlégcsavar a forgószárnyánál, faroklégcsavarnál lényegesen kedvezőbb megfűvási viszonyai és hatásfoka miatt az elérhető repülési sebesség is magasabb lesz a hagyományos helikopterénél.

Kísérleti jelleggel VTDP rendszert a hadsereg legnagyobb példányszámban alkalmazott helikopterein tervezik felszerelni (20. ábra), így az **AH-64**-en és **AH-1W**-n. (Az első tesztek eleve az **YSH-6F** helikopterekkel (UH-60) kezdődtek.



20. ábra

A tervezők a sebesség, a hatótávolság és a manőverező-képesség jelentős javulását várják az átalakításoktól melynek lényeges részeként a katonai, illetve a harci helikopterekre tudományos igényvel kimunkált feltételrendszer [9], valamint az egyre szigorodó környezet-, benne zajvédelmi előírások, konstrukciós megfontolásai [2] kiemelt figyelmet kapnak.

Hatékonyabb, környezetkímélőbb energiateljesítmény kutatása

Mivel a Földünkön a perspektivikusan rendelkezésre álló, kőolajalapú üzemanyag készletek végesek, kitermelésük pedig egyre fokozódik, így áruk is rohamosan növekszik. Ezzel sajnálatosan lépést tart az elégetésével okozott környezetszennyezés mértéke⁸ is. Alapvetően e két tényező is szükségessé teszi a (légi)járművek meghajtására is alternatív energiák keresését. [6] A magas energiatartalmú gázok (H_2 , CH_4) felhasználása erre – azok alacsony cseppfolyósítási hőmérséklete, bonyolult gyártástechnológiája, infrastrukturális szükséglete miatt – belátható időn belül nem várható. Egyéb gázok (pl. propán, bután) csak ott alkalmazhatóak, ahol ilyen saját források jelentős mennyiségben rendelkezésre állnak (pl. Oroszország).

A repülésben még számításba vehető a nukleáris, illetve az elektromos energiák közül az első – bármennyire is vonzó lenne a tengeralattjáróhoz hasonlóan egyszerre többévi üzemanyagot tankolni – környezetvédelmi okokból egyelőre megvalósíthatatlan.

A belsőégésű motoroknál lényegesen jobb hatásfokú elektromos motorok főhajtóműként történő alkalmazására minden jelentősebb repülőipari – benne a helikoptereket – gyártó és fejlesztő vállalat törekszik. Pl. a **Sikorsky „Firefly”** kísérleti projektje keretében az S-300C helikopteren, a 190 LE-s (142 kW) dugattyús motort korszerű, magas hatásfokú villany-motorral váltották ki, melyet 150 db. 45A/h-ás, lítium-ion akkumulátor működtet (21. a. ábra).

A német **E-VOLO team** által fejlesztett, pilótát is szállító **technológiai demonstrátor** (21. b. ábra) 16 légszárnyával biztonságos repülésre és manőverezésre képes. Közös hiányossága a bemutatott két modellnek – túl a leghatékonyabb lítium-ion az elvárhatótól elmaradó megbízhatóságán – hogy egyszerre mindössze 10–30 perc tölthetnek a levegőben, az akkumulátoruk feltöltöttségétől és a környezeti viszonyoktól függően.

Az E-Volo cég, két személy szállítására kialakított, 426 kg tömegű, szintén 16 légszárnyas

⁸ Jelenleg a repülés a Föld légszennyezésének 2%-át okozza, ami prognosztizálhatóan 2030-ra eléri a 3%-ot.

Volocopter VC200 modellje (21. c. ábra) emiatt hibrid meghajtású lesz - benne egy dugattyús motor generátort hajt meg – a vízszintes repülési sebesség növelést tolólégcsavar is segíti.



21. ábra [7]

4. ÖSSZEFOGLALÓ

Az előzőekben bemutatottakból két dolog állapítható meg:

- folyamatos (helikopter-) fejlesztésre (is) szükség van
- ennek jelenleg ismert irányzatai közül – ha az elért eredmények különbözőek is, – mint a repülésben általában, egyik sem a legjobb.

A leírtak viszont az olvasóból érdeklődést és a téma további kutatásának igényét válthatják ki

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Békési László dr.: Repüléselmélet (Multimediás elektronikus tansegédlet) 2005. ZMNE
- [2] Bera József, Pokorádi László: Helikopterzaj elmélete és gyakorlata, 2010 Camous Kiadó, Debrecen
- [3] <http://www.defenseindustrydaily.com/jmr-fvl-the-us-militarys-future-helicopters-014035/>
- [4] McCormick, Barnes W. Jr.: Aerodynamics of V/STOL Flight, 1999 Dover Publications, Inc. Mineola, New York USA
- [5] Óvári Gyula: Speciális repülőeszközök (multimediás tananyag, kézirat) 2010, BMGE
- [6] Óvári Gyula – Szegedi Péter: Alternatív tüzelőanyagok alkalmazásának lehetőségei a repülésben REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 2010. 04. 16. p. 1.-29.
- [7] Padfield R. Randal: US Army szerződéseket kötött, radikálisan új forgószárnyas légijárművek létrehozására <http://www.ainonline.com/aviation-news/publications/ain-defense-perspective/september-20-2013> (2013.08.02)
- [8] Product Innovation X2 TECHNOLOGY™ demonstrator, Sikorsky gyári ismertető 2011
- [9] Szilvássy László dr.: A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a magyar honvédségben, Elektronikus Műszaki Füzetek X., ISBN 978-963-7064-26-5, Debreceni Egyetem - MTA DAB Műszaki Szakbizottsága, 2011. p. 35, http://store1.digitalcity.eu.com/store/clients/release/AAAABCHF/doc/musz_fuz_10_2011.09.09-09.21.50.pdf
- [10] Дисколёт КТИ 2004, közlemény

Bali Tamás¹ – Palik Mátyás²

A HARCÁSZATI PILÓTANÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰVEK FEDÉLZETI BERENDEZÉSEI³

Korunk egyik legintenzívebben fejlődő kutatási területei közé tartoznak a pilótanélküli légijárművek (a továbbiakban UAV - Unmanned Aerial Vehicle) fejlesztésével és széleskörű alkalmazásával kapcsolatos kutatások. Kijelenthető, hogy egy rohamosan fejlődő iparág dolgozik az eltérő igényeknek megfelelő UAV-k előállításán. A különböző célú alkalmazás eltérő képességek meglétét követeli meg nemcsak az UAV kezelőjétől, hanem magától a légijárműtől is. Például eltérőek a mezőgazdasági célra használt eszközök felszereltségi követelményei a katonai alkalmazásra használt eszközöktől. A cikkben a szerzők bemutatják azokat a fedélzeti berendezéseket melyek, szükségesek ahhoz, hogy az eszközök biztonsággal használhassák a légteret.

REQUIREMENTS TOWARD UNMANNED AERIAL VEHICLE'S ONBOARD EQUIPMENTS

These days, the research on design and wide range deployment of the Unmanned Aerial Vehicles (UAV) belongs to one of the mostly developing research fields. We can declare, that at the present a quickly developing industry is working on the production of the UAVs, which can meet the customer's different needs. The various applications request different capabilities both from the operator and the UAV itself. For example, the equipment requirements for the UAVs used for agricultural purposes are different, which are used for military scope, but there are numerous common links. Writing this article, my intend was to pinpoint all of those UAV onboard equipments which can be considered to be compulsory for the safe air operations.

BEVEZETÉS

A repüléstudomány szempontjából napjaink egyik leginkább fejlődő ága az, amely a pilóta nélküli légijárművek fejlesztésével, illetve alkalmazásuk kérdéseivel foglalkozik. Napjainkra ezen eszközök a légtér gyakorlatilag minden szegmensében (a földközeli magasságoktól az atmoszféra határáig) repülnek. Az eszközök alkalmazási területe meghatározza azok tervezésének és fejlesztésének irányait. A mérnöki fejlesztések középpontjában a célszerűsége túl meghatározó szerepet játszik a költséghatékonyság is. Így alakulhatott ki az a mérnöki megközelítés, mely szerint a földközeli magasságokban⁴ alkalmazott eszközök gyakrabban kisméretű, forgószárnyas, elektromos meghajtású, látóhatáron belül működő, rádió-távírányítású (RC) eszközök.

A kismagasságon⁵ működő UAV-k lehetnek forgó- vagy merevszárnyas repülőszerkezetek is, melyek meghajtása vagy elektromos, vagy robbanómotoros, hatótávolságuk néhány speciális eset kivételével a látóhatáron belüli üzemelést tesz lehetővé. A közepes magasságon⁶ repülő

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

² (PhD), alezredes, NKE Katonai Repülő Tanszék, egyetemi docens, palik.matyas@uni-nke.hu

³ Lektorálta: Dr. Békési Bertold okl. mk. alez., NKE Katonai Repülő Tanszék, egyetemi docens, bekesi.bertold@uni-nke.hu

⁴ kissebességű (max. 460 km/h) légijárművek estén a földfelszíntől 100 m-ig terjedő magasságtartomány [1]

⁵ kissebességű (max. 460 km/h) légijárművek estén 100 métertől 600 m-ig terjedő magasságtartomány [1]

⁶ 600 métertől 4900 m-ig terjedő magasságtartomány [1]

drónok leggyakrabban merevszárnyas repülőgépek, melyek meghajtását általában robbanómotoros erőforrások biztosítják. Alkalmazási mélységük kiterjedhet a látóhatáron túli üzemelésre is, akkor azonban már programozott útvonalon, autonóm módon repülnek. A közepes magasság fölött üzemelő UAV-k szinte kivétel nélkül merevszárnyúak, meghajtásukat robbanómotor vagy sugárhajtómű, néhány esetben napelemekkel termelt elektromos árammal üzemelő villamos hajtóművek biztosítják. Ezeknek a légi járműveknek az irányítása már kivétel nélkül GPS⁷ alapú navigáció és műholdas kommunikációs rendszerek felhasználásával történik. A következő képeken néhány, különböző kategóriájú UAV látható.



1. kép Nano kategóriájú PD-100 Black Hornet PRS UAV⁸



2. kép TACTICAL kategóriájú az IAI RQ-5 Hunter típusú UAV⁹



3. kép HALE kategóriájú a Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk típusú UAV¹⁰

⁷ Global Positioning System – műholdas navigációs rendszer

⁸ Forrás: <http://technicalmirror.com/wp-content/uploads/2013/06/Black-Hornet-Nano.jpg> (2013.08.18)

⁹ Forrás: <http://www.militaryfactory.com/aircraft/imgs/hunteruav.jpg> (2013.08.18)

¹⁰ Forrás: <http://www.aviationnews.eu/blog/wp-content/uploads/2011/08/Global-Hawk.jpg> (2013.08.18)

Eddig az UAV-ról, mint gyűjtőfogalomról volt szó. Jelen cikk témája azonban megkívánja, hogy pontosításra, részletezésre kerüljenek az azonosításukra kialakított kategóriák is.

Az UAV-k osztályozására jelenleg nincs a világon egységesen elfogadott rendszer. Egyes nemzetközi légiközlekedési szervezetek, mint ahogyan a különböző országok, más-más módon osztályoznak. A leggyakrabban alkalmazott, több szervezet által is elfogadott elv a pilóta nélküli légijárművek tömeg-, és hatótávolság, esetenként a légtér-osztályban történő működés szerinti besorolása. Természetesen az eszközök sokrétűsége miatt különböző szempontok szerint számtalan osztályozást lehet még felállítani. Ilyen szempont lehet a felépítés, a meghajtás, az irányítás, az indítás, a visszatérés, a sebesség, a magasság, a végrehajtandó feladat és sok más egyéb jellemző tulajdonság szerinti rendszerezés.

Amennyiben figyelemmel kísérjük az UAV területen mérvadónak tartott nemzetközi szervezetek, mint például az UVS International¹¹ által a távvezérelt légijárművekkel (RPA)¹² kapcsolatban megfogalmazott és javasolt elveket, eljárásokat, technikai követelményeket kijelenthetjük, hogy azokat a szervezetekben résztvevő tagországok képviselői leggyakrabban elfogadják. Ez azonban még nem jelenti azt, hogy az egyes országok szabályozói környezetében azok meg is jelennek.

Természetesen az UAV-kal kapcsolatos kutatások nem csak a polgári, hanem a katonai területre is kiterjednek. Ennek megfelelően a NATO-n belül is kialakításra került egyfajta kategorizálási elv, amely az alábbi táblázatban látható.

Össztömeg szerinti osztályozás	Kategória	Alkalmazási kör	Üzemelési magasság	Hatósugár
I. osztály <150 kg	MICRO <2 kg	Harcászati szintű feladatokra (kézi indítású eszközök)	200 ft AGL ¹³	5 km
	MINI 2–20 kg		3000 ft AGL	25 km
	SMALL >20 kg	Harcászati szintű feladatokra (indító rendszerrel ellátott eszközök)	5000 ft AGL	50 km
II. osztály (150–600 kg)	TACTICAL	Harcászati szintű feladatokra	10 000 ft AGL	200 km
III. osztály (> 600 kg)	MALE ¹⁴	Stratégiai szintű feladatokra	45 000 ft AGL	>1000 km (de kevesebb, mint 10 000 km)
	HALE ¹⁵		65 000 ft AGL	>10 000 km

1. táblázat A NATO Joint Air Power Competence Centre szerinti UAV osztályozás [3]

A fenti táblázatot tanulmányozva nyilvánvalóvá válik, hogy az UAV-k fedélzeti felszereltségi követelményeit általánosságban szinte lehetetlen pontosan megfogalmazni, behatárolni. Kijelenthető, hogy egy UAV képességei alapján minél magasabb osztályba sorolt, annál magasabb

¹¹ Unmanned Vehicle Systems International – Ember nélküli járművek nemzetközi szervezete, <http://uvs-info.com/>

¹² Remotely Piloted Aircraft

¹³ Above Ground Level –Földfelszín felett

¹⁴ Medium altitude, long endurance – közepes magasságú, hosszú időtartamú

¹⁵ High altitude, long endurance – nagymagasságú, hosszú időtartamú

műszaki elvárásokat és nagyobb műszaki megbízhatóságot kell támasztani felé.

A fenti kategóriákba sorolt pilóta nélküli légi járművek egymástól eltérő repülési tulajdonságokkal rendelkeznek, felhasználásuk célja és módja alapján eltérő légtérben hajtják végre feladatukat, ezért részükre eltérő fedélzeti berendezések alkalmazása válhat szükségessé. Ezért az UAV-k fedélzeti felszereltségi követelményeit célszerű legalább kategóriájuknak megfelelően elvégezni.

A HARCÁSZATI KATONAI UAV-K SZÜKSÉGES FEDÉLZETI BERENDEZÉSEI ÉS KÖVETELMÉNYEI

Egy UAV felszereltségi követelményeit nagymértékben befolyásolja az, hogy az adott légi jármű milyen célból kerül alkalmazásra és a repülési tulajdonságai alapján milyen osztályú légterekben kerülhet felhasználásra.

2004-ben a DOD¹⁶ felkérte az USA központi parancsnokságait és szervezeteit, hogy rangsorolják az UAV-k 18 legfontosabbnak tartott feladatait [9]. A visszakapott értékelésekből megállapítható, hogy az UAV-k legfőbb feladatának a képi felderítést tartják. Magasra rangsorolják a precíziós célmegjelölésre való képességet, ami arra enged következtetni, hogy nagy szerepet szánnak a műveletekben a csapásmérések pontosságának. Ugyancsak magasán priorizált feladat a jelfelderítés. Nem véletlenül került a biológiai és vegyi felderítési feladat a táblázat első harmadába. Ebből arra lehet következtetni, hogy a biológiai és vegyi fegyverek esetleges alkalmazásával napjainkban igen komolyan számolnak a legmagasabb szintű katonai vezetők. A korábban nem számottevő híradó és adatátviteli, illetve a harci kutatás-mentési feladatokban egyre nagyobb szerepet szánnak a drónoknak.

A katonai felhasználású UAV-k napjainkban legfontosabb feladata a légi felderítés és a megfigyelés. Ennek megfelelően a fedélzeti berendezéseknek biztosítaniuk kell a szemben álló fél (elhelyezkedése, erői, eszközei), valamint a tevékenység megvívásának körzetére és környezetére (terep, időjárás, atom, biológiai és vegyi helyzet) vonatkozó legfontosabb és legidősebb adatokat [8].

Az ICAO¹⁷ GAT¹⁸ szabályai szerinti az F és G osztályú nem ellenőrzött légterekben-, illetve műveleti terület feletti OAT¹⁹ szabályok szerinti, földközeli légtérben repülő UAV-kal szemben lényegesen kisebb fedélzeti felszereltségi követelmények vannak meghatározva, mint például azon légi járművekkel szemben, amelyek az ICAO ellenőrzött légtérszintjeiben hajtják végre feladataikat.

Megvizsgálva a II. (össztömeg szerinti) osztályba tartozó UAV-kkal szemben támasztott műveleti elvárásokat és a légterek felhasználásához kapcsolódó repülésbiztonsági előírásokat a következőkben bemutatásra kerülnek ennek a TACTICAL kategóriájú eszközök szükséges fedélzeti berendezései.

¹⁶ Department of Defense – USA Védelmi Minisztérium

¹⁷ International Civil Aviation Organization – Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet

¹⁸ General Air Traffic – általános légiforgalom

¹⁹ Operational Air Traffic – műveleti légiforgalom

Navigációs berendezések

A légijármű navigációját biztosító berendezések tegyék lehetővé a VMC²⁰ és NVMC²¹ közötti feladat-végrehajtást, illetve futópályáról történő üzemelés esetén az IMC²² közötti megközelítési illetve indulási eljárások végrehajtását.

Az autonóm küldetés teljesítéséhez feltétlenül szükséges egy műholdas navigációs rendszer adatainak felhasználása. Az aktuális koordináta adatok vételéhez a fedélzetre műholdas navigációs vevő berendezés elhelyezése szükséges. Normál működési körülmények esetén a műholdas helyzet meghatározásra alkalmas koordináták folyamatosan és megfelelő pontossággal állnak rendelkezésre. Vételkiesés-, vagy pontatlannak minősített koordináta adatok esetén vészhelyzeti állapotról beszélünk, melynek kezelése fontos.

Napjaink leghatékonyabb és legolcsóbb helymeghatározó rendszere a GPS, mely helymeghatározás tekintetében a jelenleg használatos rendszerek közül az egyik legpontosabb. A katonai robotrepülőgépek maximálisan élvezik a GPS adta előnyöket; a napszaktól, az évszaktól, a földfelszín feletti magasságtól, a repülési sebességtől független helyzetinformációkat.

Figyelembe kell venni a GPS hátrányait is, mivel a külső behatások a robot zavarát okozhatják és az az UAV elvesztésével is járhat. A bekapcsolás után a rendszer felállása viszonylag hosszú időbe telik, így egy levegőben fellépő zavar esetén az újraindítás nehézségeket okozhat. Jó megoldás lehet a GPS vevő megduplázása, amit a méretét tekintve fenntartás nélkül megtehető.

A GPS további hátránya, hogy csak nyílt területen használható, például egy épületben, vagy völgyben repülve lehet, hogy a vevő nem kap megfelelő műholdjelet. A domborzatról és épületekről visszaverődő jelek zavarokat is okozhatnak a mérésekben.

Többek között ezeknek a hiányosságoknak a kiküszöbölésére, már több éve kifejlesztettek és alkalmaznak az UAV-k navigációjának biztosításához integrált INS/GPS navigációs rendszereket. Ez a rendszer kiküszöböli a GPS előbb felsorolt hátrányait és az INS rendszer jellegéből adódóan pontatlanságokat.

Kommunikációs berendezések és eszközök

Az UAV kommunikációja minden esetben a földi, kiszolgáló, felügyelő szegmenssel együtt értelmezhető csak, azok egymástól nem választhatók el. Az UAV és a földi szegmens kommunikációja kétirányú, az adás és a vétel irány leggyakrabban frekvenciában szeparált.

Az UAV-nek rendelkeznie kell a zavarvédett adatkommunikációt biztosító VHF²³ és UHF²⁴ frekvenciasávban működő rádió-berendezéssel (SATURN²⁵ képességgel, ezen túl műholdas adatkommunikációs eszközzel is, melyeknek biztosítaniuk kell adott esetben az AWACS²⁶- és

²⁰ Visual Meteorological Conditions – látási időjárási körülmények

²¹ Night Visual Meteorological Conditions – éjszakai látási időjárási körülmények

²² Instrument Meteorological Conditions – műszeres időjárási körülmények

²³ Very High Frequency – ultrarövid hullám a 30 és 300 MHz közötti frekvenciasávban

²⁴ Ultra High Frequency – deciméteres hullám a 300 MHz-től 3 GHz közötti frekvenciasávban

²⁵ Second-Generation Anti-Jam Tactical UHF Radio for NATO – második generációs, zavarvédett UHF kommunikációt biztosító, NATO követelményeknek megfelelő harcászati rádió

²⁶ Airborne Early Warning and Control System – Légi Korai előrejelző és Megfigyelő Rendszer

az ISTAR²⁷ eszközökkel való kommunikációt a NATO Data Link²⁸ rendszeren keresztül. A TACTICAL kategóriájú UAV-k fedélzeti adatkommunikációs eszközeinek biztosítani kell a különböző haderőnemek feladat végrehajtásában részt vevő kötelékeivel, a harctéri irányító és légi vezetési és irányító rendszerekkel, a feladat során biztosított, vagy támogatott erőkkel történő együttműködést, információ/adat cserét.

Az irányítócsatornák száma nagyban függ a hasznos terhek számától és jellegétől, így létrehozhatnak több csatornát is. A kiválasztott frekvenciáknak biztosítaniuk kell a zavarmentes, kis teljesítménnyel megvalósuló, nagy távolságra történő adattovábbítást. Erre a célra korábban a mikrohullámú tartományt nem alkalmazták, de az elmúlt években a fejlődésnek köszönhetően megjelentek e sávban működő berendezések is. E tartomány hátránya, hogy az egyenes irányú terjedést az akadályok lehetetlenné teszik, így a földi irányító állomásokat lehetőleg magaslatra kell telepíteni, vagy átjátszóállomásokat kell elhelyezni [6].

Repülésirányító berendezések (fedélzeti vezérlők) és a robotpilóta

Úgy a repülési, mind a navigációs feladatok végrehajtásáért az UAV-nek rendelkeznie kell fedélzeti számítógéppel, mely a lelke az adott légijárműnek. Ez a berendezés felelős egyrészt az eszköz távvezérlő jeleinek feldolgozásáért és továbbításáért a kormányvezérlők irányába, a szenzorok jeleinek gyűjtéséért, a képi adatok tárolásáért illetve szükségszerű továbbításáért; az autonóm navigáció végzéséért; a fegyverrendszer vezérléséért és természetesen magának az eszköznek a működtetéséért. A fedélzeti számítógépet az állagának megóvása érdekében rezgécscillapító keretben kell elhelyezni [2].

Annak érdekében, hogy a repülés folyamán az UAV légi üzemeltetése biztosított legyen, a fedélzetre egy a sárkány-, a hajtómű- és a fedélzeti elektromos rendszerek működési paramétereit monitorozó rendszert kell telepíteni. A különböző szenzoroktól érkező jelek a kommunikációs rendszer segítségével kerülnek majd továbbításra a földön elhelyezkedő kezelő számára. Ezeknek a létfontosságú szenzorok bármelyikének kiesését (kivéve, ha nem rendelkezik tartalékkal) megbízhatóan detektálni kell. Az UAV központi vezérlőjének kiesése esetén (amennyiben nem rendelkezik tartalékkal) a földi irányító személyzetnek azonnal detektálnia kell, és kézi vezérlésre kell átállni.

Annak érdekében, hogy az UAV a vezérlő jelek kiesésekor azonnal ne térjen el az utolsó biztonságos repülési üzemmódjától szüksége van, egy fedélzeti rendszerre mely ilyen esetekben stabilizálja a légijármű repülési paramétereit, mely vagy egy robotpilóta, vagy egy repülési stabilizátor kell, legyen.

Magasságmérő rendszerek

A navigáció, a le- és felszállás, feladat végrehajtás szempontjából is az egyik legfontosabb repülési adat a magasság. A három dimenzióban működő robotrepülőgéppel szembeni alapkövetelmény, hogy a jármű a földi irányító egység felé a legpontosabb magassági adatokat továbbítsa. Mivel a robotrepülőgépeken nincs személyzet, aki vészhelyzetben meg tudná becsülni a

²⁷ Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, and Reconnaissance – integrált összadatforrású felderítő-hírszerző rendszer

²⁸ Védett kommunikációt biztosító harcászati adatátviteli rendszer

repülőgép magasságát, ezért az UAV-k magasságadatait több forrásból meg kell erősíteni. Ezért célszerű a barometrikus magasságmérő mellé egy a fel- és leszálláshoz felhasználható, kis mérési tartományú akusztikus magasságmérőt, illetve a közepes magasságú repülések során jól alkalmazható rádió magasságmérőt is rendszeresíteni. Amennyiben a három rendszer mellé a repülési fázisokban társul a műholdas magassági adat is, akkor nagy valószínűséggel állítható, hogy a biztonságos repüléshez meglesz az elégséges magassági adat.

Abban az esetben, ha az UAV a földközeli magasságmérést nem képes kielégítő pontossággal meghatározni, akkor a leszállást a kezelő személyzetnek kell manuálisan elvégezni [5].

Fedélzeti szenzorok, hasznos terhek

Az UAV-k alkalmazásának alapvető célja a saját erők harctevékenységének támogatása az elengedő erőkről, illetve eszközökről nyújtott felderítési információk biztosításával. Ezek gyakorlatilag (mozgó)képi információk, melyek vagy rögzítésre kerülnek a felderítő célú repülések időszakában, vagy pedig valós időben továbbításra kerülnek a földi esetleg légi irányító pontokra vagy a csapásmérő erők számára.

Elektro-optikai és infravörös eszközök

A hagyományos képet szolgáltató kamerák a látható fény tartományában dolgoznak. A technológia fejlődésével a méretük jelentősen csökkent, így akár igen kisméretű robotrepülőgépekre is szerelhetők.

A hőkamera, vagy más néven infravörös kamera egy olyan eszköz, mely képalkotásra a 14 mikrométerig terjedő elektromágneses hullámtartományt használja, és ezt transzponálja a 450-750 nanométeres látható tartományba. Alkalmazási körük – a katonai célokra kívül is – igen széles: a tűzoltóság használja füstön át való látásra, illetve a tűzfészek keresésére, a villamos ipari cégek az elektromos átviteli hálózat hibafelderítésére, az építkezéseken a hőszigetelés ellenőrzésére, a legtöbb nagy csillagászati távcsőben az érzékelési tartomány kiterjesztésére. Katonai használat esetén célmeghatározásra, követésre és tűzvezetésre használják [4].



4. kép Az US Army MQ-1C Gray Eagle UAV-ja két kiegészítő szárny alatti EO/IR szenzorral²⁹

Mivel a katonai műveletek részben éjszaka valósulnak meg, ezért a képalkotáshoz nélkülözhetetlenek azon eszközök, melyek képesek kezelni az alacsony megvilágítottságú környezet nyújtotta

²⁹ Forrás: <http://rt.com/files/news/1e/4e/20/00/us-veterans-drone-medal.si.jpg> (2013.08.18)

lehetőségeket. Jelenleg e probléma megoldására több módszer is létezik. Az egyik a tárgyak/élőlények által kibocsátott hőt érzékeli infravörös sugárzási tartományban. Ez az ún. FLIR³⁰.

A másik a látható fény képerősítési elvét alkalmazza, azaz az emberi szem számára már nem érzékelhető fényerősséget erősíti fel. Ez az ún. éjjellátó rendszer (NV System³¹).

A FLIR felépítésében is eltér az éjjellátóktól, mert nem azonos hullámhosszon dolgozik. Ezzel a technológiával a bevetetőség nem csak nappalra korlátozódik.

A hiperspektrális képalkotók

A hiperspektrális képalkotás során egy területet képpontokra bontanak, és minden képpontról felvesznek egy spektrumot, mely folyamatos görbeként jelenik meg. A technológia segítségével olyan lehetőségek adódnak, amiket korábban csak komoly idő, vagy anyagi ráfordítással sikerült csak megvalósítani. Egyik ilyen terület az ásványkincsek keresése, ahol a nagy területek sávonkénti „átfésülésére” nem a pilótának való, sokkal inkább egy robothoz illő feladat.

Mozgó cél követő berendezések

Az MTI³² egyre növekvő figyelmet von magára a robotrepülőkkal való hadviselésben is. A részben barát-ellenség felismerőként is használható eszköz komoly képesség a modern hadszíntéren. Eddig lehetetlennek tűnő küldetések váltak mára teljesíthetővé az eszköz használatával. A MTI alapja a céltárgyról kapott információ változása. A klasszikus MTI a radartechnikában került széles körben alkalmazásra, ahol a visszavert jel Doppler-frekvenciájának változása jelzi a mozgást.

A repülőgépek fedélzetén telepített radarokkal a légi és földfelszíni mozgó céltárgyak ezen az elven szűrhetők ki a háttér statikus információi közül.

A másik – napjainkra kiforrott – technika a kép alapú mozgó cél indikálás. Ez a pixelekre felosztott képek sorozatából kiválasztja az elmozduló objektumokat és jelzi azok mozgásának irányát, sebességét.

Radarok

A függeszkedő, helyét nem változtató légi járművek – helikopter, kötött léghajó – fedélzetén telepített radarok az antenna forgatásával pásztázzák a teret. Az egyenes vonalon repülő légi járműveknél (AWACS, SENTRY, UAV) jellemzőbb az oldalra néző, szektoros letapogatású SLAR-(Side Looking Airborne Radar). A repülés közben – általában mindkét oldalra – keskeny sugárnyalábbal letapogatást végző szintetikus apertúrájú radar SAR (Synthetic Aperture Radar) jelfeldolgozó eljárása azon alapul, hogy matematikailag összegzi az egyenes vonalon mozgó radar vett impulzusainak amplitúdóját és fázisát a korábbi mintákkal.

A kapott kép repülési irányú felbontása olyan mértékben javul, mintha az alkalmazott antenna mérete a pálya irányában megnőtt volna. A leképezés felbontása tovább javítható az elektronikus és mechanikus mozgatott antenna iránykarakterisztikákkal. A hagyományos söprés helyett a „spot” üzemmódot használva a kijelölt objektumra fókuszált antennanyaláb, azt „körbe járva” arról jóval részletesebb képet szolgáltat.

³⁰ Forward Looking Infrared Radar – infravörös tartományban működő képalkotó berendezés

³¹ Night Vision System – éjjellátó rendszer

³² Moving Target Indication – mozgó cél követés



5. kép Scan Eagle UAV és a részére készült kisméretű SAR radar³³

A miniatürizálás révén, napjainkban a SAR az egyik legfontosabb szenzorrendszerek egyike a harcászati feladatokra alkalmazható katonai UAV-nek.

Átjátszó és zavaró berendezések

Mélyégi tevékenységeknél a földrajzi adottságok nem minden esetben teszik lehetővé a kapcsolatot a saját csapatok és az irányítás között – gondoljunk csak Afganisztán magas hegyeire, ahol pár kilométeren belül is jelentős szintkülönbségek léphetnek fel, vagy az iraki síkságokra, ahol a Föld görbülete, illetve a kézi eszközök nem megfelelő hatótávolsága okozhat zavarokat az összeköttetésben. Egy völgyben az ellenséges tűz alatt álló egységek számára kritikus tényező a kommunikáció. Ezen segíthet egy mozgó átjátszó állomás, amely fenntartja a kapcsolatot, sőt megnövelheti a kommunikációs távolságot az irányítás és az előretolt egységek között.

A kisméretű relé állomásokat robotrepülőgépre is lehet szerelni. Több átjátszó állomással elvileg végtelen hosszúságú kommunikációs kapcsolat építhető ki.

Vegy- és sugárfelderítő berendezések

A nukleáris és vegyi fegyverek elterjedésével nélkülözhetetlenné vált egy olyan repülő eszköz, mely emberi élet veszélyeztetése nélkül képes információt szolgáltatni a szennyezés mértékéről. Ez az eszköz nem más, mint az UAV. Felhasználása kiterjed a katonain kívül az állami szektorra is – erőmű balesetek, vegyi katasztrófák, veszélyes anyagot szállító járművek baleseténél. A miniatürizálásnak köszönhetően ma már a robotrepülőgépek is képesek hordozni ilyen mérőeszközt, így egy hagyományos repülőgép személyzetét nem kell kitenni szennyezett légkörben történő közvetlen veszélynek. A fedélzeti GPS rendszer segítségével pontosan behatárolható a szennyezés kiterjedése. Célszerű a fedélzeten elvégezni a mért eredmények azonnali feldolgozását, majd utána küldeni a földi állomás felé. A gyors adatkommunikációnak köszönhetően szinte valós időben követhető a szennyezett légtömeg mozgása, iránya.

³³ Forrás: http://images.gizmag.com/hero/9007_19030820818_5.jpg (2018.08.18)



6. kép Honeywell T-Hawk UAV által készített video felvétel a sérült Fukushimai atomerőműről³⁴

Meteorológiai szenzorok (TES)³⁵

A TES meteorológiai adatok gyűjtésére szolgál. A szenzorok légnyomás, hőmérséklet, páratartalom és szélsébség adatokat gyűjtenek. A Predatorra szerelt TES barometrikus nyomásmérőt, GPS adót, és hőmérőt is vihet magával. A földi egység 400 MHz UHF csatornán kommunikált a robotrepülővel, és egy laptopon dolgozza fel az érkező adatot. A TES 1999 után véglegesen beépült a TCS³⁶-be, így ez a képesség a harcmezőn mára mindenki számára elérhetővé vált.

Fénytechnikai berendezések

Mivel az UAV-k a légiforgalom aktív részét képezik, ezért rendelkezniük kell a vizuális azonosításhoz szükséges – a nemzetközi előírásoknak megfelelő – fedélzeti fényekkel, melyek közül az egyik legfontosabbak a navigációs fények. Ezek segítik a külső szemlélőt (egy másik légijármű pilótáját) abban, hogy képes legyen éjszaka meghatározni az adott UAV haladási irányát. A navigációs fények közé tartoznak a szárnyvégi, hátrafelé folyamatosan világító fehér fények, melyek segítik az UAV légi pozíciójának meghatározását egy hátsó légtérben repülő pilóta számára.

Az összeütközés elleni fények az UAV hossz tengelyében, a törzsszerkezet alsó és felső részére kerülnek beépítésre, melyek fehér villanófények.

A leszállófényszórók két fontos szerepet töltenek be. Éjszaka biztosítják a leszállóhely megvilágítását, nappal pedig a légijármű jobb láthatóságát/vizuális észlelhetőségét segítik elő. Elhelyezésük gépenként változó, fényük fehér színű. A repülőtereket is igénybe vevő UAV-k fontos eleme a féhéren világító gurulófények, melyek a légijármű orr részébe vannak beépítve. Feladatuk a guruló utak megvilágítása. Bizonyos esetekben bekapcsolásra kerülhetnek mind a fel- és leszállás időszakában.

³⁴ Forrás: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=rpN8VQ_UL4c (2018.08.18)

³⁵ Tactical Environmental System – harcászati környezetfigyelő rendszer

³⁶ Tactical Control System – harcászati irányító rendszer



7. kép Fire Scout UAV külső fényekkel³⁷

Műveleti körülmények között, az emberi szem számára láthatatlan infravörös fények használata a legcélszerűbb, hiszen lehetővé teszi, hogy a kezelő az éjjellátó eszközzel nem rendelkező ellenség számára rejtve hajtsa végre feladatát, miközben folyamatosan látja a többi repülőeszköz helyzetét és képes közöttük biztonságos elkülönítés fenntartására. Az infravörös külső fény speciális diódák, melyek fénye csak éjjellátó berendezéssel látható, pusztán szemmel nem, így megfelelő rejtettséget biztosít a segédeszközzel nem rendelkező ellenséggel szemben. A diódák kisméretűek és úgy tervezték őket, hogy felszerelhetők legyenek közvetlenül a repülőeszköz törzsére. Műveleti okokból fényüket általában felfelé és hátrafelé irányítják, ezáltal is csökkentve az észlelhetőség lehetőségét [7].

Egyéb biztonságot növelő berendezések

Összeütközést elkerülő rendszerek

A légtérhasználat megköveteli további fedélzeti berendezések meglétét is. Az UAV-k a repülésük során OAT vagy GAT szabályok szerinti légiforgalomban vesznek részt. Fontos repülésbiztonsági cél a veszélyes megközelítések-, illetve az UAV-k más légijárművekkel történő összeütközésének kizárása. Ezt a célt szolgálja a pilóta által vezetett légijárműveken is alkalmazott, miniatürizált TCAS berendezés³⁸.

Jegesedés gátló berendezések

A MINI UAV-knál magasabb kategóriájú drónok nagy magasságokban hajtják végre feladataikat. Ezekben a magasságokban gyakorlatilag folyamatosan fennáll a veszélye annak, hogy az eszközök jegesedési zónákba kerülnek. Mivel a törzsszerkezet jegesedése nagymértékben rontja az eszköz aerodinamikai jellemzőit, ezért azt repülésre veszélyes körülménynek kell tekinteni. A magas repülésbiztonsági kockázattal járó körülmény elkerülése érdekében az UAV-nak rendelkeznie kell jegesedés jelzővel, illetve automatikus jégtelenítő rendszerrel.

Azonosítást biztosító rendszerek

Annak érdekében, hogy az UAV a műveleti terület feletti légtérben biztonsággal hajthassa

³⁷ Forrás: http://www.shephardmedia.com/static/images/article/fire_scout_us_navy.JPG (2013. (2013.081.8))

³⁸ Traffic Alert and Collision Avoidance System – forgalmi riasztó és összeütközés elkerülő rendszer

vége feladatait, egyértelműen beazonosíthatónak kell lennie a saját erők számára. Pozitív azonosítás nélkül a földi telepítésű légvédelmi eszközök, illetve a légtér biztosításában résztvevő harcászati repülő erők ellenséges légijárműként fogják azonosítani és megsemmisítik. A pozitív azonosítás automatizált eszköze az IFF³⁹ válaszjeladó berendezés. Ennek értelmében az UAV-nek rendelkeznie kell Mode 1-2-3 (A-C-S)-4-5 IFF berendezéssel.

Önvédelmi berendezések

A műveleti alkalmazás kapcsán megkerülhetetlen az UAV önvédelmének automatizált biztosítása. Javasolt az aktív automata üzemmódon működő önvédelmi berendezések beépítése. Ezek az RWS⁴⁰, LWS⁴¹ berendezések, illetve az automatikus zavarótöltet kilövő berendezés.

Annak érdekében, hogy az adott UAV megfelelő információkat tudjon gyűjteni, illetve csapást tudjon mérni az ellenséges erőkre és eszközökre szükséges az eszköz rejtettségének biztosítása, mely két módon valósítható meg. Egyrészt az UAV külső fényei NVG kompatibilisek legyenek, másrészt – amennyiben gázturbinás légijárműről van szó –, akkor csökkenteni kell a hajtóműből kiáramló gázhőmérsékletet megfelelő berendezéssel.

Gépelhagyás utáni pilótakereső rendszer

Mivel a TACTICAL (és annál nagyobb) kategóriájú UAV-k előállítási költsége nagyon magas, ezért egy esetleges kényszerleszállást követően fontos feladat az eszköz mihamarabbi felkutatása és műszaki mentése. Annak érdekében, hogy minél hamarabb menthető legyen a légijármű (műveleti területen), opcionálisan felszerelhető fedélzeti vészjeladó berendezéssel.

A kutató-mentő műveleteket eredményesebben végrehajtására, a hadműveleti területen katapultált pilóták felkutatására olyan robotrepülőgépeket küldenek felderítésre, melyen az SRRS⁴² helyzetét kisugárzó transzponder jeleit veszik, így a keresés élőerő veszélyeztetése nélkül lehetséges. A rendszerrel szemben támasztott követelmény a kis méret, és a meglévő SAR⁴³ eszközparkjával való együttműködés.

Festés

A fedélzeti eszközök bemutatásán túl szót kell ejteni az UAV festéséről is. Figyelembe véve hogy az ellenséges erők a közepes magasságnál alacsonyabban repülő légijárműveket elsődlegesen a vizuális felderítés módszerével észlelik, ezért kiemelt jelentősége van annak, hogy milyen rejtettséget biztosít a légijármű festése. Elsődleges előírás az, hogy az UAV alsó részének árnyalata fakó/halvány színezetű legyen, hogy beleolvadhasson az ég és a légkörben lévő különböző jellegű felhőzet színárnyalataihoz.

Az UAV felső részének festése általában megegyezik az alsórésszel, mivel annak színe tulajdonképpen indifferens. Ez azért van, mert repülés folyamán az UAV-t felülről csak a harcászati repülőgépek pilótái láthatják, azonban azok olyan kifinomult radarokat alkalmaznak, melyek

³⁹ Identification Friend or Foe – barát-ellenség azonosító rendszer

⁴⁰ Radar Warning System – radarbesugárzás jelző berendezés

⁴¹ Laser Warning System – lézerbesugárzás jelző berendezés

⁴² Survivor Radio Repeater System – katapultálás utáni pilótakereső rendszer

⁴³ Search and Rescue – kutatás-mentés

már jóval a vizuális felderíthetőség előtt felderítik/azonosítják az adott pilóta nélküli légi járművet.



8. kép Álcázó festékkel ellátott amerikai Predator B UAV⁴⁴

ÖSSZEGZÉS

Áttekintve a fentiekben felsorolt fedélzeti rendszereket illetve fedélzeti eszközöket látható, hogy azok beépítése komoly törzsszerkezeti terheléssel jár. Az eszközök beépítési pontjainak minden esetben erősítettnek kell lenniük annak érdekében, hogy egy erőteljesebb földet érés hatására ne sérülhessenek. Abban az esetben, ha egy adott UAV-t fegyveres feladatra is kívánunk alkalmazni, szükség van arra, hogy a törzs kialakítása lehetővé tegye a különböző típusú fegyverek (irányított rakéta, precíziós légibomba) függeszthetőségét és alkalmazását.

Az UAV-k mind a polgári-, mind pedig a katonai alkalmazási körök kapcsán szerteágazó feladatrendszert teljesítenek. Beillesztésük a GAT és az OAT szabályok szerinti légiforgalomba – ha csak a jogi és fedélzeti felszereltségi aspektusokat tekintjük – nyilvánvalóan egyre kiterjedtebb vizsgálatot igényel.

Ahhoz hogy ezen légi járművek a repülésbiztonsági elvek betartása mellett képesek legyenek repülni, rendelkezniük kell azon fedélzeti eszközökkel/rendszerekkel, melyek a pilótás légi járműveken már kötelezően rendszeresítve vannak. A katonai alkalmazás kapcsán a nehézség abból adódik, hogy nem elég csupán a polgári JAR⁴⁵ előírásokban foglaltaknak megfelelni, hanem szem előtt kell tartani a NATO Stanag-ek⁴⁶ ajánlásait is.

Az előzőekben leírt technikai követelményrendszer alapján látható, hogy az UAV-k a szerteágazó alkalmazásuk kapcsán elég komplex felszereltségi követelményeknek kell, hogy megfeleljenek. Ezen kívül a konstrukció kialakításakor szem előtt tartani, hogy az eszköz tartósan, többször is felhasználható legyen, üzemeltetése egyszerű, javítás könnyen elvégezhető legyen.

⁴⁴ Forrás: http://www.airforce-technology.com/projects/predator-uav/images/predatorb_1.jpg (2013.08.18)

⁴⁵ Joint Aviation Regulation – légügyi rendelet

⁴⁶ NATO Stanag – North Atlantic Treaty Organisation Standardisation Agreement – NATO Egységesítési Egyezményeinek

A napjainkban divatosan használt „költséghatékonyság” kifejezés oltárán nem szabad a biztonságot feláldozni, hiszen az emberéletbe kerülhet. A legfontosabb irányelv az UAV-k esetén a repülés biztonsága!

Összességében megállapítható, hogy egy pilóta nélküli légitáncmű rendszer tervezésénél, gyártásánál sok hasonló műszaki és jogi előírást kell teljesíteni, mint a hagyományos légitáncművek kialakításánál. Fedélzeti komponensekkel kapcsolatba kijelenthető, hogy az érzékelők, szenzorok, központi vezérlő teljes kiesése nem megengedett. Az esetleges meghibásodás esetén csökkentett funkcionalitás a rendszerek részéről elfogadható. Bizonyos egységek meghibásodása esetén az egyes funkcionalitások átvehetők, átadhatók.



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 co-financing of the European Social Fund.”

A publikáció pályázat keretében a „A pilóta nélküli légitáncművek alkalmazásának légiközlekedés-biztonsági aspektusai” kiemelt kutatási terület készült.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 3/2006. (II. 2.) HM rendelet az állami repülések céljára kijelölt légterekben végrehajtott repülések szabályairól
- [2] B. BEKESI: Redundancy on Board of UAVs – Energy Systems, Proceedings of 16th International Conference. Transport Means. 2012., Kaunas: Technologija, 2012. pp. 158-161. (ISSN 1822-296 X)
- [3] Joint Air Power Competence Centre: Strategic concept of employment for unmanned aircraft systems in NATO, January 2010,
http://www.japcc.de/fileadmin/user_upload/projects/nato_flight_plan_for_uas/NATO_UAS_CONEMP_Final.pdf (2013. 08.24)
- [4] KOVÁCS GÁBOR - MAKKAY IMRE: Robotrepülőgépek hasznos terhei, Repüléstudományi Közlemények 2012. 2. szám a Repüléstudományi Konferencia 2012 különszáma 2012. április 12.,
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/75_Makkay_Imre-Kovacs_Gabor.pdf, HU ISSN 1789-770X
- [5] KUBOVICS BALÁZS – MAKKAY IMRE: Robotrepülőgépek magasságmérő rendszerei, Repüléstudományi Közlemények 2012. 2. szám a Repüléstudományi Konferencia 2012 különszáma 2012. április 12.,
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/76_Makkay_Imre-Kubovics_Balazs.pdf, HU ISSN 1789-770X
- [6] MAKKAY IMRE – PAPP TÍMEA: Robotrepülőgépek kommunikációs rendszerei, Repüléstudományi Közlemények 2012. 2. szám a Repüléstudományi Konferencia 2012 különszáma 2012. április 12.,
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/77_Makkay_Imre-Papp_Timea.pdf, HU ISSN 1789-770X
- [7] NAGY JÁNOS: Éjjellátó eszközök fedélzeti alkalmazásának kompatibilitási kérdései, Repüléstudományi Közlemények Különszám 2009, http://www.szrfk.hu/rtk/folyoirat/2009_4/2009_4_Nagy_Janos.html, (2013. 08.24)
- [8] PALIK MÁTYÁS: Pilóta nélküli légitáncmű rendszerek légi felderítésre történő alkalmazásának lehetőségei a légierő haderőnem repülőcsapatai katonai műveleteiben PhD értekezés, Budapest, 2007.
- [9] USA DOD: Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005–2030, https://www.fas.org/irp/program/collect/uav_roadmap2005.pdf

Szilvássy László¹

HARCI HELIKOPTEREK MODERNIZÁCIÓS KÉRDÉSEI²

A szerző bemutatja a harci helikopterek fegyverrendszerét, azok korszerűsítésnek lehetőségét. Bemutat egy összehasonlító eljárást, mellyel beszerzéskor és/vagy modernizáláskor szóba jöhető harci helikopterek fegyverzeti rendszeréről ad objektív, számszerű, összehasonlító eredményt. – Rámutat arra, hogy egy felfegyverzett szállító, vagy többrendeltetésű helikopter nem helyettesítheti a páncélozott harci helikoptereket.

MODERNIZATION'S QUESTIONS OF ATTACK HELICOPTERS

The author presents the weapon system of combat helicopters, plus some possibilities/alternatives to be considered when modernizing them. Presents a comparative procedure that is to be used when purchasing and/or modernizing combat helicopters, gives numerical objectives and comparative results to be also considered. Point out that an armed transport helicopter or multipurpose helicopter cannot substitute attack helicopters at all.

A Honvédségen belül a helikopterek helyzete kritikussá vált. A korábban csapatrepülő erőknél nevezett, ma támogató és biztosító feladatokat ellátó szállító és harci helikopterek helyzete egyre nagyobb problémát fog a felszínre hozni. Az egyik ezek közül, hogy mind a harci, mind a szállító helikopterek száma rendkívül kevés, finoman fogalmazva közelít a nullához. Ez a gyakorlatban akkor jelent igazán nagy gondot mikor – például egy nagyobb árvíz védekezési munkálatai, vagy egy kritikus hóhelyzetben lerepült idő után – több helikoptert üzemidős javítás, karbantartás miatt le kell állítani és alig marad eszköz, pl. a kutató-mentő szolgálat ellátására, vagy legrosszabb esetben nem lesz elegendő eszköz a feladat végrehajtására. Ebből is következik, hogy a helikopterek cseréje, vagy pótlása elodázhatatlan feladat, amely úgy tűnik, nem kapott, nem kap kellő hangsúlyt a technikai eszközök korszerűsítése során. Igaz az utóbbi időben már a napi sajtóban is foglalkoznak a kérdéssel, és úgy tűnik, hogy a politikusok és ráébredtek arra, hogy a helikopterek pótlása tovább már nem halasztható, bár kézzelfogható lépés még nem történt az ügyben.

A korszerű harci helikopterekkel szemben támasztott követelmények

Figyelembe véve az esetleges üzemidő hosszabbításokat is, a honvédségben rendszeresített harci helikopterek üzemideje a következő időszakban lejár. A harci helikopterek kivonása a rendszerből, nagyon nagy hiba lenne. Éppen ezért hazánkban is modernizációban szabad gondolkodnunk, nem pedig a kivonáson. Modernizáció nem csak a jelenleg rendszerben lévő harci helikopterek korszerűsítését és/vagy feljavítását – egy magasabb képességű típusváltozatra –, hanem új eszközök beszerzését is jelentheti. Természetesen a hiányzó eszközök pótlására a vásárlás mellett meg kell vizsgálni a lízingelés, bérlet lehetőségét is, és akár a hazai összeszerelést sem szabad figyelmen kívül hagyni.

¹ okl. mk. alezredes (PhD), egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, szilvassy.laszlo@uni-nke.hu

² Lektorálta: Dr. Békési Bertold okl. mk. alez, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, bekesi.bertold@uni-nke.hu

Felmerül a kérdés, – ha a jelenlegi helikopter állomány mellé (vagy helyett) beszerzésre kerül valamilyen más típus, vagy a jelenlegi korszerűsítésével egy modernizált változat, akkor milyen szempontok figyelembevételével történjen a kiválasztás. Ennek érdekében a tanulmány számba veszi a harci helikopterekkel szemben támasztott követelményeket.

A háborúk és fegyveres konfliktusok olyan tapasztalatokhoz juttatják a fegyver gyártókat, amelyekhez modellezett körülmények között egyáltalán nem, vagy csak nagyon nehezen juthatnak hozzá. A harci helikopterek fejlesztése, a XX. század második felére tehető. A koreai és vietnámi háborúban szerzett tapasztalatok alapján kialakult egy egységesnek tekinthető követelményrendszer a harci helikopterekkel szemben.

A háborúk és fegyveres konfliktusok tapasztalatai alapján a korszerű harci helikopterekkel szemben támasztott követelmények:

- manőver képesség – beleértve a légi harc megvívásának képességét, nem csak harci helikopterrel, szükség esetén merevszárnyú harci repülővel szemben is;
- jól variálható, különböző feladatok végrehajtására alkalmas függeszthető fegyverzet alkalmazásának lehetősége;
- korszerű avionikai jellemzők (navigációs, célzó-navigációs, kommunikációs stb.);
 - komplex önvédelmi tulajdonságok;
 - passzív páncél védelem;
 - lopakodó tulajdonságok;
 - speciális festés;
 - speciális kialakítás;
 - rejtett fegyvertér;
 - behúzható futómű³;
 - aktív védelem;
 - infracsapda kivető;
 - besugárzásjelző;
 - rádiólokátor zavaró berendezés.

A felsorolt konstrukciós tulajdonságok önmagukban, vagy akár egy komplex rendszert alkotva még nem elegendőek ahhoz, hogy egy harci helikopter maradéktalanul megfeleljen a legmagasabb követelményeknek. Ehhez az is elengedhetetlen, hogy a beépített aktív és passzív védelme, a fegyverzete és minden egyéb rendszere megbízhatóan szolgálja azt a feladatot, amire a harci helikoptert tervezték. Hiába rendelkezik egy helikopter a legkorszerűbb, nagy pontosságú fegyverekkel, ha egyéb rendszerei, berendezései, vagy szerkezeti kialakítása pl. a forgószárnyak lövésállósága, vagy a berendezések páncélvédelme stb. nem teszik lehetővé, hogy huzamosabb ideig a levegőben maradjon.

A fentebb megfogalmazottaknak megfelelően felírhatjuk a harci helikopter általános **hatékonysági kritériumát**:

³ A vietnámi háború tapasztalatai alapján a behúzható futómű jelent meg követelményként. Ma többnyire rögzített futóművet alkalmaznak a legtöbb harci helikopteren, bár itt is található kivétel. Az LHX programban behúzható futóművel tervezték a RAH-66-ost. (A szerző megjegyzése.)

$$W = \prod_{i=1}^n P_i \quad (1.)$$

ahol W – a harci helikopter hatékonysági mutatója;

P_i – elemi feltételes valószínűségek, melyek az egyes berendezések, rendszerek megbízhatóságát, a feladat végrehajtásának, a cél felderítésének stb. valószínűségét jellemzik.

Ha a fenti összefüggésben szereplő elemi feltételes valószínűség (P_i) helyére, az eredményes feladat végrehajtás szempontjából legfontosabb mutatókat helyettesítjük be, akkor a következő összefüggést kapjuk:

$$W = P_m \cdot P_t \cdot P_{mb} \quad (2.)$$

ahol P_m – csapásmérő képesség (az ellenséges cél megsemmisítésének valószínűsége);

P_t – a túlélőképesség (az eredményes önvédelem valószínűsége);

P_{mb} – a műszaki megbízhatóság (a hibamentes működés valószínűsége).

A **csapásmérő képesség**, függ a célfelderítés, a felszíni célok leküzdésének és az ellenséges helikopterekkel vívott légi harc sikeres megvívásának valószínűségétől, valamint a fedélzeti fegyverek harcászati-technikai jellemzőitől, illetve a fegyvervezérlő rendszer hatékonyságától.

A **túlélőképesség**, (az eredményes önvédelem valószínűsége) függ a passzív és aktív önvédelmi rendszerek hatékonyságától, a lopakodó (stealth) jellemzőktől és a repüléstechnikai, harcászati eljárásoktól.

A **műszaki megbízhatóság** függ az üzemeltethetőségtől, (tábori körülmények között is) a technológizáltságtól, a diagnosztizálhatóságtól, a javíthatóságtól, a javításközi üzemidőtől, a két meghibásodás közötti repült időtől.

Természetesen a felsorolt három valószínűségi értéket még tovább lehet bontani, de ez nem befolyásolja azt, hogy a harci helikopter hatékonysági mutatója egyenes arányban van a műszaki megbízhatóság, a túlélés és a cél megsemmisítésének valószínűségével. Bármelyik jellemző kiemelésével és jelentős ráfordítással történő értéknövelése esetén sem fog a teljes hatékonysági mutató olyan mértékben emelkedni, hogy az meghatározó legyen. Ennél lényegesebb mindhárom kellően magas szintre emelése. A továbbiakban a három közül csak a csapásmérő képességről lesz szó.

A felsoroltak közül számos tulajdonsággal a többfeladatú helikopterek is rendelkezhetnek, pl. Mi-172, MD-500/530, BO-105/108, SA-542M/L. Az aktív és passzív védelmi tulajdonságokkal viszont csak a kimondottan harci feladat végrehajtására tervezett és épített harci helikopterek pl. Mi-24, Mi-28, A129, AH-64, Ka-50, Ka-52, Tiger, AH-2 stb. A komplex önvédelmi tulajdonságokra a 70-es években vívott helyi háborúk tapasztalatai hívták fel a figyelmet. A korábbi felsorolásnak is megfelelően, megszületett egy általános követelmény együttes, amely az ezredforduló környékén hadrendbe állított és utána hadrendbe állítandó helikopterekre lesz jellemző. Ez alól hazánk sem lehet kivétel, nem követhetünk el olyan beszerzési hibát, amely hosszú évekre meghatározza a harci helikopterek alkalmazhatóságának indokolatlan korlátait. Ezt támasztják alá az ország katonaföldrajzi adottságai is.

A 90-es években a hadrendbe állítandó harci helikopterek létrehozására a legátfogóbb és leg-

részletesebb kutatásokat az 1983-ban létrehozott LHX⁴ program keretében az Egyesült Államokban végezték. A programban valamennyi amerikai harci helikoptergyártó cég részt vett. Az Eurocopter és az A129 fejlesztésénél is az LHX eredményeit használták fel, melyeket nem túl nehéz felfedezni az orosz Mi-28 helikopter esetében sem, sőt a Kamov Ka-50 helikopter esetében is megtalálhatjuk azokat az ismérveket, amelyeket a program felsorol.

Amennyiben az amerikai és az orosz kutatási eredményeket és fejlesztési irányokat megvizsgáljuk, arra a következtetésre juthatunk, hogy az ezredforduló után hadrendbe állítandó harci helikoptereknek a következő pontokban felsorolt tulajdonságokkal kell rendelkeznie.

Manőver tulajdonságok

Földközeli repülés során:

- $v_{y,max} \approx 10$ m/s sebességű emelkedő képességgel;
- $v_{ut} = 260\text{--}280$ km/h utazó sebességgel;
- $v_{max} = 300\text{--}310$ km/h maximális sebességgel;
- $v_{h,max} = 40\text{--}60$ km/h sebességgel hátra;
- $v_{o,max} = 30\text{--}50$ km/h sebességgel oldalra kell rendelkeznie.

Az elérhető legnagyobb magasság 4500–6000 m körül legyen, bár ennek a hazai domborzati viszonyok között nincs akkora jelentősége, de ha a NATO tagságból eredő kötelezettségeknek is eleget téve, nem szabad figyelmen kívül hagyni. A helikopter legyen alkalmas valamennyi műrepülő elem végrehajtására $n_y = (+3)\text{--}(-0,5)$ túlterhelési tartományban, valamint intenzív pedálfordulókra. A hatótávolság, normál üzemanyag feltöltéssel érje el az 700–800 km-t, póttartály (póttartályok) alkalmazásával 1200–1500 km-t, 2,5–3,5 óra repülési idővel. A légi utántölthetőség kívánatos, de általános követelményként még nem jelenik meg.

Fegyverzeti jellemzők

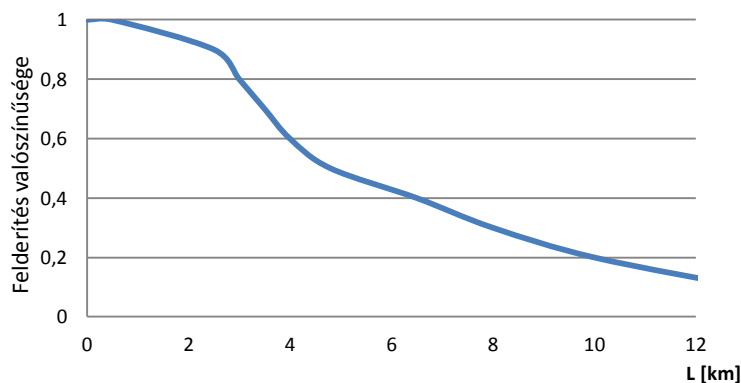
A helikopternek állandó, lőtoronyba beépített gépágyúval kell rendelkeznie. A géppuska alkalmazása a mai korszerű páncélozott eszközök ellen nem elég hatékony⁵. A lőtorony elfordulása vízszintesen érje el a $\pm 90^\circ$, függőlegesen $+10^\circ$ és -40° között legyen. A gépágyú lőszer-javaldalmazása minimálisan 500 db, de kívánatosabb az 1000 db, géppuska esetében ez a mennyiség megkétszerezhető.

Felszíni célok ellen alkalmazható nemirányítható rakétafegyverzet esetében a viszonylag nagyobb mennyiségben, úgynevezett zárótűz létrehozására, 70–80 mm űrméretű rakéták szükségesek. Ezeket rendszerint 20–30 csövű blokkokból lehet indítani. Mivel a Magyar Honvédségben kimondottan tűztámogató feladatok végrehajtására alkalmazható merevszárnyú repülőgépek nincsenek rendszeresítve, ezért lehetőség szerint a harci helikoptereknek ezt a feladatot is el kell látniuk, így a nemirányítható rakéta fegyverzettel szemben támasztott követelményeket ki kell bővíteni a nagyobb űrméretű pl. 100, 130, 240 mm-es, különböző rendeltetésű harcírüsszel ellátott rakéták alkalmazhatóságával.

⁴ LHX – Light Helicopter Experimental – könnyű, kísérleti helikopter

⁵ A hazai és a nemzetközi szakirodalomban – repülőfedélzeti tűzfegyverek esetében – 20 mm űrméretig beszélünk géppuskáról, föllette pedig gépágyúról. A 20 mm-es fegyvert már gépágyúnak tekintjük. (A szerző megjegyzése.)

Az irányítható rakétafegyverzetnek alkalmasnak kell lennie mind felszíni, mind légi célok elleni rakéták harci alkalmazására. Felszíni célok támadására lehetőség szerint különböző módon rávezethető (passzív infravörös, félaktív lézer, félaktív rádió és aktív önirányítású) rakéták alkalmazása a célszerű. Ez azért lényeges, mert a feladat és az adott harci körülmények függvényében, lehetőség legyen a legmegfelelőbb eszköz kiválasztására. Pl. álcázó füst alkalmazása során a félaktív rádió vagy az aktív rádió önirányítású rakéta a legmegfelelőbb a cél megsemmisítésére, de szélessávú, aktív rádiózavar esetén viszont nem használható. Irányítható rakéta-fegyverzettel kapcsolatban mindenképpen szükséges a légiharcban bevethető eszközök alkalmazhatósága. Ebben az esetben csak a „Tüzelj és felejtsd el!” elven működő eszközök jöhetnek számításba. Ez lényeges tulajdonság, mert az ellenséges helikopterek észlelési és azonosítási ideje kb. 5–6 másodperc 6 km-en (1. ábra). A közel légiharc rakéta repülési ideje ezen a távolságon 6–12 másodperc, ami azt jelenti, hogy félaktív rávezetés esetén a hordozó/indító helikopter felderítési valószínűsége közelít az egyhez, a megsemmisítési valószínűsége pedig az ellene alkalmazott eszköz megsemmisítési valószínűségéhez.



1. ábra A vizuális felderítés valószínűsége a távolság függvényében [1]

A korábban már említett – merevszárnyú tűztámogató repülőgépek hiánya miatt – nem hátrány, ha a beszerzésre kerülő eszköz nagyobb indítási távolságú, nagyobb megsemmisítő képességű irányítható rakéták indítására is alkalmas.

Szükséges, hogy a helikopter fedélzeti célzó-navigációs komplexuma, minden időjárási körülmények között és minden napszakban biztosítsa a helikopter bevetettségét és a fedélzeti fegyverek alkalmazhatóságát. Ehhez elengedhetetlen egy milliméteres hullámsávban működő rádiólokátor, természetesen térképező üzemmóddal, egy infravörös tartományban működő passzív érzékelő – hőpelengátor, és/vagy hőképalkotó kamera – és egy lézer távolságmérő-célmegjelölő. A látható EMH⁶ tartományában működő tv kamera meglehetősen nem szükségszerű. Az optikai rendszerek elhelyezése legcélszerűbb a fülketetön, vagy a forgószárny fölött, mert így a helikopter takarásból is képes felderítést és rávezetést végrehajtani. Mindenképpen figyelmet kell fordítani annak lehetőségére, hogy a helikopter képes legyen együttműködésre a kötelékben lévő más helikopterekkel. Ez azt jelenti, hogy a hatékony célelosztás, illetve a félaktív rakéták alkalmazása esetében, a kölcsönös célmegjelölés érdekében, a kötelék helikopterei egy automatikus rádió csatornán keresztül kommunikáljanak egymással. Azt a lehetőséget sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy

⁶ EMH – elektromágneses hullám

harci helikopter rajonként egy, úgynevezett légi vezetési pont rendszeresítése, jelentősen megnövelheti a helikopterek hatékonyságát. Nem tartozik szorosan a harci helikopterek modernizációjához, de arra is van lehetőség, hogy a szárazföldi támogatott alakulatok kötelékébe tartozó kézi, vagy más eszközön található pl. lézer megvilágító berendezés segítségével történjen a cél megjelölése. Természetesen ez csak abban az esetben lehetséges, ha az eszközök kompatibilitása biztosított. A fentebb már említett tények miatt hasznos, ha a helikopter alkalmas bombavetésre.

Passzív és aktív önvédelem

A harci helikopterek repülésüket a harctevékenység során kis magasságon, a feladat függvényében, általában a lehető legnagyobb sebességgel hajtják végre. Erre több okból is szükség van. Egyrészt: minél nagyobb a helikopter vízszintes sebessége, annál pontosabban lehet alkalmazni a nemirányítható fegyvereket, mivel nem hat rájuk olyan mértékben a helikopter vibrációja. Másrészt: a helikopter felderíthetősége annál kisebb minél kisebb magasságon és minél nagyobb sebességgel repül. A rádiólokátorok a föld közelében repülő helikoptert nehezebben tudják felderíteni, illetve a sebességből következik, hogy a domborzat takarásából hirtelen felbukkanó helikopter, ugyanolyan gyorsan el is tűnik a domborzati viszonyok miatt, így az ellenség légvédelmi eszközeinek a lehető legkisebb a ráhatása az eszközre.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy 2–3 km az a távolság, amelyen a helikopter felderíthetőségi valószínűsége kellően alacsony, viszont a fedélzeti nemirányítható fegyverek, illetve gépágyú hatékonyan 1,5–2 km távolságból alkalmazhatók. Ezért nagyon lényeges az irányítható fegyverek megléte, mert azok indítási távolsága általában 6–7 km esetenként 8–10 km-t is elérheti. A helikopter vizuális-, akusztikai-, infravörös- és rádióhullám tartományokban lehet felderíteni. Éppen ezért egy korszerű harci helikopter kialakításában mindenképpen törekedni kell a felderíthetőség csökkentésére, valamint az úgynevezett lopakodó tulajdonságok növelésére. Ezt a következő kialakításokkal, szerkezeti megoldásokkal lehet megvalósítani, így csökkentve a helikopter észlelhetőségét:

- a hajtóművek kiáramló gázainak visszahűtése a környező levegőhöz közelire, ezzel csökkentve a helikopter infravörös kisugárzását, ami nagymértékben befolyásolja a felderítési távolságot;
- a helikopter sárkányszerkezete úgynevezett lopakodó (stealth) eljárásoknak megfelelően készüljön, tartalmazzon sok kompozit anyagot, illetve rádióhullámokat elnyelő (abszorbens) vagy szétszóró bevonattal, speciális festéssel rendelkezzen. A hajtómű szívócsatorna kialakítás feleljen meg a lopakodó technológiának, a forgószárny kompozitból készüljön, a forgószárnyagy speciális bevonattal rendelkezzen. Az elektromos berendezések elektromágneses kisugárzását minimálisra kell csökkenteni;
- akusztikai felderíthetőség csökkentése érdekében nagyobb lapátszámú és alacsony fordulatszámú forgószárny, a faroklégcsavar esetében is a nagyobb lapátszámú – gyakorta 4 lapátos, X elrendezésű –, vagy „fenestron”⁷ kialakítás alkalmazása a legpraktikusabb; (A NOTAR⁸ ebben az esetben a működéséből következően nem jöhet szóba, mert löve-

⁷ fenestron: a latin fenestra ablak szóból ered. Egy csőlégcsavarként kialakított faroklégcsavar.

⁸ NOTAR: mozaikszó a NO TAIL Rotor angol szavak kezdőbetűiből, jelentése faroklégcsavar nélküli.

dék találat esetén jelentősen csökkenhet a hatásfoka, ami akár az irányíthatóság elvesztéséhez is vezethet.)

- a célzó-navigációs és a hírközlő berendezések csak a szükséges időtartamra és energiával bocsássanak ki elektromágneses hullámokat;
- vizuális felderíthetőség csökkentésére a földrajzi területnek, illetve az évszaknak megfelelő álcázó festés alkalmazása a legcélravezetőbb, valamint a pilótafülke üvegezésének, minimális fényvisszaverő képességűnek és matt színezésűnek kell lennie; a gép sziluettje a legkisebb geometriai méretű és kevésbé éles kontúrú legyen.

A helikopter túlélőképessége – itt elsősorban a harci túlélőképesség értendő – legfőképpen a teljes repülőszerkezet, elsősorban a sárkányszerkezet kialakításától függ. Ehhez elengedhetetlenül szükséges a létfontosságú elemek megkettőzése esetleg árnyékolása, valamint a hatékony páncélvédelem. A helikopter berendezéseinek elhelyezését úgy kell megválasztani, hogy a létfontosságú avionikai berendezések, a berendezés tér (terek) belső részére, eléjük pedig egy kevésbé fontos, vagy dublázott berendezés kerüljön, így biztosítva az előbbi hathatósabb védelmét. Erre mindenképpen szükség van, mert tömeg és hatékonysági okok miatt nincsen lehetőség a teljes helikopter páncélvédelmére. Viszont azokon a területeken ahol a páncélvédelem biztosított, a védelem szintjének meg kell felelni a következő általános elvárásoknak:

- a védett zónákban a páncélzatnak el kell viselnie a 23 mm-es géppágyú lövedékek közvetlen találatát;
- a pilótafülke páncélüvegezése el kell, hogy viselje a kézi lőfegyverek, maximum 12,7 – 14,5 mm-es lövedékeinek közvetlen becsapódását, valamint a 23 mm-es géppágyú lövedék repesztalálatait;
- a hajtóművek elhelyezése (kölcsonös helyzete) olyan legyen, hogy egyetlen találattal ne lehessen üzemképtelenné tenni mindkettőt;
- a forgószárny lapátok szintén nagy lövésállóságúak legyenek, aminek a szálerősítésű, kompozit anyagok felelnek meg a legjobban.⁹

A mai korszerű helikopterek – itt nem csak a harci helikopterek értendők – aktív és passzív önvédelme biztosítja az avionikai eszközök, elsősorban a kommunikációs és a célzó-navigációs komplexumba tartozó eszközök zavarvédeltségét. Ehhez elengedhetetlenül szükségesek a különböző besugárzásjelző berendezések, melyek közül a korszerűbbek az ellenség eszközei által kisugárzott EMH hullámhosszától és jellegétől függően figyelmeztethetik a helikoptervezetőt az eszköz veszélyességi szintjére. Például: lokátor felderítő üzemmódban kevésbé veszélyes szintet jelent, mint ugyanez a lokátor célkövetési, vagy rakéta rávezetési üzemmódban. Szükség esetén legyen lehetőség valamilyen ellentévekenység végrehajtására pl.: infracsapda, vagy dipólkivetésre.

A túlélőképességhez hozzátartozik a tűz és robbanás megelőzése is. A helikopternek rendelkeznie kell hajtóműtérbe beépített, automatikusan működő tűzoltó-berendezéssel. Célszerű, ha a robbanás elkerülése érdekében az üzemanyag tartályok túlnyomásos rendszere semleges gáz befúvással működik, illetve a tartályok valamilyen rugalmas, esetleg „önforrasztó” anyagból készülnek, melyek találat esetén minimálisra csökkentik az üzemanyag elfolyást.

⁹ A kompozit anyagból készült forgószárny a rádióhullámok visszaverődése szempontjából is előnyös, csökkenti az effektív visszaverő felületét a helikopternek.

A helikopternek mind a hajtóművét, mind pedig az avionikai berendezéseit konstrukciósan fel kell készíteni különböző földrajzi helyeken, bármilyen időjárási viszonyok között történő üzemeltetésre. Ennek megfelelően a hajtóműve rendelkezzen por elleni védelemmel, illetve hatékony hűtőrendszerrel, valamint az egyik hajtómű üzemképtelenné válása esetén legyen képes folytatni a repülést és biztonságban leszállni. Ebből következik, hogy repülésbiztonsági szempontból mindenképpen a kéthajtóműves változatot kell előnyben részesíteni. Mind a helikopter, mind pedig a személyzet túlélőképessége érdekében fontos, hogy a helikopter fülkéje hermetizált legyen az ABV¹⁰ fegyverek elleni védelem érdekében, ami természetesen együtt jár a túlnyomásos fülke kialakításával, klimatizálásával, ami a személyzet komfortérzetét növeli és így nagymértékben befolyásolja a harci feladat végrehajtásának minőségét.

A harci helikopter passzív védelméhez hozzátartozik kényszerleszállás elviselése is. Bár sok esetben nem beszélhetünk leszállásról, inkább a becsapódás következményeinek csökkentéséről. Konstrukciósan a helikopter futóműve olyan kialakítású legyen, hogy 5–6 m/s sebességű becsapódást még roncsolódás nélkül viseljen el. Erre legjobban a hosszúlökötű, karos, nem behúzható futómű felel meg. A futómű speciális kialakítása mellett lényeges még a személyzet részére speciális energiaelnyelő ülések kialakítása, valamint a fülke alsó részének energiaelnyelő zónákkal történő ellátása. Az eddig felsoroltak alapján a helikopter 12 m/s-os sebességig történő becsapódása esetén biztosítva legyen a személyzet túlélése.

A harci helikopterek túlélőképességét nem csak az a passzív védelem befolyásolja, amelyik a már felderített helikoptert megvédi a találatok esetén, illetve a már találatot kapott helikopter esetében biztosítja a személyzet túlélését, hanem a helikopter olyan speciális kialakítása, amely csökkenti a felderítés lehetőségét. Ezt befolyásolja a helikopter geometriai mérete és egyéb konstrukciós kialakítása is. A 2. ábrán látható, hogy különböző felderítő eszközökkel, beleértve az emberi érzékszerveket is, milyen felderíthetőségi lehetőségei vannak bizonyos típusú helikoptereknek. Az ábra a RAH–66 „Comanche” harci helikopter lehetőségeit hivatott bizonyítani. A helikopter fejlesztését törölték, még 2004 februárjában.

A felderítés típusa	OH-58D	RAH-66	AH-64
Rádió 10 GHz-es tartományban a helikopter szemből közeledik	 263X 32X	 X	 663X
Infravörös a Stinger rakéta infravörös célkoordinátortól véve alapul, a helikopter oldalnézetből, a Nap sugárzása kiküszöbölve	 1.15X	 X	 2.75X
Akustikus mérsékelt környezeti zajjal számolva, a helikopter szemből közeledik	 1.1X	 X	 1.6X
Vizuális szabad szemmel, terep háttérrel	 1.2X	 X	 1.8X

2. ábra A RAH–66 helikopter felderíthetősége [1]

¹⁰ ABV – atom-, biológia- és vegyi fegyverek

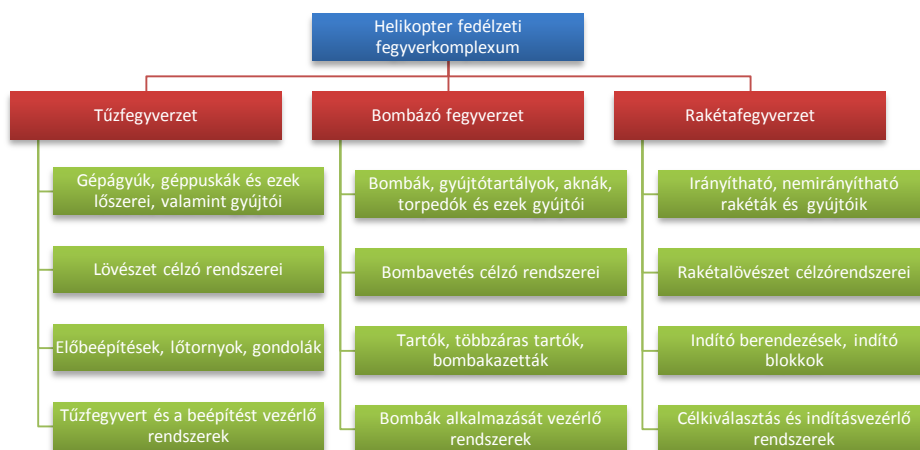
A 2. ábrából vizuálisan is kiderül mindaz, ami az amerikai LHX program célja volt. Egy olyan korszerű, nehezen felderíthető helikopter megalkotása, amelyik paramétereiben felülmúlja a korábbiakat és ezzel olyan potenciális előnyhöz jut, amellyel azok nem rendelkeztek. Az összehasonlításban ha a RAH-66 „Comanche” helikopter jelenti az egy egységet és a következő feltételek és eszközök esetében történik a felderítést:

- rádiólokátor: 10 GHz-es frekvencia tartományban, a helikopter szemből közeledik;
- infravörös: a Stinger rakéta infravörös célkoordinátorát véve alapul, a helikopter oldalnézeti sziluettjét vizsgálva és elhanyagolva a Nap sugárzását;
- akusztikus: mérsékelt környezeti zajjal számolva, a helikopter szemből közeledik;
- vizuális: szabad szemmel, terepháttérrel.

Az ábrán található számok önmagukért beszélnek. Más típusú helikopterekről nem található hasonló összehasonlítás. Ennek több oka is lehet. Egyrészt, a gyártók féltve őrzött titka, mert például nem túl jók a helikopter hasonló paraméterei. Másrészt, nem végeztek hasonló kísérleteket és így nem rendelkeznek információval. Azonban ismerve a Mi-28 és Mi-24 harci helikopterek geometriai méretét és a tervezés/gyártás során alkalmazott álcázó festéseket valószínűsíthető, hogy a viszonyítási számok hasonlóak, vagy még magasabbak – Mi-24 esetében – lennének, mint pl. az AH-64-esé [1].

HARCI HELIKOPTER FEDÉLZETI FEGYVEREI

A harci helikopter fedélzeti fegyverkomplexum egy igen bonyolult, összetett rendszer. Felépítésének, blokkvázlata a 3. ábrán látható. A fegyverkomplexumba beletartozik minden, ami a fedélzeti fegyverek megsemmisítő eszközeinek célba jutását segíti és biztosítja. Ilyen például a szárnyalatti tartó, vagy a rakétaindító berendezése, de ide soroljuk a földi kiszolgáló és ellenőrző berendezéseket, melyekkel a fegyver komplexum, vagy annak elemeinek működését lehet ellenőrizni.



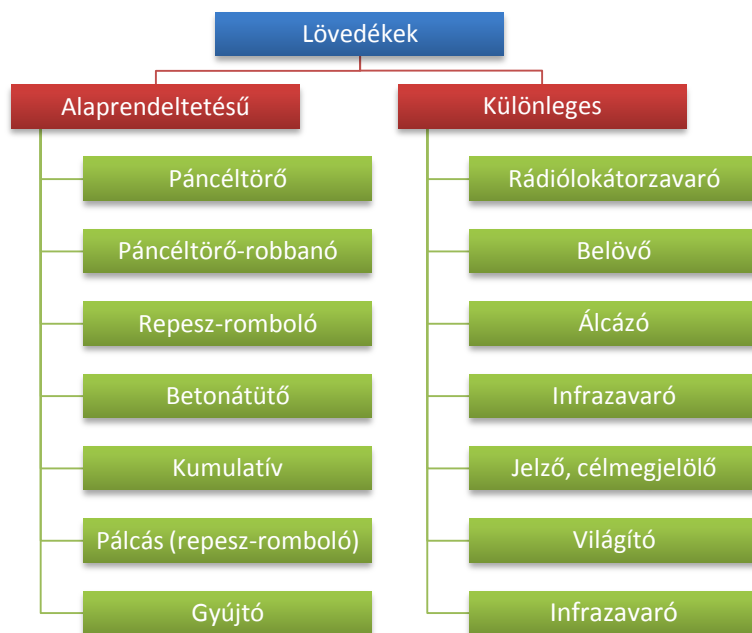
3. ábra A helikopter fedélzeti fegyverzet komplexum [1]

Ahhoz, hogy a repülőfedélzeti fegyvereket összehasonlíthassuk, szükség van azok működésének, hatásmechanizmusának ismeretére. Mivel a harci helikoptereket zárt páncélos kötelékek megbontására hozták létre, így a fegyverzetük elsősorban ezen eszközök megsemmisítésére alkalmas.

A lövedékek hatása a célra

A harci helikopterek alapvető feladatai közé tartozik a szárazföldi csapatok, objektumok támadása. A kívánt megsemmisítő hatást a különböző hatásmechanizmusú lövedékekkel érhetjük el. A fedélzeti fegyverek lövedékeit a célra gyakorolt hatásuk, alapján a 4. ábra szerint csoportosíthatjuk.

A harci helikopterek feladata a zárt páncélos kötelékek támadása is, ezért lényeges a lövedékek hatásának vizsgálatakor a páncéltörő képességet vizsgálni. Páncéltörő, vagy páncélatütő képességről a hagyományos, tömör úgynevezett páncéltörő maggal ellátott vagy a kumulatív lövedékek esetében beszélhetünk.



4. ábra Repülőfedélzeti lőszerek rendeltetés szerinti felosztása [1]

A szovjet-orosz és a nyugati gyártású lőszerek rendeltetés szerinti elnevezése sok hasonlóságot mutat, bár a szóhasználatuk nagyban eltér egymástól és ennek következtében a rövidítések is, de a működési mechanizmusuk teljesen azonos [1][2].

Fedélzeti tűzfegyverek

Helikopter fedélzeti tűzfegyverekről általában

A fedélzeti tűzfegyver fogalma alatt a géppuskák és a gépágyúk értendők. Magyar nyelvű szabályzatokban is használatos ez a kifejezés, de pl. orosz nyelvű leírásokban, jegyzetekben gyakrabban fordul elő¹¹. Repülőfedélzeti tűzfegyverek az ellenséges földi és légi célok megsemmisítésére, harcképtelenné tételére szolgálnak, amit a lövedék páncéltörő, repesz, romboló, gyújtó stb. hatásával érnek el.

¹¹ A szerző szükségesnek tartja a használatát, mert ha fedélzeti lőfegyverbe beletartozik a nemirányítható rakéta is, így lehetőség van szűkíteni, konkretizálni, hogy a repülőfedélzetre beépített géppuskáról, gépágyúról vagy más lőfegyverről pl. nemirányítható rakétáról van szó.

A mai korszerű repülőfedélzeti tűzfegyvereknek a következő követelményeknek kell megfelelni:

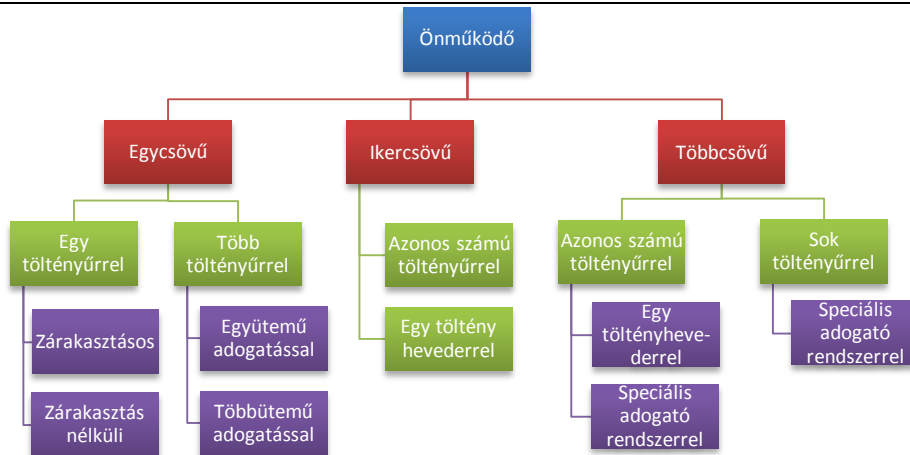
- nagy tűzgyorsaság. Erre azért van szükség, mert manőverező légi harcban nagyon rövid ideig tartózkodik az ellenséges cél a gépágyú, vagy géppuska tüzelési zónájában;
- nagy lövedék kezdősebesség. Ez két okból fontos. Az egyik az, hogy a lövedék mozgási energiája, így a páncéltörő képessége nagymértékben függ a lövedék sebességétől. A másik pedig a lövedék repülési ideje nagymértékben befolyásolja – elsősorban mozgó célok esetén – a találati valószínűséget, így a hatásosságot is;
- kis tömeg és kis méretek. Ez azért fontos, mert így növekedhet a repülő egyéb hasznos terhelése, növelhető az üzemanyag, illetve a megsemmisítő eszköz mennyisége;
- magas fokú automatizáltság és üzembiztos működés. Mivel távműködtetésű fegyverekről van szó, így nincs lehetőség a légi üzemeltetés során az esetleges akadályok, hibák elhárítására. A repülő manőverezése során a különböző irányú és erősségű túlterhelések a fegyver alkatrészeire is hatnak, így erősen befolyásolják annak működését;
- az ismételt harci feladatra történő gyors előkészítés.

A felsorolt követelményeket egyformán magas szinten teljesíteni nem lehet, éppen ezért meg kell találni azt az optimális összhangot, ami illeszkedik a repülő rendeltetéséhez és így biztosítja a harc feladatok végrehajtását. Erre nagyon jó példák a harci helikopterek, mert a rendszeresített fedélzeti fegyverek esetében a nagy tűzgyorsaság nem elsődleges szempont, viszont helyette előtérbe kerül a hatásos lőtávolság. Például a Mi-28, Ka-50 és AH-64 helikopterek fedélzeti fegyverei, ahol a löfegyver tűzgyorsasága nem éri el az 1000 lövés/percet, viszont a hatásos lőtávolság 3000 m. Összehasonlításként ezek az adatok egy vadászpilóta repülő fegyvere esetében a következők: tűzgyorsaság 1500–1800 lövés/perc, hatásos lőtávolság max. 1800–1900 m.

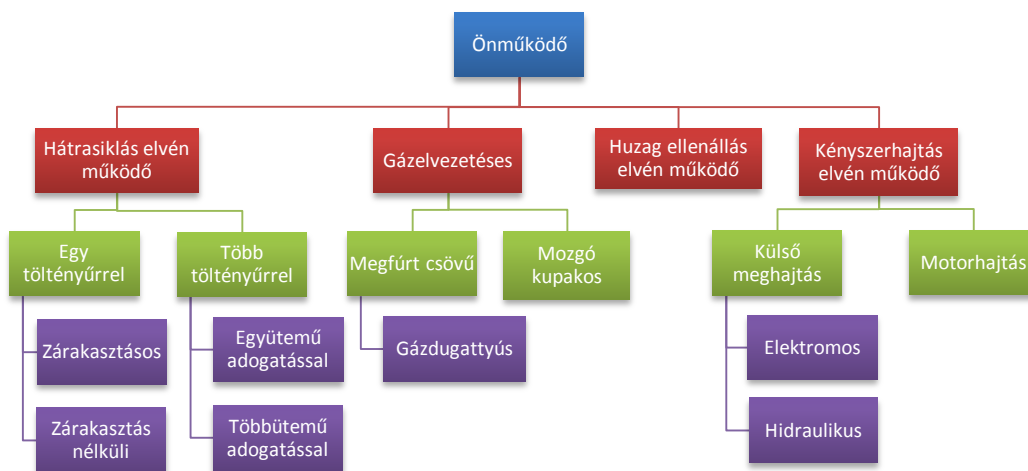
A repülő fedélzeti tűzfegyvereket a következő harcászati-technikai adatokkal szokás jellemezni:

- űrméret d [mm];
- löfegyver tömege M [kg];
- lövedék tömege m [kg];
- tűzgyorsaság n [lövés/perc];
- élettartam N [lövészám];
- hatásos lőtávolság l [m];
- hátralökési erő K_m [N].

A fedélzeti löfegyvereket, működési elvük alapján két szempont szerint szokás csoportosítani. Az egyik esetben az újratöltés művelete (5. ábra), a másikon pedig a meghajtás elve szerint (6. ábra).



5. ábra Repülőfedélzeti tűzfegyverek felosztása az újratöltés művelete szerint [1]



6. ábra Repülőfedélzeti tűzfegyverek felosztása a meghajtás elve szerint [1]

A harci helikopterek többségénél van beépített gépágyú, vagy géppuska. Az összehasonlításban szereplő Mi-24D, V típus rendelkezik géppuskával. A különbséget inkább a lőfegyverek működési elve és a torony irányításában kell keresni. A régebbi típusokon a lőtornyot az operátor vagy fegyverkezelő irányította, valamilyen követő hajtás segítségével. A mai korszerű harci helikoptereknél ezt már nem csak az operátor teheti meg, hanem a helikoptervezető is, mégpedig mindketten sisakcélzó segítségével [1].

A fedélzeti beépített tűzfegyverek páncéltörő képessége számokban

A szerző a doktori dolgozatában számításokat végezett néhány harci helikopteren rendszerben lévő gépágyú, illetve géppuska páncélatütő képességével kapcsolatban. A következő típusok harcászati-technikai jellemzői alapján végezte el a számítást:

- JakB-12,7 – a Mi-24D és Mi-24V helikopterek 12,7 mm-es, 4 csővű, Gatling rendszerű beépített fedélzeti géppuskája;
- OM197B – Otto Malera 197B, az A129 harci helikopter 20 mm-es, 3 csővű beépített, Gatling rendszerű fedélzeti gépágyúja;
- GS-23 – a Mi-24VM harci helikopter ikercsővű, 23 mm-es, Gast rendszerű gépágyúja,

valamint függeszthető géppágyú konténerben (UPK–23–250), minden orosz helikopterre;

- S–30 2A42 – a Mi–28, Mi–28N, Ka–50, Ka–52 harci helikopterek egycsővű, rövid csőhátrasiklásos, 30 mm-es géppágyúja;
- GIAT–30M781 – az Eurocopter „Tiger” HAP változatának beépített egycsővű, 7 töltényű, revolver elrendezésű, 30 mm-es fedélzeti géppágyúja;
- M230 – teljes néven MHDC M230 „Chain Gun”, az AH–64 harci helikopter típus család egycsővű, rövid csőhátrasiklásos, 30 mm-es géppágyúja;
- GS–2–30 – a Mi–24P harci helikopter beépített ikercsővű 30 mm-es, Gast rendszerű, géppágyúja.

Az elméleti tanulmányok során, a repülőműszaki jegyzetekben a páncéltörő hatás vizsgálatánál egy adott vastagságú páncél átütéséhez szükséges sebességet határozzák meg [2]. Az összefüggést¹² megfordítva konkrét fegyverek esetében meghatározható a maximálisan átüthető páncél vastagsága.

$$b = \sqrt[0,7]{\frac{v_c \cdot m^{0,5} \cdot \sin \theta_c}{K \cdot d^{0,75}}} \quad (3.)$$

A számítás során a K három értéket vehet fel: $K_1=1600$, $K_2=2000$, $K_3=3000$, mivel K a páncél és a lövedék tulajdonságaitól függő együttható számértéke homogén páncélra 1600–2000, heterogén pedig 2000–3000 [1].

A számítás a következő egyszerűsítések bevezetése esetén teljesül:

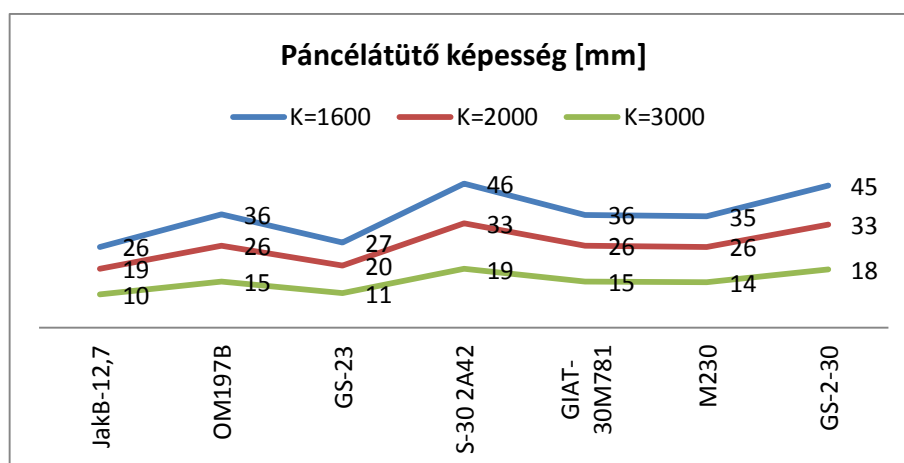
- a helikopterek azonos repülési sebesség mellett hajtják végre a lövészetet, így a lövedék kezdősebessége egyenlő a csőtorkolati sebességgel;
- ugyanolyan távolságra hajtják végre a lövészetet;
- a cél tárgy ugyanaz a páncélozott harcjármű, valamint a fegyverek páncéltörő löszere egyforma típusú és keménységű lövedékkel rendelkezik;
- a becsapódási szög minden esetben θ_c -t 90° ;
- azonos ballisztikai jellemzővel rendelkeznek a lövedékek;
- mivel a lövedékek konkrét ballisztikai jellemzőit nem adják meg a gyártók, így a lövedék valós becsapódási sebessége az adott távolságra nem számítható ki pontosan, a becsapódási sebesség egyformán a kezdősebesség 70%-nak vehető; $v_c=v_0 \cdot 0,7$;

¹² KAKULA János Robbanóanyagok és a robbanás hatásai, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1990, pp. 109–110. oldal

Típus/ adat		JakB-12,7	OM197B	GS-23	S-30 2A42	GIAT-30M7 81	M230	GS-2-30
θ_c	°	90						
d	mm	12,7	20	23	30	30	30	30
v_c	m/s	960	1036	815	960	1024	792	940
K		1600 2000 3000	1600 2000 3000	1600 2000 3000	1600 2000 3000	1600 2000 3000	1600 2000 3000	1600 2000 3000
m	g	48	130	230	390	244	400	400
b	mm	26 19 10	36 26 15	27 20 11	46 33 19	36 26 15	35 26 14	45 33 18

1. táblázat Néhány helikopter fedélzeti fegyver páncélatütő képességének összehasonlítása [1]

A számítás eredményeit az 1. táblázat tartalmazza. Az eredményekből készített grafikont (7. ábra) elemezve, megállapítható, hogy bármennyire is korszerű a harci helikopterek fedélzetére beépített gépágyú (géppuska), a páncéltörő képessége mindegyiknek erősen korlátozott. Az eredményekből látszik, hogy a legnagyobb tömegű, relatíve nagy kezdősebességű gépágyú lövedék is csak 46 mm körüli páncél átütésére képes. Ilyen páncélzattal a partra szállító, vagy csapat szállító harcjárművek is rendelkezhetnek.



7. ábra A harci helikopter fedélzeti löfegyvereinek páncélatütő képessége [1]**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**

Egy adat a számítás eredményének alátámasztásához. Orosz leírások szerint az S-30 (2A42) gépágyú páncélatütő képessége 1500 m-en 60°-os becsapódás és nagy keménységű (K=3000) páncél esetén 15 mm.

Az eredményekből az is megállapítható, hogy ezek a fedélzeti fegyverek hatékonyan alkalmazhatók nem vagy gyengén páncélozott gépjárművek, gépjárműoszlopok, repülőtéren elhelyezkedő bármilyen repülőeszköz támadására, illetve légi harcra szállító helikopterek, harci helikopterek, illetve korlátozottan harcászati repülőeszközök ellen, melynek „csak” a hatásos lőtávolsága szab határt, ami egyik fegyver esetében sem haladja meg a 3000 m-t (1. táblázat). Éppen ezért elengedhetetlen a drágább, de nagyobb lőtávolsággal és páncélatütő képességgel rendelkező kumulatív nemirányítható és irányítható rakéták alkalmazása.

Az eredményekből az is megállapítható, hogy a **felfegyverzett többfeladatú helikopterek**, pl.

Mi-172, BO-105/108, SA-542M/L, **mivel nem rendelkeznek páncélzattal**, bizonyos feladatokat, pl. behatolás az ellenséges területekre, vagy légvédelmi eszközök támadása, vagy légi harc megvívása harci helikopterekkel **nem képesek hatékonyan ellátni**, mert a túlélési valószínűségük (P_t) (lásd 1. egyenlet) messze alulmarad a harci helikopterek ugyanezen jellemzőénél.

Nemirányítható rakétafegyverzet

A harci helikopterek fedélzetén számos nemirányítható rakétatípus megtalálható. Ezeket a rakétákat különböző feladatok végrehajtására fejlesztették ki, mint például nem vagy gyengén páncélozott eszközök, csapatösszevonások támadása, páncélozott eszközök támadása, közepes vasbeton objektumok, harcálláspontok rombolása, álcázó füst létrehozása, valamint passzív rádiózavar létesítése.

A rendszeresített típusok leggyakrabban előforduló harci részei:

- **kumulatív**: kumulatív töltettel szerelt. Páncélozott objektumok, harcjárművek ellen alkalmazható;
- **kumulatív-repesz**: kumulatív töltettel szerelt, amire kívülről repeszhatást növelő, kiegészítő burkolatot, vagy gyűrűket szerelnek;
- **romboló**: romboló hatású töltettel szerelt, ami a robbanóanyag romboló vagy más néven fugász¹³ hatását alkalmazza a célok megsemmisítésére;
- **repesz-romboló**: romboló töltettel szerelt, amire kívülről repeszhatást növelő, kiegészítő burkolatot, vagy gyűrűket szerelnek, vagy a töltet köpenye olyan kialakítású, hogy elősegíti a repeszhatás kialakulását;
- **világító**: világító pirotechnikai eleggyel szerelt töltetet tartalmaz. Alkalmazható felderítéskor vagy célmegjelölésre;
- **füstképző**: füstképző pirotechnikai eleggyel szerelt töltetet tartalmaz. Alkalmazható az ellenséges csapatok pl. tüzéség vizuális felderítésének zavarására, saját csapatok tevékenységének álcázására, vagy színes változatban cél- vagy deszant területek, leszállóhelyek, repülési útvonalak megjelölésére;
- **infravörös**: nagy hőmérsékleten világító, általában alumínium-magnézium keveréket tartalmazó töltettel szerelt. Infratechnikai felderítő eszközök zavarására alkalmazható;
- **kazettás**: több kisméretű töltetet, vagy speciális kialakítású harcírész tartalmaz;
- **rádiólokátor zavaró**: speciális rádiólokátor zavaró töltettel szerelt, ami nagyon vékony fém csíkokat ún. dipólokat (vékony fém szalag) tartalmaz;
- **betonátütő**: megerősített acél vagy kemény fém orr résszel rendelkezik, hogy a vasbeton építményeket pl. hidakat, harcálláspontokat kellő hatékonysággal rombolja;
- **tandem kumulatív**: kettős kumulatív hatású harcírész, melyet a kiegészítő páncélzattal rendelkező harcjárművek megsemmisítésére hoztak létre.

Az orosz Sz-5 és Sz-8, valamint a Hydra-70 típust több ország is gyártja licenc alapján különböző harci részekkel. Számos változatuk van és jelölésük is különböző lehet, így valamennyi

¹³ Fugász hatás – a robbanó anyagok romboló képessége a robbanás során kialakult lökéshullám segítségével. Szokás még a robbanóanyag munkavégző képességének is nevezni.

típus felsorolása terjedelmi okok miatt nem lehetséges.

Az 8. ábrán a Hydra-70, az 9. ábrán pedig az Sz-8 változatai láthatók.



8. ábra A Hydra-70 rakéta néhány típusa [1]

A leggyakoribb típusok:

- M261 kazettás, 9 db M73 repesz harcírészsel;
- M267 az M261 gyakorló változata, 3 db M75 gyakorló harcírészsel;
- M264 füstképző, vörös színű;
- M247 kumulatív-repesz;
- M255A1 repesz-romboló, 2500 db 1,8 g-os előre gyártott repeszelemmel;
- M257 világító, fékernyővel szerelt töltettel;
- M278 infravörös, fékernyővel szerelt töltettel;
- M229 nagy hatóerejű, repesz;
- M151 nagy hatóerejű, romboló;
- WTU-1/B gyakorló, súly makett;
- M274 az M151 gyakorló változata, füstjelző töltettel;



9. ábra Az Sz-8 rakéta néhány típusa [1][4]**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**

A leggyakoribb típusok:

- Sz-8P (Sz-8PM) rádiólokátor zavaró;
- Sz-8B (Sz-8BM) betonátütő;

- Sz-8KO (Sz-8KOM) kumulatív-repesz,
- Sz-8T tandem kumulatív;
- Sz-8D (Sz-8DM) nagy hatóerejű romboló;
- Sz-8DF nagy hatóerejű repesz-romboló;
- Sz-8C (Sz-8CM) repesz-romboló.

Egy-egy típus családon belül a rakéta hajtóműve leggyakrabban azonos, de az Sz-8-as változat rendelkezik egy speciális pompázs¹⁴ hatást csökkentő hajtóművel. Ezt azokhoz a repülőeszközhöz fejlesztették ki, melyeknél a rakétaindító berendezése közel esik a repülő szívócsatornájához. Előfordul még növelt hatótávolságú rakétahajtómű is.

A harcfelelő végrehajtása során rendszerint néhány darabból (10–20 db) álló sorozatokat alkalmaznak, mert a rakéta viszonylag nagy szórásképpel rendelkezik. A tanulmány részletesen nem vizsgálja ezen az eszközök a hatékonyságát, mert működésüket, alkalmazási területüket, találati pontosságukat tekintve egyik gyártó rakétája sem tér el jelentősen a másiktól, így beszerzésük során elsősorban az egy helikopterre maximálisan függeszthető mennyiség a meghatározó.

A nemirányítható rakéták indító berendezései műszaki tartalomban jelentősen nem térnek el egymástól. Ami különbség mutatkozik közöttük az indító csövek száma. Az orosz eszközök – az Sz-5 rakéta esetében – 16 vagy 32 – az Sz-8 esetében pedig 20, míg a nyugati Hydra rakétához gyártott eszközök 7, 12, 19 indító csővel rendelkeznek. A 2. táblázatban szereplő harci helikopterekre függeszthető nemirányítható rakéta blokkok és nemirányítható rakéták adatai találhatóak. Csak az elsődleges változatok találhatók a táblázatban, az egyes országokban rendszeresített típusok ettől eltérhetnek.

Jellemzők/Típus	Mi-24D/V	Mi-24V/P	Mi-24VP/VM	Mi-28	Ka-50	AH-64(D)	AH-2	Eurocopter PAH-2 /HAC/HAP	A129 International, CBT, T129
Max. NIR indító blokkok száma	4	4	2	2	4	4	4	4	4
NIR cső/blokk	16/32	20				7/19		7/12/19	
Blokk típusa	UB-16-57 UB-32A-24	B8V-20				M260 M261		HL-7-70, HL-12-70, HL-19-70	
NIR ürmérete [mm]	57	80				70			
NIR max. darab- száma	64/128	80	40	80	28/76		28/48/76		
Típusa	Sz-5*	SZ-8**				Hydra-70**, SNEB***			
Indítási távolság	2000	1300-4000 m				~3000-4000 m			
*Az Sz-5 nemirányítható rakéta típusa egy-két kivétellel megegyeznek az Sz-8 rakéta típusaival. ** A típusokat lásd fentebb. *** SNEB Siciete Nouvelle des Etablissements Edgar Brandt - francia rakéta, a Hydra európai megfelelője									

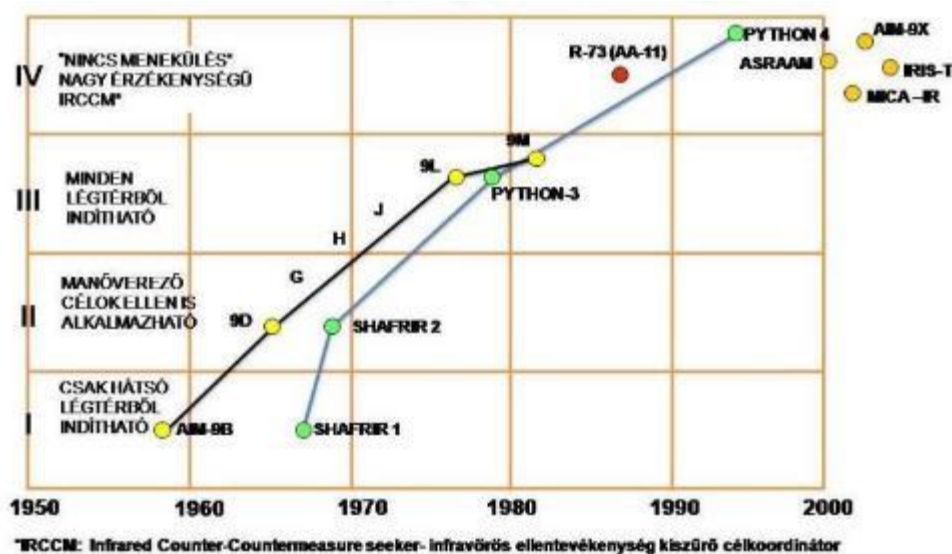
2. táblázat Nemirányítható rakéták (NIR) adatai

¹⁴ rakéta indításkor fellépő, oxigén hiányból keletkező hajtómű leállás

Az irányítható rakétákról általában

A tanulmányban a szerző elsősorban a harci helikopterek összehasonlító elemzésével foglalkozom, a fedélzeti fegyverek szempontjából. A harci helikopterek irányítható rakétáinak áttekintéséhez először a repülő eszközök fedélzetén alkalmazható rakétákat szükséges megvizsgálni. A vizsgálat alapvetően az irányítási módozatok alapján épül fel, mert itt jelentkezik a legnagyobb különbség pl. egy vadászpilóta és egy harci helikopter között.

A világháború után nagy erővel kezdték fejleszteni az irányítható rakétákat. A technikai forradalom, elsősorban az elektronika, rádiólokáció, infravörös és félvezető technika, valamint a gyártástechnológia fejlődése lehetővé tették, hogy az 50-es évek végére olyan rakétatechnika álljon rendelkezésre, mely a légiharc megvívásának alapvető eszköze lett.



10. ábra Rövid hatótávolságú légiharc rakéták fejlődése [1][5]

A korai rakétákra az volt a jellemző, hogy nem vagy gyengén manőverező légi célok megsemmisítésére tervezték. Alkalmazási magasságuk maximálisan 15–18 km, míg indítási távolságuk 5–12 km lehetett. Kis túlterhelések elviselésére voltak képesek, indításuk, kizárólag hátsó légtérből történhetett, kis rákurzus¹⁶ esetén. Az 50-es, 60-as évek helyi háborúinak tapasztalatai bizonyították, hogy az ilyen paraméterekkel rendelkező rakéták alkalmazási lehetősége igen kicsi és a célmegsemmisítés valószínűsége nagyon alacsony. Már a 70-es, 80-as években rendszerbeállított rakéták

¹⁵ Az ábrán a következő légiharc rakéta típusok találhatók:

- AIM-9B, D, G, H, J, L, M, X „Sidewinder” az USA egyik legelterjedtebb közel légiharc rakétája
- SHAFRIR 1, 2, Python-3, -4 izraeli fejlesztésű közel légiharc rakéta
- R-73 (AA-11) szovjet-országi közel légiharc rakéta, többek között a MiG-29 rakétája **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**
- ASRAAM – AIM-132 – Advanced Short Range Air-to-Air Missile – „fejlett rövid hatótávolságú levegő-levegő rakéta” közel légiharc rakéta
- IRIS-T német-svéd-olasz közös fejlesztésű közel légiharc rakéta
- MICA-IR francia fejlesztésű közel légiharc rakéta

¹⁶ „A cél rákurzusának nevezzük a cél haladási iránya és az irányzóvonal által bezárt szöveget, a cél irányszögként is használatos.”

harcászat-technikai adatai is többszörösen felülmúlták a korai fejlesztésű eszközökét, nem is beszélve arról, hogy a 80-as években már az első IV. generációs (10. ábra) légiharc rakéta hadrend-beállítása is megtörtént. Napjainkban III. és IV. generációs rakéták szolgálnak a legtöbb légierőben, de a tervezőasztalokon és kísérleti laboratóriumban már az V. generációs rakétákat is fejlesztenek.

Az irányítható rakéták fejlődésével a nemirányítható rakéták sem veszítették el harcászati jelentőségüket, ugyanis a kisméretű földi célok, tankok, páncélozott szállító járművek megsemmisítésére sokkal hatékonyabbak és gazdaságosabb eszközök, mint a légibombák vagy az irányítható rakéták. Az indító berendezések korszerűsödésével nagyobb mennyiség is függeszthető belőle a repülőeszközre, mellyel a harci helikopterek jelentőségét sikerült erősíteni a 60-as 70-es években. Ugyan ebben az időben a légiharc rakéták módosításával elkészültek az első „levegő-föld” rakéták is, melyek az irányítási rendszer pontatlansága miatt nagy tömegű harci résszel rendelkeztek és indítási távolságuk is kicsi volt. A fejlesztések során az irányító rendszerek korszerűsödésével egyre nagyobb távolságról lehetett ezeket az eszközöket alkalmazni és megjelentek az első irányítható páncéltörő rakéták, melyekkel a páncélozott eszközöket 4–5 km-ről is meg lehetett semmisíteni. Az utóbbi a harci helikopterek gyors fejlődésével együtt ugrásszerűen korszerűsödött és világszerte elterjedt.

Az irányítható rakéták csoportosítása

A fedélzeti rakétákat a hordozó eszköz és a cél elhelyezkedése alapján a következő két nagy csoportba lehet besorolni:

- levegő-felszín vagy levegő-föld;
- levegő-levegő vagy légiharc¹⁷.

Ez a csoportosítás azonban csak a rakéta rendeltetésére utal, részletesebb adatok megismerését nem teszi lehetővé.

Az irányító rendszer típusa szerint megkülönböztetünk:

- távirányítású;
- önirányítású;
- programirányítású;
- kombinált irányítású rendszereket.

A **távirányítású rendszerekben** az irányító jel a rakétán kívül (pl.: a rávezető állomáson, ami a helikopter vagy repülőgép fedélzetén található) jön létre. Ezt parancsjel formájában érzékeli a rakéta fedélzetén található irányító rendszer és működésbe jönnek a kormányok, ami a röppálya módosulását eredményezi. A parancsjel továbbítása történhet közvetlenül vezetékekkel vagy rádióhullámok segítségével.

Az **önirányító rendszerekben** a rakéta valamint a cél kölcsönös helyzetét az irányító rendszer részét képező, a rakéta fedélzetén található célkoordinátor végzi. A célkoordinátor jele megfelelő feldolgozás (zavar- és zajszűrés, erősítés stb.) után a rakéta irányító berendezésén keresztül kormány elmozdítási jeleket hoz létre és ezzel korrigálja a rakéta röppályáját.

¹⁷ A szerző a légiharc rakéta elnevezés használatát erősíti, mert egy jól megalkotott és szakmailag mindent magában foglaló szakszó, jobb mint a „levegő-levegő osztályú”. (A szerző megjegyzése).

A **programirányítású rendszerekben** a rakéta repülése előre meghatározott paraméterek szerint történik. A rakéta fedélzetén elhelyezett berendezés nincs kapcsolatban sem a céllal, sem az indító repülőgéppel. A rakéta repülési paramétereit az indítás előtt kapja meg a hordozó repülőgép fedélzeti számítógépétől. A repülés folyamán a fedélzeti irányító berendezés összehasonlítja a beprogramozott értékeket és a valós repülési paramétereket, majd az összehasonlítás eredményeként kidolgozza az irányító jelet és kiadja az irányító parancsokat a vezérlő szervek felé. A programvezérlés előnye a nagyfokú zavarvédetség, hátránya viszont az, hogy nincs lehetőség a program, repülés közbeni módosítására.

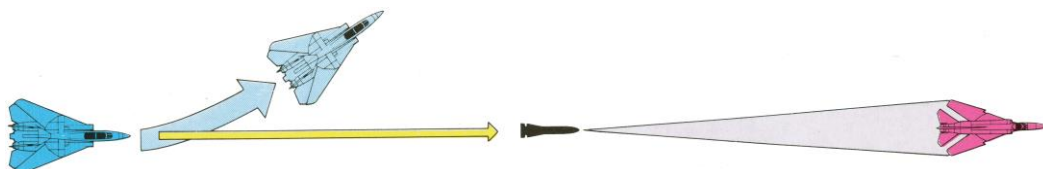
A **kombinált irányítású rendszer** alkalmazása egyre gyakoribb a közepes és nagy hatótávolságú légiharc rakétákban. Az ilyen rakéták célkörzetbe juttatása programirányítással történik, majd a rakéta célkoordinátorának befogása után áttér önirányításra.

A cél kiválasztásának módszere szerint három önirányítási módszert különböztetünk meg:

- aktív;
- félaktív;
- passzív.

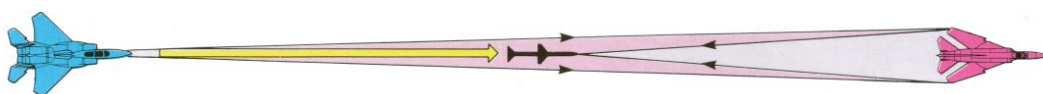
Az **aktív és félaktív** önirányítási rendszerek lényege, hogy a célt mesterségesen kiemeljük a környezet háttéréből – megvilágítjuk – elektromágneses hullámok segítségével. A célról visszaverődött jeleket a rakéta célkoordinátora érzékeli és a szükséges jelfeldolgozás után kiszűri belőle a szükséges információt a cél helyzetéről és mozgásáról. A hasznos információk alapján kidolgozza az önirányító rendszerben az irányító jelet, ami a kormánygépek segítségével módosítja a rakéta röppályáját.

Azokat a rendszereket ahol a sugárzó berendezés is a rakéta fedélzetén található **aktív önirányításnak** (11. ábra), ahol csak a vevő berendezés van a rakéta fedélzetén **félaktív önirányításnak** nevezzük (12. ábra).



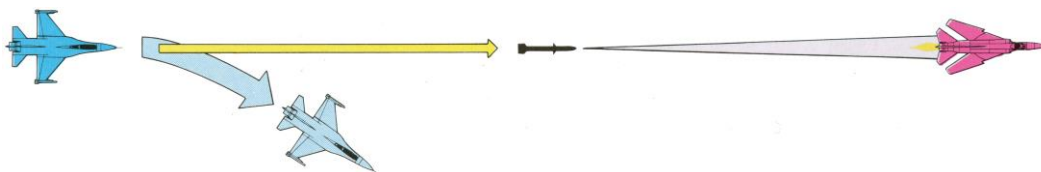
11. ábra Aktív önirányítás [1]

A félaktív rendszerek legnagyobb hátránya, hogy a rakéta célba jutásáig úgymond meg kell világítani a célt, vagyis folyamatosan biztosítani kell a cél mesterséges kiválasztását a környezetből. Ezt leggyakrabban a hordozó repülőgép végzi a rádiólokátora segítségével és ilyenkor megnövekszik a felderítésének a veszélye, mivel folyamatos rádió kisugárzás történik, illetve korlátozottak a saját (önvédelmi) manőver lehetőségei. Nagyon gyakran – közepes és nagy hatótávolságú légiharc rakéták esetében – az aktív és a félaktív önirányítási rendszereket kombinált rendszerekben alkalmazzák.



12. ábra Félaktív önirányítás [1]

Passzív önirányítási módszer (13. ábra) esetében a célok saját kisugárzását (hő, fény, elektromágneses) használjuk fel a rakéta fedélzetén található célkoordinátor hasznos jeleként. A legelterjedtebb változat a passzív infravörös önirányítás, ahol a repülőgép hajtómű kiáramló gázainak, a sárkányszerkezet felmelegedett elemeinek hősugárzását érzékeli a célkoordinátor. Ezeknek a rendszereknek több előnyös tulajdonsága is van, ilyen pl.: a viszonylag egyszerű, olcsó felépítés, a nagy pontosság, valamint az a tény, hogy a rakéta indítása után a hordozó repülőgép azonnal kiválhat a manőverből és megkezdheti egy másik, új cél támadását, vagy visszatérhet a bázisra. Ezt nevezzük a „Tüzelj és felejtse el!” elvnek. Alkalmazásuknak csak a rossz időjárási viszonyok szabnak határt.



13. ábra Passzív önirányítás [1]

Irányítható páncéltörő rakéták irányítási módszerei

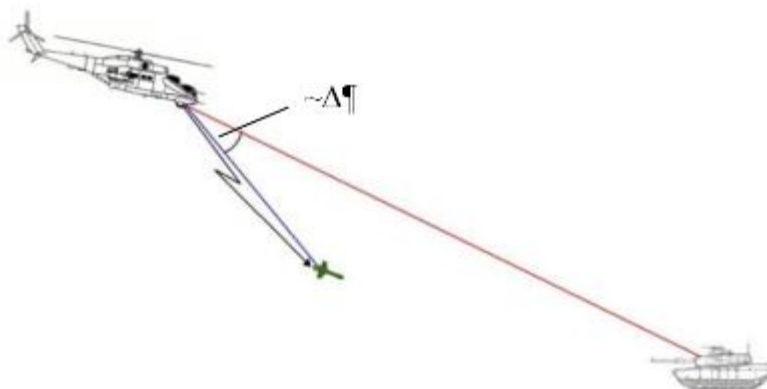
A fent felsorolt irányítási eljárások nemcsak a légi harc rakétákra igazak, hanem a levegő-felszín (levegő-föld) osztályúakra is, így a helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakétákra is. Az utóbbiak esetében gyakran kerül alkalmazásra a táv- vagy parancsirányítás.

A **távirányítás vagy parancsirányítás** helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakéták esetében gyakran alkalmazott irányítási módszer. Széleskörű elterjedésének az egyik oka a gazdaságosság, mivel az irányító rendszer legbonyolultabb része – a rakéta repülési paramétereit meghatározó egység, a számítógép – a helikopter fedélzetén található, így az többször is felhasználható.

A rakéta indítását megelőzően az operátor vizuálisan kiválasztja a célt, majd egy optikai rendszer segítségével, végrehajtja a célzást. Ezzel a rendszer szemszögéből nézve kialakul az irányzóvonal. A rakéta irányítása az irányzóvonalhoz viszonyítva automatikusan valósul meg a következő módon:

- a rakéta folyamatos szögkoordinátáit a pelengátor optikai tengelyéhez viszonyítva irány és bólintás szerint meghatározzuk a rávezető műszerrel;
- a fenti jelekből a fedélzeti számítógép kialakítja a vezérlő jelnek megfelelő parancsokat;
- a fedélzeti számítógép által kidolgozott parancsokat rádióparancs vonalon vagy vezetékes vonalon továbbítja a rakétának;
- a rakéta fedélzeti blokkjai a megfelelő manőver végrehajtása érdekében végrehajtják a kormány kitéréseket.

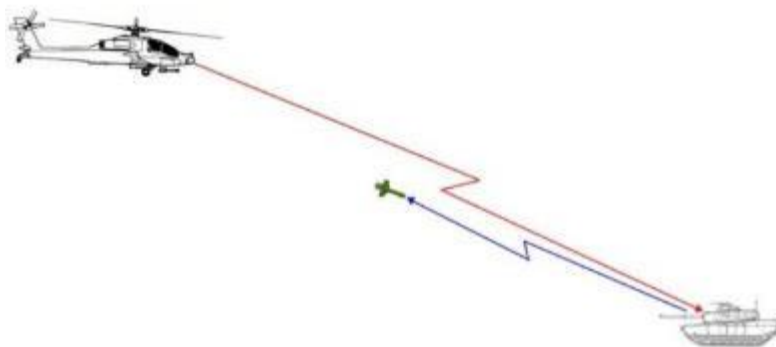
A pelengátor követi a rakéta infravörös válaszadójának a kisugárzását (villanófény; nyomjelző vagy lámpa) miközben meghatározza a rakéta irányzóvonalhoz viszonyított szöghelyzetét. A rakétának a pelengátor optikai tengelyéhez viszonyított irány és bólintás szerinti szöghelyzetével arányos jelek a fedélzeti számítógépre jutnak, ahol megtörténik az összehasonlítás az irányzóvonal paramétereivel. Az összehasonlítás eredményeképpen kialakul az eltéréssel arányos irányítójel (Δ) (14. ábra).



14. ábra Távirányítás vagy parancsirányítás [1]

A **félaktív önirányítás** helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakéták esetében ez az irányítási módszer nem túl gyakori, a felsorolt 9 rakéta közül csak 3 típus (az amerikai AGM–114 Hellfire II, az orosz AT–16/9M120M Vihr és a dél-afrikai Mokopa SAL) rendelkezik félaktív önirányítással. Mindhárom irányítható páncéltörő rakétát a kilencvenes években fejlesztették ki.

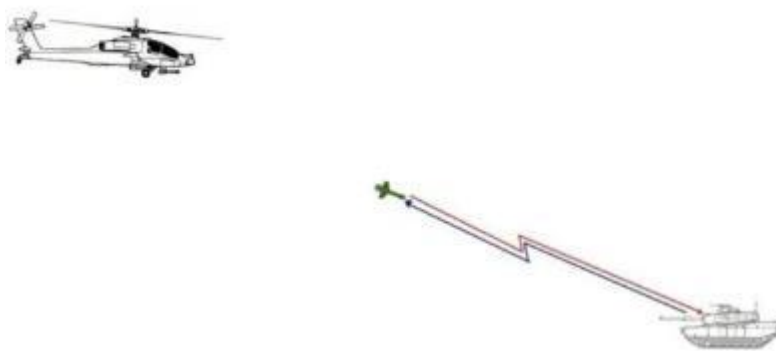
A szárazföldi célok ellen alkalmazott félaktív irányítható rakéták esetében gyakran találkozhatunk félaktív lézer irányítással és ez nem csak a helikopter fedélzeti irányítható rakétákra igaz. Ennek az önirányítási módszernek a lényege ugyanaz, mint a légiharc rakéták esetében, valamilyen mesterséges jel segítségével (lézer vagy rádió jel) mesterségesen ki kell emelni a célt a háttérből (15. ábra).



15. ábra Félaktív önirányítás [1]

A célról visszaverődött jelre fog reagálni a rakéta célkoordinátora és valósítja meg az önirányítást. A harci helikopterek fedélzetén széles körben még nem terjedt el a fedélzeti rádiólokátor, így a félaktív irányítható páncéltörő rakéták jelentős része félaktív lézer önirányítású. Az első félaktív rádió önirányítású rakétát az AH–64 „Longbow” rendszerrel együtt fejlesztették ki, majd más gyártók is megjelentek hasonló eszközökkel.

A **aktív önirányítás** helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakéták esetében ez az irányítási módszer a legritkább (16. ábra). Csupán egyetlen rakéta típus rendelkezik ilyen változattal. Az AH–64 harci helikopter modernizációja során fejlesztették ki az AGM–114 rakéta „Longbow Hellfire” változatát, mely kombinált irányítási rendszerrel rendelkezik, melybe inerciális és aktív rádió önirányítás tartozik.



16. ábra Aktív önirányítás [1]

Irányítható páncéltörő rakéták

A legismertebb irányítható páncéltörő rakéták és adatai:

„Hellfire” AGM-114

AGM-114A „Basic Hellfire” volt az első változat, amely félaktív lézer irányítással, 425 m/s-os repülési sebességgel, 500–8000 m-es indítási távolsággal, kumulatív harci résszel rendelkezett. A hossza 1630 mm, tömege 45 kg.

B/C „Basic Hellfire” egy kevésbé füstölő hajtóművet kapott és a B változat hajó fedélzetéről is indítható.

D/E „Basic Hellfire” digitális robotpilótát kapott, de a gyártására nem került sor.

F „Interim Hellfire” tandem kumulatív¹⁸ harci résszel szerelt változata. A hossza 1800 mm, tömege 48,5 kg, indítási távolsága 500–7000 m.

G „Interim Hellfire” hajó fedélzetéről is biztonsággal alkalmazható. Nem került gyártásra.

H „Interim Hellfire” digitális robotpilótát kapott, de a gyártására nem került sor.

J „Hellfire II” az F változat rövidebb, de nagyobb indítási távolságú változata. Nem került gyártásra.

K „Hellfire II” a méltó utód. 500–9000 m-es indítási távolsággal, félaktív lézer irányítással, tandem kumulatív harci résszel, digitális robotpilótával, electro-optikai zavarvédelemmel, valamint a céljel elvesztése esetén újra kereső célkoordinátorral. Hossza 1630 mm, tömeg 45 kg.

L „Longbow Hellfire” Kombinált irányítási rendszerrel, melybe inerciális irányítás és rádió önirányítás tartozik. A leglényegesebb tulajdonsága, hogy a „Tűzelj és felejtse el!” kategóriába tartozik, ami kiemeli a többi páncéltörő rakéta közül. Hossza 1760 mm, tömege 49 kg.

M „Hellfire II” repesz-romboló-gyújtó harci résszel szerelt változat.

N „Hellfire II” épületek, harcálláspontok, bunkerek és élőerő ellen alkalmazható változat.

P „Hellfire II” alacsonyan repülő, pilótanélküli repülőeszközökre optimalizált változat.

¹⁸ tandem kumulatív harcirész – kettős kumulatív hatású harcirész, melyet a kiegészítő páncélzattal rendelkező harcjárművek megsemmisítésére hoztak létre.

„Trigat”–LR/PARS 3 Long Range

Francia és német fejlesztésű irányítható páncéltörő rakéta. 500-tól 8000 m-es indítási tartománnyal, tandem kumulatív harci résszel rendelkezik.

„HOT”¹⁹

Franciaország és Németország közös fejlesztésű, harcjárművekről és helikopter fedélzetéről is indítható páncéltörő rakétája. Az első változata 1978-ban jelent meg, akkor még csak „HOT” néven, ma ezt a rakétát jelöljük „HOT1”-ként. A „HOT2” 1986-ban jelent meg, a „HOT3”-at pedig a Eurocopter „Tiger” harci helikopterhez fejlesztették és ez már a kiegészítő páncélzattal szerelt harcjárművek páncélzatát is képes átütni, mivel tandem kumulatív harci résszel rendelkezik.

BGM–71 „TOW”

Több variációban gyártott, csőből induló, optikai irányzású, vezetékes távirányítású páncéltörő rakéta. Alkalmazták szárazföldi eszközként is, vállról vagy harcjárműről indítható változatban, de alkalmazzák helikopter fedélzetén is. A különböző modifikációkat az abc betűivel A-tól H-ig jelölik. A BGM–71E változata, amelyik tandem kumulatív harci résszel rendelkezik.

AT–2 „Swatter-C”/9M17MP „Falanga”²⁰

Az AT–1 járműfedélzeti irányítható páncéltörő rakétával egy időben fejlesztették ki és alkalmazásra került harcjárművekről és helikopter fedélzetéről indítva. A Mi-24D széria kiöregedésével és/vagy felújításával, folyamatosan lecserélték valamelyik korszerűbb változattal. Már nem gyártják.

AT–6 „Spiral”/9M114 „Sturm”

A „Falanga” rakéta leváltására készült a Mi–24V/P helikopterekhez. A „Falanga” rakéta után ez egy komoly előrelépés volt, mert a „Sturm” sebessége meghaladja a hang terjedési sebességét. Jelenleg is rendszerben van, a Mi–24V/P helikopterek alapvető irányítható páncéltörő rakétája. Az alapváltozaton kívül még két modifikációja létezik AT–6B/9M114M1 és AT–6C/9M114M2. Mindkettő nagyobb indítási 6000 és 7000 m távolsággal rendelkezik és megnövelték a harcirész tömegét 7,4 kg-ra, így a páncélatütő képessége, egyes források szerint eléri az 1000 mm körüli értéket. Folytak kísérletek tandem kumulatív harcirész felszerelésével is, de ez a változat már egy új típuszámot és nevet kapott.

AT–9 „Spiral-2”/9M120 „Ataka-V”

Az AT-6 rakéta továbbfejlesztett változata. Tandem kumulatív harcírészt és nagyobb energiájú hajtóművet szereltek rá. Az indítórendszere teljesen kompatibilis az AT–6 rakétával, alapvetően annak leváltására készült.

¹⁹ HOT – Haut subsonique Optiquement Téléguidé – High Subsonic Optical Guided – hangsebesség alatti optikai irányítású

²⁰ Az orosz rakéták esetében két elnevezés használatos, mert az angol irodalmakban a NATO elnevezéssel és fedőnevükkel szerepelnek ezek az eszközök pl.: AT–2 „Swatter-C”. Az orosz nyelvű irodalmakban, illetve az abból fordított magyar nyelvű szabályzatokban, leírásokban pedig az orosz elnevezése fordul elő, pl.: 9M17MP „Falanga”. (Szerző megjegyzése)

AT-16/9M120M „Vihar”

Az „Ataka”/”Sturm” rakéta továbbfejlesztett változata. Olyan repülőeszközökhöz készült melyek rendelkeznek lézer távolságmérővel és azt célmegvilágító üzemmódban is képesek alkalmazni, pl. Ka-50/52 helikopterek vagy a Szu-25 harcászati repülőgép.

„Mokopa”

Az AH-2 (CSH-2) „Rooivalk” harci helikopterhez fejlesztette a Denel Corporation. A rakéta alapváltozata félaktív lézer önirányítású, de készül félaktív rádió önirányítású és infravörös önirányítású változatban is. Az indítása történhet LOBL²¹ és LOAL²² üzemmódokon.

Önirányítású légiharc rakéták

Az utóbbi évtizedben megjelentek a harci helikopterek fedélzetén a légiharc rakéták, önvédelmi jelleggel, de helikopterek ellen akár megelőző harcra is alkalmasak. Ezek az eszközök főként a már bevált raj, szakasz önvédelmére használt vállról indítható légvédelmi rakéták – Stinger, Mistral, Igla – helikopter fedélzetére átalakított változatai. Mindhárom rakéta hasonló harcászati-technikai jellemzőkkel rendelkezik és több változatban megjelent.

Néhány adat az összehasonlítás érdekében:

Jellemzők/Típus	AIM-92 Stinger (Block I/II)	SA-18 Grouse/ 9K38 Igla	Mistral
Űrméret [mm]	70	72	90
Tömeg indítócsővel [kg]	16	17,9	18,7
Rakéta tömege [kg]	10,1	10,8	
Hossz [mm]	1520	1700	1860
Min. indítási távolság [m]	200	na.	na.
Max. indítási távolság [m]	4500 (8000)	5200	5000-6000
Repülési sebesség [m/s]	750	610	800
Harcirész	BF*		
Harcirész tömege [kg]	3 (0,45 HE**)	2 (0,39 TNT***)	2,95 (~0,4 HE)
Irányítás	PIR		
Célkoordinátor	Argon hűtésű Indium Antimonid (InSb)		na.
	*BF blast fragmentation – repesz-romboló		
	**HE High Explosive – nagy hatóerejű		
	***TNT tinitro-toulol – trotil		

3. táblázat Önirányítású légiharc rakéták adatai [1]

KÖVETKEZTETÉSEK

Az elvégzett számítások alapján megállapítható, hogy a harci helikopterek fedélzetén alkalmazott tűzfegyverek meglete elengedhetetlen, mert hatékonyan támadható vele akár földi, akár légi cél is. Az is megállapítható, hogy a páncéltűtő képességük korlátozott, így mindenképpen szükséges nagyobb páncéltűtő képességekkel rendelkező nemirányítható, illetve irányítható rakéta alkalmazása is.

²¹ LOBL – Lock On Before Launch - célbefogás az indítás előtt

²² LOAL – Lock On After Launch - befogás az indítás után

A kor követelményeit figyelembe véve szükséges, hogy a harci helikopter képes legyen hatékonyan megvédeni önmagát és ehhez nélkülözhetetlen a közel légiharc rakéták alkalmazásának lehetősége. Ezen kívül pozitívuma lehet a harci helikopternek, ha közepes vagy nagy hatótávolságú felszíni célok elleni támadó rakéta alkalmazására is képes.

A számítások eredményéből az is megállapítható, hogy **a felfegyverzett többfeladatú helikopterek**, mivel nem rendelkeznek páncélzattal, **nem képesek hatékonyan felvenni a harcot** az ellenséges harci helikopterekkel, így nem képesek pótolni azokat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Szilvássy László: A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben, ZMNE Budapest, 2008. szeptember 11. „Summa cum laude” url: http://portal.zmne.hu/download/konyvtar/digitgy/phd/2008/szilvassy_laszlo.pdf (2013.04.17)
- [2] Kakula János Robbanóanyagok és a robbanás hatásai, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1990, 97-115, 116-126. oldal
- [3] GlobalSecurity.org (RAH-66 Comanche capabilities, e-dok.) <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/rah-66-capabilities.htm> (2013.04.17)
- [4] Warfare.ru (S-8 unguided aircraft rockets, e-dok.) url: <http://warfare.ru/?catid=346&linkid=2512>
- [5] Rafael – Lockheed Martin Python 4 Short Range Air-to-air missile (CD 2000)
- [6] GlobalSecurity.org (Hydra-70 Rocket System, e-dok) url: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/hydra-70.htm> (2013.04.17)
- [7] GlobalSecurity.org (AGM-114 Hellfire e-dok.) url: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/agm-114.htm> (2013.04.17)