

Bali Tamás¹

AJÁNLÁSOK AZ UAV-K BIZTONSÁGOS LÉGI ÉS FÖLDI ÜZEMELÉSÉHEZ SZÜKSÉGES (REPÜLÉSI) SZABÁLYOKRA²

Napjainkban egyre nagyobb számban kerülnek kifejlesztésre és megépítésre olyan pilótanélküli légi járművek (a továbbiakban UAV = Unmanned Aerial Vehicle), melyek alapvető eszközei lesznek a jövőbeni hadviselés bizonyos elemeinek. Nem kétséges hogy a UAV-k döntő elemei lesznek az információgyűjtésnek, a légi megfigyelésnek és őrzőparatásnak. A UAV-k széleskörű alkalmazási köre megkívánja azt, hogy ezen eszközök beilleszthetővé váljanak az általános mind pedig a műveleti légiforgalomba. Jelen cikk elkészítésének célja az, hogy rávilágítsak a UAV-k alkalmazásával kapcsolatos szabályzatlan vagy még problematikus területekre. Felsorolás jelleggel, bemutassam az általam még problémásnak tekintett területeket, illetve megtegyem az azokkal kapcsolatos ajánlásaimat.

(FLIGHT) REGULATORY RECOMMENDATIONS REQUESTED FOR THE SAFE UNMANNED AERIAL VEHICLE'S OPERATION

These days, the volume of the development and construction is growing of those Unmanned Aerial Vehicles (UAV), which will be an essential tools/elements of the future warfare. There is no doubt over, that UAVs will play crucial roles in the collection of the information, in the aerial surveillance and air patrol tasks. A wide deployment range of the UAVs requires, that these devices must be fit into both the general and operational air traffic. The intention behind the preparation of this article was to shed light on unregulated or even problematic issues related to the use of UAVs. In bullet to bullet form, I introduce the areas I considered to be problematic, and I do my recommendations thereon.

BEVEZETÉS

Jelenkorunkban, a fejlődő technológia „végtermékei” meghatározó hatással bírnak az életünk minden egyes szegmensére. A modern technológia vívmányait használjuk a mindennapjainkban, például életünk megkönnyítése, illetve biztonságunk megteremtése érdekében, melyek többek között fontos szerepet kapnak a kommunikációban, a földi-, vízi- és légi közlekedésben, napjaink katonai műveleteiben is.

Mivel a modernkori hadviselés kutatói felismerték a magasan képzett katona életének/hadrafoghatóságának értékét, ezért egyre fontosabb kutatási területté vált azon eszközök/eljárások kidolgozása, mely biztosítékot nyújt az emberi élet megóvására. A kutatások egyik ága az információszerzésnek alacsony humán erőforrás veszélyeztettség melletti biztosítására összpontosul. Az ellenséges erőkről és eszközökről biztosított felderítés leghatékonyabb eszközei a légi járművek, melyek az adott körzet fölé repülve gyűjtenek leggyakrabban képi információkat. A megszerzett információk a rögzítésüket követően vagy valós időben, vagy a repülést követően kerülnek továbbításra az megfelelő vezetők, vagy a törzsek számára.

¹ alezredes, MH 86. Szolnok UAV Bázis, Repülő Felkészítési Főnök, balitomi@yahoo.com

² Lektorálta: Dr. Palik Máttyás alezredes, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, palik.matyas@uni-nke.hu



A légi felderítés során fellépő veszélyeket többek között úgy lehet csökkenteni, ha az azt végrehajtó repülőgép távvezérelt. Ezeket az eszközöket pilótanélküli légi járműveknek (a továbbiakban: UAV³) vagy távvezérelt légi járműnek (a továbbiakban: RPA⁴) nevezik.

AZ UAV-K ALKALMAZÁSÁVAL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK

Kijelenthető, hogy az UAV elterjedésének dinamikájával az alkalmazás kereteit meghatározó szakemberek nem tudták felvenni a lépést. Több olyan, ma is szabályzatlan kérdés azonosítható be a pilótanélküli eszközökkel kapcsolatban, melyek megválaszolásra várnak. Az alábbiakban – felsorolás szerűen – világítok rá ezekre a területekre. Mivel maga a probléma felvetés nem oldja meg a helyzetet, ezért kötődve a témához meg is teszem az azokkal kapcsolatos ajánlásaimat:

1. Az UAV-k fejlesztése és tesztelése a rohamosan fejlődő piac ösztönzésére az utóbbi időszakban felgyorsult. A kialakításra kerülő új légi járművek légi alkalmasságával kapcsolatos engedélyezési eljárási bürokratikus jellegű problémák miatt – nemzetközi szinten – elhúzódó tendenciát mutat. Már az újjépítésű UAV-k tesztelésével kapcsolatban is komoly hátráltató tényező az, hogy minden egyes hatósági eljárás egyéni elbírálás alapján folyik. Ez azt jelenti, hogy a tervező cég által a tesztrepülések végrehajtására benyújtott kérelemhez több olyan dokumentumot kell utólagosan csatolni, melyeket a hatóság a kérelem megvizsgálását követően hiánypótlásként kér be. Abban az esetben, ha létezne egy már kialakított keretdokumentum, mely mint egy szabvány tartalmazná az engedély megszerzésének feltételül benyújtandó dokumentumok listáját, akkor a hatósági engedélyező eljárás felgyorsulhatna.

Ebből fakadóan ajánlásként jelentkezik egy olyan keretdokumentum kialakítása és Hatóság által kiadványozása, mely egységes rendben tartalmazná az UAV-k tesztelésére illetve légi alkalmassági eljárásokra vonatkozó általános szabályokat, valamint a benyújtandó dokumentumok jegyzékét.

2. A hatósági eljárások időigényességére és nehezességére válaszul a fejlesztő cégek kihasználják azt a tényt, hogy jogszabályi szinten nehezen tehető különbség a hobbitevékenységként használható modellrepülők és az UAV-k között. Mivel a modellrepülők tesztelése aránylag könnyen teljesíthető jogszabályi feltételek mellett történhet meg, ezért a gyártók az UAV-k légi alkalmassági eljárásainak megkezdéséig azokat modellrepülőknek nyilvánítják, megkerülve a költséges hatósági eljárásokat. Ezzel a légi jármű fejlesztése és tesztelése kikerül a Hatóság látóköréből, mely egy későbbiekben katonai célra alkalmazásra kerülő UAV esetén nem tanácsos. Mind repülésbiztonsági-, mind pedig repülőszakmai szempontból is fontos az, hogy egy későbbiekben kormányzati célból alkalmazásra kerülő UAV fejlesztése és tesztelése a Hatósági felügyelet alatt maradjon. Emiatt ajánlásként fogalmazódik meg, hogy a légi járművek fejlesztésével foglalkozó cégek már az adott eszköz tervezésének megkezdési időszakában bejelentési kötelezettséggel tartoznak a Hatóság irányába.
3. A szabályzatlan területek közé tartozik az UAV-k biztosításának kérdése is. Úgy, ahogy az európai légtérben, úgy a magyar légtérben sem hajthat végre repüléseket olyan légi jármű,

³ UAV = Unmanned Aerial Vehicle

⁴ RPA = Remotely Piloted Aircraft

melyre nem köt felelősségbiztosítást a fenntartója. A jelenlegi szabályzók nem tartalmazzák előírásként az UAV-k fenntartóinak az általuk üzemeltetett eszközökre vonatkozó felelősségbiztosítás megkötését. Mivel az UAV-k az általános légiforgalom részét képezik, így akár más légitársaságban, de egy esetleges lezuhanásuk során, a földön lévő értékekben is komoly károkat okozhatnak. Kijelenthető az, hogy minél nagyobb egy adott UAV tömege, annál nagyobb járulékos kárt képes okozni vagy a kezelőjének hibájából, vagy pedig egy esetleges fedélzeti műszaki meghibásodás miatt. Természetesen az UAV-k tömegének függvényében differenciálni kell a biztosítási feltételeket. Ajánlásként fogalmazódhat meg az, hogy a 2 kg-ot meg nem haladó tömegű légitársaságok esetén el lehessen tekinteni a biztosítás meglététől. Tehát, fontos követelményként/ajánlásként jelentkezik a 2 kg-ot meghaladó UAV-ra vonatkozó kötelező felelősségbiztosítás megkötése már a tesztrepülések megkezdésének időszakától.

4. Nyilvánvaló, hogy az UAV-k széleskörű alkalmazása megkövetelte azt, hogy különböző kategóriájú légitársaságok kerüljenek kifejlesztésre és megépítésre. A kategorizálás nemzeteként eltérő módon valósul meg, a közös szabályzó kialakítása még folyamatban van. Az azonban egyértelmű, hogy minél magasabb kategóriájú UAV-t vizsgálunk, annál komplexebb feladat azok kezelése/irányítása, földi és légi üzemeltetése. Ahogy a feladatok komplexálódnak, úgy válik egyre kontrasztosabbá a különbség a kezelőktől elvárt készségek területén is. Az UAV kezelők képzését tervező és végrehajtó szakemberek előtt egyre komolyabb problémaként tornyosul a megfelelő képességekkel rendelkező jelentkezők kiválasztása és a felvett kezelők képzése, a képzési struktúra felépítése.

Az egyes nemzetek eltérő gondolkozása, a probléma eltérő megközelítése és kezelése miatt e területen is nagy különbségek jelentkeznek. Az idő és költséghatékonyság megkívánja (mint ajánlás megfogalmazódik) a nemzetek tapasztalataira épülő, egységes képzési struktúra kialakítása. Ezzel a képzés nemcsak költséghatékony, hanem a nemzetek között átjárhatóvá is válna. Így, ha valamely országban megnő az UAV kezelői igény, akkor más nemzet képző intézménye azt képes lenne pótolni. Természetesen fontos ajánlás e témához kapcsolódóan, hogy a kezelőktől elvárt készségek hatósági szinten lefektetésre kerüljenek, mind a képzést végző szervezetek, mind pedig maguk a képzések egységes elvek mentén hatósági auditálásra kerüljenek.

5. Az UAV-k irányításánál két üzemmódot különböztetünk meg. Az egyik a látóhatáron belül folyó repülések (a továbbiakban: VLOS⁵), a másik a látóhatáron kívüli üzemeltetés (a továbbiakban: BLOS⁶) műholdas adatkapcsolat segítségével.

A repülések teljesítése az előző üzemmódokon különböző légterek alkalmazását igényli. Míg a VLOS repülések nem igényelnek különösebb előzetes koordinációt a légterek kezelésével foglalkozó szervezetekkel, addig a BLOS repülések végrehajtása igen. Kijelenthető, hogy a BLOS repülésekben résztvevő UAV-k a tesztrepüléseik időszakában, repülésbiztonsági szempontból, veszélyt jelentenek az általános légiforgalomban (a továbbiakban: GAT⁷)

⁵ VLOS = Visual Line of Sight

⁶ BLOS = Beyond Line of Sight

⁷ GAT = General Air Traffic

résztevő más légi járművekre nézve. A veszélyhelyzet elkerülése érdekében ajánlasként fogalmazódik meg, hogy a BLOS repülések végrehajtása csak az arra kijelölt, időszakosan elkülönített légterekben teljesülhessenek.

6. A közepes-, illetve annál magasabb kategóriájú UAV-k aktívan vesznek részt mind a GAT-ban, mind pedig a műveleti jellegű légi forgalomban (a továbbiakban: OAT⁸). A pilóta által vezetett légi járművek tekintetében pontosan rögzítésre kerültek azon fedélzeti felszereltségi követelmények, melyek többek között lehetővé teszik a légi járművek közötti elkülönítést, a légi járművek nappali és éjszakai vizuális és műszeres azonosítását. Jelenleg problémaként jelentkezik, hogy a különböző kategóriájú UAV-k fedélzeti felszereltségével kapcsolatban még nem kerültek ezek a követelmények (legalább európai szinten egységesen) kidolgozásra. Ajánlasként merül fel az UAV-k különböző kategóriáinak fedélzeti felszereltségi követelményeinek meghatározása. Egy olyan követelményrendszer kidolgozása, mely harmonizál a polgári és katonai hagyományos légi járművek követelményrendszerével, a GAT és OAT repülési szabályok teljesítéséhez szükséges követelményekkel.
7. Az UAV-k kezelőinek/irányítóinak kötelmei, felelősségei a pilóta által vezetett légi járművek parancsnokainak kötelmeivel kell, hogy megegyezzenek, hiszen az általuk irányított légi járművek felett a kontrollt ők gyakorolják.

Mivel a jelenlegi szabályzók még „vegytisztán” az UAV kezelői jog és felelősségi körökkel nem foglalkoznak, ezért fontos feladat ezt jogszabályi szinten rendezni, lefektetni.

8. Jelenleg az UAV-k, kategóriáiktól függetlenül, a feladatok széles spektrumában kerülnek alkalmazásra. Ha azok szűken csak a gyártóik által javasolt feladatok teljesítésére lennének felhasználva, akkor azok üzemszerűen, a repülésbiztonság szem előtt tartása mellett repülnének. Ez azonban nem így történik. Például a kis kategóriás UAV-k alkalmazásra kerülnek különböző terhek szállítására is⁹. A probléma abból adódik, hogy ezek az eszközök teljesítmény tartaléka nem teszi lehetővé a biztonságos feladat végrehajtást, ráadásul repülési tulajdonságaik a meteorológiai hatások (szél) miatt instabilnak tekinthetők. Egy túlterhelt könnyű kategóriájú UAV, egy esetleges széllejtés hatására irányíthatatlanná válhat és lezuhanhat, veszélyeztetve ezzel a földön lévő személyeket. Belátható, hogy jogszabályi szinten szükséges meghatározni az UAV kategóriák által teljesíthető feladatkörök keretrendszerét. Ezek mellé kell illeszteni azokat az eljárásokat, melyek meghatározzák az adott feladatok végrehajtását.
9. A kis kategóriájú UAV-k irányítása általában rádióhullámok segítségével valósul meg. Mivel a rádióhullámok könnyen zavarhatóak, illetve magas a más rádióhullámok általi interferencia veszélye, ezért ezeknek az eszközöknek az irányítása során problémák merülhetnek fel.

Abban az esetben, ha az UAV irányíthatóságában probléma jelentkezik, és az alacsony repülési magasság miatt nincs idő a vezérlés helyreállítására, akkor a légi jármű a földre csapódhat. Ez veszélyeztethet akár emberi életet is. A veszélyhelyzet elkerülése érdekében javasolt az alkalmazásra vonatkozó szabályzásba beépíteni elkülönítési előírásokat. Javaslatként jelent-

⁸ OAT = Operational Air Traffic

⁹ Ez lehet például a Psyops műveletek során agitációs célú röplapok szállítása.



kezik a következő elkülönítési korlát: UAV-k sűrűn lakott települések illetve nagyobb embercsoportok fölé 150 m AGL-nél nagyobb magasságban repülhetnek csak be; UAV-kel embereket – a fel-és leszállások eseteit kivéve – 30 m-nél jobban megközelíteni tilos.

10. A repülésbiztonsági elvek szem előtt tartása mellett fontos feladat, hogy az alkalmazásra kerülő UAV szerkezeti kialakítása biztosítsa a megbízható földi és légi üzemeltetést. Ennek előfeltétele, hogy a tervezésbe és kivitelezésbe megfelelő tudású szakemberek, illetve megfelelő minőségű anyagok kerüljenek felhasználásra. A légi járművek biztonságos földi és légi üzemeltetéséhez azonban elengedhetetlen feltétel a jól képzett humán erőforrás biztosítása. Ajánlasként merül fel egy hatóságilag kialakított minőségbiztosítási rendszer megalkotása, mely felöleli a különböző kategóriájú UAV-k tervezésével, megépítésével, tesztelésével és műszaki jellegű fenntartásával-, illetve az UAV-k kezelőinek képzésével és megszerzett irányítói képességeiknek fenntartásával kapcsolatos elveket/előírásokat. Egy ilyen típusú minőségirányítási rendszer megléte és betartatása megteremti az alapját a UAV-k GAT és OAT légiforgalomba illesztésének azáltal, hogy a légi járművek földi és legfőképp légi megbízhatósági szintje növekszik.

11. Jelenleg az UAV-k döntően felderítési célból kerülnek alkalmazásra. Vannak azonban olyan területek, amelyek fölé berepülésük nem javasolt. Ennek több oka is lehet. Egyrészt olyan jellegű információkat gyűjthetnek melyek nem nyilvánosak, másrészt egy esetleges légi meghibásodás miatti lezuhanásukkal hatalmas kárt okozhatnak.

Ezek többek között lehetnek az ipari létesítmények-, a kritikus infrastruktúra létesítményei-, a katonai bázisok-, a büntetés végrehajtási intézményei-, a rendőrségi műveletek-, balesetek vagy katasztrófával sújtott területek feletti légterek. Ajánlasként merül fel az, hogy definiálásra kerüljenek a kifejezetten UAV-k számára korlátozott vagy éppen tiltott légterek.

12. Mivel a Magyarország feletti légtérből csak egy van, ezért mind a pilóta által vezetett, mind pedig a pilótánélküli légi járműveknek is azt kell használni. Az nem járható út, hogy a két kategóriára ugyanazon légtérben két egymástól különböző repülési eljárás/szabály vonatkozzon, így szükséges a már bevezetett hagyományos légtér-felhasználási szabályokhoz igazítani az UAV repülések rendjét. Fontos feladatként jelentkezik az UAV repülések jogszabályi szintű beillesztése a GAT-ra vonatkozó repülési szabályok és eljárások rendszerébe.

13. Mivel a jelenleg aktív repülőterek légterei túlszűfoltak, ezért egy nem egyeztetett, vagy éppen nem engedélyezett légtérhasználat oly mértékben zavarhatja meg a légiforgalmat, amely végzetes kimenetelű lehet. Abban az esetben, ha egy adott UAV alkalmazás tervezetten 5 km-nél jobban megközelíti egy aktív repülőter ellenőrzött légtérét, akkor az UAV kezelő a repülésre történő felkészülés időszakában fel kell, hogy vegye a kapcsolatot az illetékes légiforgalmi egységgel/szolgálattal.

A kezelőnek engedélyt kell kérnie a légtér megközelítésére, esetleges használatára, iránymutatást kell a légtérhasználat szabályaira vonatkozóan. Ajánlasként merül fel annak szabályozása, hogy a kapcsolatfelvétel és a tájékoztatás kérése kötelező érvényű legyen az UAV kezelők számára ezen esetekben.

14. Az UAV-vel folytatott felderítő repülések leginkább nappali körülmények között valósulnak meg. Vannak azonban olyan újszerű alkalmazások – mint például különféle hőtérképek készítése lakónegyedekről –, melyek feltételezik az éjszakai alkalmazást is. A VLOS UAV polgári célú repülése végrehajtásának akadálya az, hogy a civil szféra még elterjedten nem rendelkezik az eszközök éjjeli vizuális irányításához szükséges eszközökkel, úgymint NVG-vel, illetve nincsenek ilyen jellegű repülések végrehajtására kiképzett kezelők sem. Ajánlasként merül fel az, hogy a polgári VLOS és BLOS UAV alkalmazás ezért csak nappali körülményekre korlátozódjon.

BEFEJEZÉS

Kijelenthető, hogy az UAV-k alkalmazása, földi és légi üzemeltetése több kérdést vet fel többek között a jogi háttér, a hatósági eljárások, a légi járművek tervezésének és megépítésének illetve a kezelők képzésének minőségirányítási rendszerének vonatkozásában. A felmerülő kérdések megválaszolása a jövő feladata, de ajánlások megfogalmazásával közelebb kerülhetünk a megoldásokhoz. Jelen cikkem elkészítésének célja az volt, hogy rávilágítsak az UAV-k alkalmazásával kapcsolatos néhány problémás területre, és azokkal kapcsolatban ajánlásokat fogalmazzak meg. Reményeim szerint a gondolatébresztő munkám, közelebb viszi a témával foglalkozó személyeket a szabályzott keretek között folyó UAV alkalmazáshoz.



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 a pályázat keretében a „A pilóta nélküli légi járművek alkalmazásának légiközlekedés-biztonsági aspektusai” kiemelt kutatási területen készült.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 1995. évi XCVII. törvény a légiközlekedésről, egységes szerkezetben a végrehajtásáról szóló 141/1995. (XI. 30.) Kormányrendelettel
- [2] 3/2006. (II. 2.) HM rendelet az állami repülések céljára kijelölt légterekben végrehajtott repülések szabályairól
- [3] 14/2000. (XI. 14.) KöViM rendelet a Magyar Köztársaság légterében és repülőterein történő repülések végrehajtásának szabályairól
- [4] 26/2007. (III. 1.) GKM–HM–KvVM együttes rendelet a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről

Dunai Pál¹

ENERGIAFELHASZNÁLÁS, A KERINGÉSI ÉS LÉGZŐRENDSZER TERHELÉSI PARAMÉTEREINEK ELEMZŐ VIZSGÁLATA UAV² KEZELŐSZEMÉLYZET MUNKAVÉGZÉSE SORÁN³

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő tanszékén jelenleg is folyik a „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” című pályázati kutatás. Az „Adatintegráció” nevű alprogram keretében kiemelt kutatási területként (KKT) a „Pilóta nélküli légi járművek alkalmazásának humán aspektusából történő vizsgálata” nevet viselő kutatási projekt zajlik. A kutatások gyakorlati részének alapját orvosi-diagnosztikai és teljesítménydiagnosztikai vizsgálati módszerek alkotják. A tanszék tudományos kutatómunkájának keretében először zajlik ilyen jellegű vizsgálat. A cikk az elemző vizsgálat módszertani alapjait ismerteti.

ENDURANCE TEST PARAMETERS ANALYSIS OF UAV OPERATORS ENERGY BALANCE, RESPIRATORY AND CIRCULATION SYSTEMS IN TIME THEIR DUTY ACTIVITY

The Air Force Department of National University of Public Service (NUPS) is ongoing research in the application, "Critical Infrastructure Protection Research" section. In the framework of sub-named "Data Integration" in "with the use of unmanned aerial vehicles aspect of human testing" as a priority research area research project. Based on the practical part of the research, medical diagnostics and performance diagnostic testing methods are. First study of this kind taking place in the department's scientific research work. This article describes the methodological foundations for an analytical study.

TEVÉKENYSÉG ELEMZÉS

Az UAV kezelőszemélyzet tevékenységének a fizikai igénybevétel és aktivitás szempontjából kiinduló elemzése az élettani (munkaélettani) ismeretek figyelembevételével végezhető el egzaktan.

A tevékenység jellegzetes sajátosságai:

- hosszantartó szolgálatok, különböző napszakokban, nem egyenletes terhelési és pihenési szakaszokkal;
- aktív motoros tevékenység hiánya (hipokinézis) és mozgásszegény, kényszerű testtartás a berendezések, lokátorok, monitorok előtt;
- az érzékszervek (látás, hallás) magas fokú terhelése;
- az állandó harckészültségből eredő pszichés terhelések.

Ezek a faktorok az idegrendszer jelentős megterheléséhez vezethetnek, amelyek állandósulása egészségkárosodáshoz vezethet. A rizikófaktorok hatásaként az állomány tagjai között az átlagtól eltérő számban fordulhatnak elő:

- idegrendszeri megbetegedések;

¹ Dr. Dunai Pál alezredes, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő tanszék; dunai.pal@uni-nke.hu

² Unmanned Aerial Vehicle - Pilóta nélküli légi jármű

³ Lektorálta: Dr. Palik Mátyás alezredes, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, palik.matyas@uni-nke.hu

- hipertóniás(magas vérnyomás) megbetegedések;
- depresszió;
- érzékszervi(főként a látás) túlterheltség és az ebből adódó megbetegedések.

Kutatási hipotézis

Az UAV eszközök irányítása a fizikai aktivitást (izomműködés jellegét energiafelhasználást) figyelembe véve a mérsékelt terhelési övezetbe sorolható tevékenység. A munka során jelentős mértékű idegi-pszichikai terhelés éri a szervezetet, amely jelentős mértékben befolyásolhatja tevékenységének hatékonyságát. Jelentős még az érzékszervekre ható terhelés is. A harc feladatok (állandó készségi szolgálatok) végrehajtása során a fellépő fizikai és idegi-pszichés terhelés hatására prognosztizálhatóan csökken a munkavégző-képesség. Kiemelhető, hogy a professzionális munkavégző-képesség szignifikáns kapcsolatot mutat az egyén fizikai állapotával (fizikai felkészültségével). Ezért elsődlegesen fontos szempont a személyzet célirányos fizikai felkészítésében az állóképesség fejlesztése és szinten tartása. A jelenleg is folyó tudományos kutatómunka eredményeképpen kimutathatóakká válnak a felkészítési rendszer fejlesztéséhez szükséges más fontos faktorok. A vizsgálat sajátossága, hogy a lehetőség nyílik arra, hogy a kondicionális állapot hatását mérni tudjuk a feladat végrehajtás során. Ezzel célirányosabbá és hatékonyabbá tehető nemcsak a kezelő-személyzetek felkészítése, hanem az ilyen jellegű munkára történő eredményes kiválasztás is.

A kutatásba bevont állomány

1. vizsgálati csoport – 40 fő repülőgép-vezető beosztású az MH 86. Szolnok Helikopter Bázis állományából és az NFTC program hallgatói;
2. 10 fő UAV kezelői beosztásban lévő katona;
3. kontroll csoport – 20 fő honvéd tisztjelölt az MH Ludovika Zászlóalj állományából.

Vizsgálati paraméterek⁴

TERHELÉSES ÉS TERHELÉS UTÁNI ÉLETTANI ADATOK VIZSGÁLATA:		
<i>Vizsgálati módszer</i>	<i>Rövidítés</i>	<i>Mértékegység</i>
KERÉKPÁR ERGOMETRIÁS VIZSGÁLAT	KE	W/kg
HYMEN-TEST	HY-T	Referencia érték
TERHELÉS ALATTI PULZUS	TP	Ütés/perc
TERHELÉS UTÁN EGY PERCRE MÉRT PULZUS	TUP-1	Ütés/perc
TERHELÉS UTÁN ÖT PERCRE MÉRT PULZUS	TUP-5	Ütés/perc
TERHELÉSES SYSTOLÉ	TAsys	Hgmm
TERHELÉSES DIASTOLÉ	TAdias	Hgmm
SZÁMÍTOTT MAXIMÁLIS OXIGÉNFOGYASZTÁS	VO2 max	ml/kg
TÜDŐPRÉS	TPR	Hgmm
BENNTARTOTT LEVEGŐ MAXIMÁLIS IDEJE	BL	sec

⁴ NÁDORI László szerkesztő Sportképességek mérése – Sport kiadó, Budapest, 1989 ISBN 963 253 831 5



1. ábra Élettani és pszicho-fiziológiai vizsgáló berendezés⁵

A kísérlet alkalmazásakor felmerülő hibák kiküszöbölése⁶

4. keresztmetszeti vizsgálatot végzünk, a vizsgálatnál kontroll csoporttal dolgozunk, a vizsgálatokat a vizsgálati időszak alatt kétszer megismételjük;
5. a felmérés alanyai minden adatfelvételnél ugyanazok legyenek;
6. a végső adatfeldolgozásban csak azok adatait dolgozzuk fel, amelyeknek minden felmérési adata szerepel;
7. a környezeti létesítménybeli, eszközbeli, pihenségbeli feltételek azonosak legyenek;
8. transzferhatás és a gyakorlási effektus nem befolyásoló tényező;

AZ ADATFELDOLGOZÁS MATEMATIKAI-STATISZTIKAI MÓDSZEREI

- a mért adatok átlagszámítása,
- az átlag szórásának számítása,
- egymintás "t"- próba,
- szórásszámítás,
- variációs együttható számítása,
- korrelációs számítás,
- megbízhatósági intervallum, szignifikancia számítása.

A KUTATÁS MŰSZER IGÉNYE:

- JAEGER futószőnyeg ergométer,
- HELIGE kerékpár-ergométer,
- 2 db KTD-8 diagnosztikai táska,
- 2 db vérnyomásmérő,

⁵ Dunai Pál: Repülő egészségügy PPT bemutató

⁶ FALUS Iván, OLLÉ János: Az empirikus kutatások gyakorlata

- IBM PC számítógép,
- SPIROSCOPE-PC (légzésfunkció vizsgáló készülék, amely csatlakoztatható az IBM kompatibilis számítógéphez,
- Egy darab grafikus és szöveges digitális adatbeolvasó,
- Egy darab három csatornás monitorírozásra alkalmas EKG,
- Üzemeltető programok, jegyzőkönyvek elkészítéséhez,
- GPM antropométer táska, Holtain LTD-tolómérő, Lange Skinfold Caliper bőrredőmérő.



2. ábra Repülőorvostani vizsgálati berendezés⁷

Az UAV operátorok szenzomotoros fáradásának folyamata

A mozgástevékenység sajátosságai befolyással vannak a szervezet vegetatív reakcióira. A kéz és ujjizmok dominanciájával végzett munka rendkívül fárasztó mivel megváltoztatja a kapilláris vérkeringést és a bőrhőmérsékletét. A hypokinézis körülménye között végzett munka, ami a vizsgált tevékenységre is nagy mértékben jellemző megnőhet a különböző gyomor- és bélrendszeri megbetegedések és a hormonális rendszer zavarai. Ezek a negatív hatások jelentős mértékben csökkenthetik a hatékonyságot, amely meghatározó lehet a feladatok (harcfeladatok) eredményes végrehajtása szempontjából.⁸

Jellemző az a körülmény, hogy a munkavégző képesség csökkenésében a vezető szerepet a szellemi fáradás játssza. Az elfáradás élettani állapot, ami minden emberi tevékenységhez hozzátartozik, minden emberi tevékenységet kísér. Az elfáradásnak szubjektív és objektív tünetei vannak. Az elfáradás elsősorban abban a szubjektív érzésben nyilvánul meg, hogy a munka kezd kellemetlenné válni. Ehhez csatlakozik később az elfáradás objektív tünete: a munkateljesítmény fokozatos csökkenése. Idővel azután bekövetkezik az, az állapot, amikor az ember már nem bírja tovább folytatni a munkáját. Az elfáradás valójában figyelmeztetés a munkavégző ember számára. Megfelelő pihenés után ismét teljes erővel képesek leszünk a munka folytatására. Ha azonban nem engedünk a fáradtság jelzésének, akkor ez az állapot kórossá válik, és ilyenkor már komoly, a szervezetre káros következmények is kifejlődhetnek. Ezek a tünetek még fokozottabb jelentőséggel bírnak a vizsgált tevékenység során, hiszen, egyrészt

⁷ Dunai Pál: Repülő egészségügy PPT bemutató

⁸ LÁNG Sándor Munka és elfáradás – Medicina Kiadó, Budapest, 1966.

akár több milliós értékű készülékeket kell rendeltetés szerint megfelelő hatékonysággal működtetni olyan speciális szituációban, amikor a tevékenység végzésével járó negatív tünetek mellett a fegyveres küzdelemből adódó állandó veszélyeztetettségből (életveszély) adódó pszichológiai faktorokkal is számolnunk kell.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] FALUS Iván, OLLÉ János Az empirikus kutatások gyakorlata. Adatfeldolgozás és statisztikai elemzés – Nemzeti Tankönyvkiadó Budapest, 2008 ISBN 978 963 19 60 11 2
- [2] FALUS Iván szerkesztő Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe – Keraban Kiadó Budapest, 1993.
- [3] KATICS László, LŐRINCZI Dénes Erőedzés biomechanikája, mozgásanyaga és módszerei – Akadémiai kiadó Budapest, 2010 ISBN 978 963 05 8843 0
- [4] LÁNG Sándor Munka és elfáradás – Medicina Kiadó, Budapest, 1966.
- [5] LÁSZLÓ Ervin A rendszerelmélet távlatai – Alföldi Nyomda Rt., Debrecen, 2001. ISBN 963 547 329 x
- [6] MOLDOVÁNYI Gyula Az SI-mértékegységek és használatuk (negyedik kiadás) – Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980 ISBN 963 10 2221 8
- [7] NÁDORI László szerkesztő Sportképességek mérése – Sport kiadó, Budapest, 1989 ISBN 963 253 831 5
- [8] NAGY György Mérési és számítási módszerek a sportban – Tankönyvkiadó, Budapest, 1983
- [9] NAGY György, BÁTHORI Béla, MAKSZIM Imre Mérési és számítási módszerek a testnevelésben – Tankönyvkiadó, Budapest, 1986
- [10] JAMES Reason Human error – Cambridge University Press 1990. ISBN 978 0 521 31419 0
- [11] BARABÁS Anikó szerkesztő Eurofit a fizikai fitness mérésének európai tesztje – Magyar Testnevelési Egyetem, Budapest, 1993 ISBN 963 7166 30 0
- [12] BRENCSÁN János Új orvosi szótár (harmadik kiadás)– Akadémiai Kiadó, Budapest, 1990 ISBN 963 05 5719 3
- [13] DÖMÖTÖR Edit Pulzuskontroll testsúlykontroll – Carita Bt., Budapest, 2005 ISBN 96386741 0 5
- [14] Hans-Hermann DICKHUTH Sportélettan, sportorvostan – Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2005 ISBN 963 9542 48 2
- [15] JAKSA Tibor, ENGLERT István Hajózók antropometriai-élettani és kondicionális állapotának vizsgálata – Katonai főiskolák harmadik testnevelési tudományos tanácskozási előadások anyaga, 1991. december 19-20. Annamölgy, a Bolyai János Katonai Műszaki Főiskola kiadványa p. 16-29

Bali Tamás¹

A SZÁRAZFÖLDI HARCCSOPORTOK HELIKOPTEREKKEL VALÓ TÁMOGATÁSI TEVÉKENYSÉGEI²

Korunk katonai műveletei a gyors reagáló képességen, a nagy mozgékonyaságon, a meglepetésből kinyerhető előnyök kiaknázásán, illetve a hadműveleti-harcászati helyzet változásához igazodó nagyfokú rugalmasságon/ alkalmazkodó képességen múlik. A műveleti területek felépítése nagymértékben megváltozott attól kezdve, hogy egyre inkább elterjedt a gerilla hadviselést tükröző hadikultúra. Az ilyen műveleti környezetben a saját erők csak akkor képesek sikeres harctevékenységet folytatni, ha azok – rugalmasan reagálva a harcászati helyzet kihívásaira – időben átcsoportosításra kerülnek. Megkérdőjelezhetetlen, hogy a szárazföldi erők számára az előbbieken felsorolt képességeket a helikopterek alkalmazása biztosítja. Jelen tanulmányomban szeretném bemutatni a szárazföldi harccsoportok helikopterekkel való támogatási tevékenységeit, az ideiglenesen a szárazföldi törzsekbe delegált helikopteres szolgálati személyek tevékenységeit a műveletek tervezése és végrehajtása folyamán.

GROUND FORCE UNIT'S HELICOPTER SUPPORTED COMBAT ACTIVITIES

The success of a contemporary military operation closely depends on the involved own force's quick reaction capability, flexibility; on the benefits which can be gained on the initiation and on the high level of mobility. The structure of the operational theatre has changed dramatically since the widespread reflection of guerrilla warfare's military culture. The successful military operations in such an operating environment request flexible response capability from our force's to the challenges of the tactical situation. It is unquestionable that the above listed capabilities can only be ensured by the use of helicopters. In this study, I would like to introduce the helicopter supported land force's combat activities, the main tasks of helicopter service person's activities delegated contemporarily to the light infantry unit's staff for operation planning and execution coordination.

BEVEZETÉS

A helikopterek napjainkban meghatározó tényezői a világ valamennyi fegyveres erejének, mivel a harcászati feladatok igen széles és változatos spektrumában nagy hatékonysággal alkalmazhatók. A harcászati alkalmazhatóság széles köre ugyanakkor szükségessé tette a helikopterek specializálódását, így fejlesztették ki a szállító-, harci-, könnyű-, közepes- és nehéz helikoptereket. A helikopterek minden egyes típusa vagy kategóriája rendelkezik saját, speciális jellemzőkkel, melyek meghatározzák a típus elsődleges alkalmazását, azonban vannak olyan általános érvényű alkalmazási tulajdonságok, melyek ezt a repülőszerkezetet a lehető legszélesebb körű alkalmazásra teszik alkalmassá.

A helikopterek a kategóriáiktól függetlenül rendelkeznek több olyan pontosan behatárolható tulajdonsággal, mely a szárazföldi műveletek során elengedhetetlenek, azonban minden helikopter típus rendelkezik olyan egyéni vonásokkal, melyek alkalmassá teszik őket az elsődleges feladatok végrehajtására.

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

² Lektorálta: Dr habil Krajnc Zoltán mk. alezredes, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Vezetőképző Intézmény, mb. oktatási intézményvezető helyettes



Ezen alkalmazási tulajdonságok közé lehet sorolni a helikopterek sokoldalúságát, a mobilitását, mozgékonyágát, alkalmazási rugalmasságát válaszként a harcászati helyzet változásaira.

A helikopterek alkalmazásánál további előny jelent az, hogy a terep adta álcázási lehetőségeket maximálisan képesek kihasználni. „Meglepést”³, mint harcászati előnyt lehet elérni a helikopterek repülési sebességének, földközeli- illetve terepkövetéses magasságon megvalósuló nagy manőverező képességű alkalmazása révén.

Meg kell azonban jegyezni, hogy vannak területek, melyek vonatkozásában a helikopterek kihívásokkal küzdenek. Ilyenek között kell megemlíteni például a helikopterek sebezhetőségét, a levegő alacsony sűrűsége miatti teljesítmény korlátokat, a komoly logisztikai biztosítási igényt.

A HELIKOPTEREK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI HADRENDI ASPEKTUSBÓL

A helikopter erők alapvetően harctámogató elemként vesznek részt a harcászati műveletekben. Tulajdonképpen a szárazföldi haderőnem harcoló erőinek műveleteit támogatják több szerepkörben. A harctevékenység időszakára – a NATO szabályzók figyelembevételével – át-alárendelésre kerülnek a szárazföldi alkalmi harci kötelékhez/harccsoporthoz.

Megjegyzendő, hogy vannak olyan országok (bár nagyon korlátozott számban), ahol a helikopterek a békeidős kiképzés időszakában is – eltérve a NATO elvektől – egy szervezeti egységet alkotnak a szárazföldi erők támogatandó alakulataival/egységeivel. Ennek a szervezeti felépítésnek azonban több feltétele van. Elsősorban feltételként kell megemlíteni a megfelelő számú és hadrafoghatóságú helikopterek rendelkezésre állását. Másodsorban, ezeknek a helikoptereknek a megkívánt speciális képességek biztosítására kell, hogy kialakítva legyenek, az üzemeltető helikoptervezető állományuk pedig szintén specifikusan csak arra az egy adott feladatra kell legyenek kiképezve. Vezetés, irányítás szempontjából problematikus az, hogy a helikoptereknek egy kijelölt szárazföldi kötelékbe történő szervezetszerű integrálásával a légierő helikopteres fegyverneme mellett tulajdonképpen létrejön egy új, csapatrepülő fegyverneme. Ekkor, a helikopterek alkalmazásának koordinálása érdekében, mind a szárazföldi alakulat-, mind pedig az előljáró szárazföldi haderőnem törzsének állománytáblájában ki kell alakítani a repülő törzs elemeket (kiképzés, (repülő)hadművelet, repülés biztonság, repülő mérnök-műszak). Ezzel, a haderő helikopteres erőinek vezetése és irányítása nemcsak végrehajtói-, hanem még haderőnemi szinten is duplikálva (légierő- és szárazföldi haderőnemi) valósulna meg. A duplikáció, azon túl, hogy létszámnövekedést generál, ésszerűtlenül bonyolítja meg a helikopter erők vezetését. Kiképzési szempontokat tekintve láthatóvá válik az, hogy a képesség-specifikus kiképzés biztosítása csupán a kijelölt szárazföldi alakulattal szoros (napi) együttműködésében valósulhat meg. Ez azzal jár, hogy a kiképzésre már kialakított, a légierő haderőnemhez tartozó infrastruktúrát- illetve annak elemeit duplikálni kell. Megállapítható, hogy a képzési infrastruktúra duplikálása túlzottan költséges feladat, az oktatói állomány rendszeresítése a szárazföldi alakulat állománytáblájában pedig általában humánerőforrás hiány miatt megvalósíthatatlan. Végrehajtás szintjén nehézségek merülnének fel abból adódóan, hogy a szárazföldi alakulatnál

³ Meglepés: A hadművészet fontos elve, az ellenséget váratlanul érő támadótevékenység, mely háborúban a siker egyik fő feltétele. (Szabó József: Hadtudományi Lexikon, Budapest 1995, ISBN 9630452286, p.908)

szolgálatot teljesítő helikopter gépszemélyzetek célirányosan az alakulat feladatrendszeréhez kapcsolódó feladatokra kerülnének kiképzésre. A célirányos kiképzés egysíkú kiképzettséghez vezet, mely problémát okoz az adott képesség feladataitól eltérő jellegű országvédelmi-, esetleges katasztrófavédelmi- illetve a kormányzati feladatok végrehajtásában.

Az egysíkú kiképzettség a végrehajtás hátráltató tényezőjévé válik. Az előzőek mellett kérdéseket vet fel a helikopterek logisztikai ellátása. A helikopterek kiszolgálását támogató logisztikai háttér általában a magas költségvonzatok miatt (infrastruktúra, raktárbázis, szakállomány) csak egy helyen, a légierőnél biztosított. A szárazföldi alakulat helikoptereinek meghibásodásaikor, az időszakos vizsgák végrehajtásakor az a helyzet alakul ki, hogy az alakulatnak fel kell kérnie a légi-erőt a repülő-műszaki munkák végrehajtására, a javításhoz szükséges alkatrészek beszerzésére. Ez felesleges bürokráciához, és így a javítási munkák csúszásához, a hadrafoghatósági mutatók csökkenéséhez vezet. Mivel a helikopterek alapvetően harctámogató elemként vesznek részt a műveletekben, ezért ha azok hadrafoghatósági mutatóiban csökkenés tapasztalható, akkor az maga után vonja a támogatott szárazföldi erők képességcsökkenését is. Rendszerben tekintve, ez az összhaderőnemi szintű képességcsökkenés országvédelmi kérdéseket vet fel.

Mindezek után látható, hogy egy ilyen képességcsomag kialakításával elveszik a helikopterek sokoldalú alkalmazhatósági köre illetve számos nagyon költséges kérdés merül fel, kijelenthető, hogy egy ilyen megoldás gazdaságtalan és ésszerűtlen. Hangsúlyozom, ez a hadrendi kialakítás a NATO elvektől eltér, azt csak a nagyon gazdag nemzetek engedhetik meg maguknak.

Ha a helikopterek állománytáblás helyzetét tekintjük a Magyar Honvédség hadrendjében, akkor az látható, hogy az szinkronizál a NATO szabályzóknak foglaltakkal. A helikopterek egy haderőnem kötelékében, egységes vezetés és irányítás alatt hajtják végre feladataikat. Kiszolgálásuk központosított. A helikopteres fegyvernem feladatai – harctámogató elemként, illetve önállóan – az ország fegyveres védelmének biztosítása, humanitárius segítségnyújtás végrehajtása válsághelyzetben. A harcászati jellegű repülési feladatok végrehajtásán túl a helikopterek több olyan készenléti szolgálatot biztosítanak, melyek közvetve (a nemzetközi előírásoknak megfelelő kutató-mentő szolgáltatás teljesítése) és közvetlenül kapcsolódnak a honvédelmi feladatokhoz. A helikopteres fegyvernem feladatrendszere – a HM tárcaszintű feladatokon túl – kiegészülhet a kormányzati szintű feladatok teljesítésével úgymint pl. a katasztrófavédelmi- illetve légimentési feladatokkal. A szerteágazó feladatrendszer szerteágazó felkészítési struktúrát von maga után. A szerteágazó képzési struktúra teljesítése a HM számára biztosítja a jól képzett helikoptervezetői állomány rendelkezésre állását.

Ezek alapján, összhangban a NATO elvekkel, a legésszerűbb megoldás a helikopter erők egy egységben tartása, és időszakos hozzárendelése a felmerülő helikopterrel támogatandó szárazföldi műveleti feladatokhoz.

Miután tisztázásra került a helikopterek át-alárendelési kérdése, egy helikopterrel támogatott szárazföldi műveleten keresztül érdemes azt bemutatni, hogy milyen formában valósul meg a szárazföldi és légierős törzselemek együttműködése, illetve feladat-végrehajtás. Áttekintve a szárazföldi műveleteket kijelenthető, hogy alig akad olyan, amely nincs helikopterrel támogatva. Mégis talán a légimozgékonyasági műveletek azok, melyeken keresztül a leginkább bemutatathatók az együttműködés elemei.



A HELIKOPTEREKKEL TÁMOGATOTT LÉGIMOZGÉKONYSÁGÚ MŰVELETEK TERVEZÉSE ÉS VÉGREHAJTÁSA

A légimozgékonyosság kifejezés alatt a helikoptereknek azon speciális vezetési és irányítási elemekkel ellátott szervezését és alkalmazását értjük, amikor a repülőeszközök a szárazföldi harcoló erőket úgy telepítik, hogy azok közvetlenül beavatkozhatnak a harcban. A légimozgékonyosságú műveletek olyan összetett és kiterjedt műveletek, melyek rövid időintervallumon belül a csapatok ismételt, különböző körzetekben történő deszantolását⁴ és kiemelését teszik szükségessé. A hivatalos vezetés- és irányítási szempontból e műveletek a helikoptereknek a feladatokba történő teljes integrációját, valamint a doktrínák és eljárások helyes alkalmazását kívánja.

A légimozgékonyosságú egység/harccsoport harci képességeit helikopteres szemszögből 3 tényező befolyásolja.

1. A kijelölt műveletek végrehajtására kijelölt szárazföldi erők nagysága és a rendelkezésre álló szállító helikopterek arányszáma. Ez az arányszám határozza meg a kijelölt erő telepítéséhez szükséges szállítási hullámok számát. Minél nagyobb a rendelkezésre álló szállítóhelikopterek száma, illetve azok egyéni szállítókapacitása, annál egyszerűbbé válik a kedvező harcászati helyzet kihasználásával a műveleti tevékenység, a nehéz felszerelés és utánpótlás légi úton történő szállítása.
2. A műveletek légítámogatásába bevethető harci helikopterek száma. A szállítóhelikopterek támogatása, és így a légimozgékonyosságú művelet, elképzelhetetlen harcihelikopterek nélkül. Azon túl, hogy szavatolják a szállító helikopteres légi műveletek biztonságát, a kirakó körletben semlegesítik az ellenséges erőket.
3. A helikopteres repülések végrehajtását biztosító logisztikai háttér megléte.

A helikopterekkel támogatott (légimozgékonyosságú) műveletek jellemzői

A helikopterrel támogatott műveleti erők (csakúgy mint a légimozgékonyosságú erők) jelentősen hozzájárulnak a manőverező hadviseléshez, hiszen váratlan irányból történő csapásmérésük-, jelentős távolságra történő meglepetészerű alkalmazásuk révén döntően befolyásolják a helyzet kimenetelét. A helikopterekkel támogatott műveletek a következő jellemzőkkel írhatóak le:

- **NAGY MŰVELETI RUGALMASSÁG.** A légimozgékonyosságú erők képesek a válsághelyzet bármely fázisában különféle támadó és védelmi műveletek végrehajtására. Ezen alakulatok bevetésre készen várakoznak és készek a rövid időn belüli áttelepülésre és feladatvégrehajtásra. A helikopterek új dimenziót kínálnak a manőverező hadviselésre. A szárazföldi erők a harci-, felfegyverzett és/vagy szállítóhelikopterekkel gyorsan telepíthetővé válnak az új harc feladatok végrehajtására. Ez a tulajdonság lehetővé teszi a parancsnokok alkalmazkodását a kibontakozó helyzethez, illetve a gyorsan változó harcászati körülményekhez.
- A helikopterek lehetővé teszik a gyors erőösszpontosítást és szét-, vagy áttelepülést, az ellenséggel való harcérintkezés kiterjesztését a saját csapatok sebezhetőségének csökkentése érdekében.

⁴ Légi kirakását.

- **HARCÁSZATI MOZGÉKONYSÁG.** A szárazföldi erők helikopterekkel történő hadszínterek közötti gyors áttelepíthetőségi képessége jelentős idő- és erőforrás megtakarítást jelent. A helikopterek képesek harcászati előnyt nyerni a talajfelszín egyenetlenségeiből, átrepülni vagy megkerülni a természetes- illetve mesterséges akadályokat, melyek gátolnák a szárazföldi erők földi mozgását. A helikopterek biztosítják a szárazföldi erők kirakását a harcmező döntő fontosságú pontjain, a legkedvezőbb harcászati helyzetekben.
- **MAGAS MŰVELETI SEBESSÉG.** Az erők légi úton történő telepítése sokkal rövidebb időt igényel, mint a szárazföldi eszközök alkalmazásával. Azonban a műveleti sebesség fokozásának elvét párhuzamosan kell alkalmazni a kielégítő felkészülés, felderítés és tervezés elvével. A feszített műveleti sebesség biztosítja a több irányba történő, vagy több műveleti területen zajló párhuzamos harctevékenységet.
- **MEGNÖVELT ALKALMAZÁSI HATÓSUGÁR.** A helikopterrel támogatott műveleti erők jelentős távolságról bevetethetők. A terepviszonyok, a természetes/mesterséges akadályok, az ellenséges erők által lefogható kommunikációs csatornák csak kismértékben befolyásolják tevékenységüket.
- **VÁRATLANSÁG BIZTOSÍTÁSA.** A meglepetés sokkoló hatása lehetőséget kínál a szárazföldi harccsoportok számára a műveleti kezdeményezés megragadására, mely elsődleges kulcsa a sikeres harctevékenységnek. A helikopterek korlátozott időjárési viszonyok mellett, bármely napszakban biztosítják a bármely irányból történő támadást, a más eszközökkel megközelíthetetlen célok megsemmisítését, az ellenséges állások megkerülését kiváltva ezzel az ellenség idő előtti reakcióját, önmaga felfedését a saját támadó erők számára
- **GAZDASÁGOSSÁG.** Egy viszonylag már kis méretű légimozgékonyaságú alakulat nagy területen jelenthet veszélyt az ellenséges erők számára. Ezzel nemcsak a saját szükséges védelmi erők létszámát lehet csökkenteni, hanem a támadó műveletek potenciális lehetőségével az ellenség tartalékait is nagymértékben le lehet kötni.

A légimozgékonyaságú harccsoportokat olyan műveletekben kell alkalmazni, ahol a helikopterek fent felsorolt képességeiből fakadó támogató képességek megfelelő mértékben kihasználhatóak. Így jellemzően alkalmatlanok hosszantartó műveletek megvívására, valamint a nehézfegyverzetű alakulatok ellen a megfelelő védelmi berendezésre elégséges idő biztosítása nélkül. A légimozgékonyaságú egységek támadó, védelmi és késleltető műveletek során, illetve átmeneti időszakban egyaránt bevetethetők. Mélységi feladatot hajthatnak végre, közvetlen vagy hátországi harcot folytathatnak, válságreakáló műveletekben tevékenykedhetnek.

A helikopterekkel támogatott szárazföldi (légimozgékonyaságú) harccsoport szervezeti felépítése

A légimozgékonyaságú alakulat összetételét a feladat természete határozza meg.



Az egység alapvetően felszíni harcoló elemeket tartalmaz, mely mellé kijelölnek, vagy parancsnokságuk alá rendelnek CS⁵ és CSS⁶ harctámogató elemeket. Képességeik sok tényezőtől függenek, de szervezeti felépítésük egyértelműen meghatározza készenlétük fokát és harci hatékonyságukat.

A légimozgékonyasági feladatokra kijelölt harccsoport az alábbi szervezeti elemekkel rendelkezik:

1. Szárazföldi elemek.

- a) Harcoló elemek. A könnyű gyalog erők képezik a légimozgékonyasági erők leglényesebb elemét. Harcászati mobilitásuk érdekében a légi mozgásuk (harctérre történő kijuttatás, kiemelés, harctéren belüli mozgatás) leginkább a helikopterekkel, földi mozgásuk (ha nem rajtaütés jellegű feladat kerül végrehajtásra) pedig könnyű szállító járművekkel valósul meg.
- b) CS elemek. Ezek azok a tüzérségi, légvédelmi, műszaki, híradó és egyéb támogató elemek, melyek létfontosságúak a sikeres harcfeladat végrehajtása során.
- c) CSS elemek. A helikopterek bevetése esetén a kiszolgáló elemeknek figyelembe kell venniük a légi szállítás jellemzőit/feltételeit. Szükségessé válhat egy vagy több előretolt üzemanyag és fegyvertöltő hely kijelölése a helikopter erők rugalmas alkalmazhatóságának-, hatótávolságának megnövelése érdekében.

2. Repülő elemek.

- a) Szállítóhelikopterek: A szállítóhelikoptereknek a légimozgékonyaságú harccsoportokhoz történő vezénylését számos, a feladattal összefüggő körülmény határozza meg. Legfontosabbak ezek közül a szállítandó szárazföldi erők mérete és összetétele, a telepítendő támogató erők összetétele, a műveleti hatótávolság, illetve a harci útvonalon és a célterületen várható veszélyeztetettség.
- b) Harci helikopterek: A harci helikopterek oltalmazzák a szállítóhelikoptereket a repülés teljes időszakában. Ezen túl alkalmasak az ellenséges (akár páncélozott) erők semlegesítésére is.
- c) Felderítő helikopterek. Ezen célra általában a könnyű kategóriába tartozó helikopterek használhatóak fel a valós légi helyzetkép biztosítására, az ellenséges harctevékenység korai előrejelzése útján a szárazföldi és légi elemek biztonságának fokozására, valamint légi összekötő, és légi vezetési pont feladatainak ellátására.

A légimozgékonyaságú harccsoport vezetésének és irányításának rendje

A légimozgékonyaságú harccsoport műveleti sebessége és rugalmassága speciális vezetési és irányítási eljárásokat, illetve eszközöket igényel. Az erőforrások azonban csak a feladat ellátásához szükséges időszakra érhetőek el. A légimozgékonyaságú harccsoport elemeit általában a legalacsonyabb szintű vezetési jogkörű szárazföldi parancsnok irányítása alá rendelik, hiszen ezen irányítói feladat a bevezetésben említett összes elem párhuzamos munkájának összehangolását követeli.

A helikopterrel támogatott műveletek koordinálása-, a helyes feladatszabás érdekében a harccsoport parancsnoka mellé rendelve biztosítani kell légierős tanácsadót.

⁵ CS = Combat Support, Harctámogatás.

⁶ CSS = Combat Service Support, Harckiszolgálás.



A légimozgékonyaságú műveleteket tervező és irányító törzsnek ezen felül azonban tartalmaznia kell mind a szárazföldi, a légierős⁷, és harctámogató és harckiszolgáló elemeket.

A feladat jellegének megfelelően átlátható szolgálati utat kell létrehozni, amely általában sok más mellett tartalmazza a légimozgékonyaságú harccsoport parancsnoki, légi műveletek parancsnoki, a deszant egység parancsnoki, illetve a helikopter kötelék parancsnoki beosztásokat.

A légimozgékonyaságú harccsoport parancsnoka teljes felelősséggel tartozik a művelet tervezésért és végrehajtásáért. Mivel a légimozgékonyasági művelet klasszikusan szárazföldi művelet, ezért a vezetése is a szárazföldi haderőnemhez tartozó parancsnok kezében van. A vezetése alatt dolgozó légimozgékonyasági harccsoport törzsének feladatai közé kell sorolni a műveleti terv kidolgozását, a harctámogatási és harckiszolgálási terv kidolgozását⁸, a légimozgékonyasági műveletek irányítását.

Légi műveletek parancsnoki (a továbbiakban: AMC)⁹ beosztás a légiművelet hatékony koordináltságának érdekében létrehozott pozíció. A légimozgékonyaságú harccsoport parancsnokának alárendeltségében segíti annak munkáját a légimozgékonyaságú művelet előkészítésének és tervezésének területén. Általában a műveletet támogató helikopter alegység egyik parancsnoka kerül kijelölésre erre a feladatra. A szállító- és a harci helikopter alegység parancsnokai közötti választást az adott feladat jellege határozza meg. A beosztásában biztosítani kell a légimozgékonyaságú művelet parancsnokával és a szállított elemekkel történő összeköttetés létrehozását és folyamatos biztosítását, a repülő elemek irányítását, a műveleti terv és a műveleti parancsok előkészítését, összeköttetés létrehozását a harcászati légiirányító szervekkel, a repülő elemek logisztikai követelményeinek továbbítását légimozgékonyaságú művelet parancsnoka felé.

A deszant egység parancsnokának felelősségi körébe tartozik a szárazföldi harcászati terv alegységére eső részének végrehajtása. Emellett megbízást kaphat a támogató elemeknek (pl. repülő alegység) a művelet egyes szakaszain történő irányítására is.

A helikopter kötelék parancsnoka a légimozgékonyaságú művelet során a támogatást biztosító szállító- és harci helikopterek parancsnoka, aki az AMC alárendeltségében, de a légimozgékonyaságú harccsoport parancsnokának irányítása alatt tevékenykedik. A harcászati támogatási feladatkörén túl szükségessé válhat számára a légimozgékonyaságú művelet speciális feladatainak végrehajtására alárendelt helikopter kötelékek feletti harcászati irányítás is.

A légi összekötő csoport tevékenységi köre a támogatott légimozgékonyasági harccsoportnál

A légi összekötő csoport szolgálati személyei szervesen kerülnek a tervezés, végrehajtás és kiértékelés időszakában „beágyazódva” a légimozgékonyasági harccsoport törzsébe. Mivel a műveletek végrehajtása a helikopteres erők támogatási tevékenységén áll vagy bukik, ezért a légi erős törzselemek tevékenyen vesznek részt a feladattervezés-, harcparancs kidolgozásának szakaszában, folyamatos koordinációt folytatnak a végrehajtás időszakában a műveletet vezető

⁷ A légierő vonatkozásában légierős összekötő csoportot.

⁸ A helikopterek vonatkozásában a légijárművek üzemanyag-, repülő-műszaki szakanyaggal történő- és lőszer-utánpótlásának terve, a földön lévő repülőeszközök biztonságának szavatolására vonatkozó terv.

⁹ AMC = Air Mission Commander.

szárazföldi parancsnokkal illetve törzsével. Meg kell tervezniük a harctér feletti repülések irányításának rendjét. A helikopterek képességeinek tudatában javaslatot tesznek a repülőeszközök hatékonyabb alkalmazására.

A tervezés (a harcparancs/harcintézkedés elkészítése) időszakában kiemelt figyelmet fordítanak a légtérfelhasználók¹⁰ közötti elkülönítés időben és/vagy térben történő biztosítására. Kidolgozzák a saját csapatok azonosításának rendjét a szárazföldi eszközöknek és csapatoknak levegőből történő azonosításának vonatkozásában, az azonnali tüztámogatás igénylésének és biztosításának rendjét, a Légtér felhasználási terv (a továbbiakban: ACO¹¹) alapján kezelik a légterek használhatóságával kapcsolatos kérdéseket. A műveletek tervezésénél fogatosítják az ACO alapján felmerülő légtérhasználati rendszabályokat¹², végzik a műveletek végrehajtásához szükséges légtérigényléseket¹³. Biztosítják, hogy a harcparancs mielőbb eljusson a végrehajtó helikopter alegységhez és azt, hogy annak értelmezése pontos legyen.

Annak érdekében, hogy elkészülhessen a helikopterek alkalmazására vonatkozó harcparancs melléklet, folyamatosan egyeztetnek a szárazföldi tervező elemekkel. Lepontosítják a műveleti körzetet, a szállítandó/támogatandó légimozgékonyosságú harccsoport méretét és összetételét, a művelet végrehajtásának időpontját és időbeni kiterjedését. A feladatok mellé rendelik a megfelelő szállító- és harci helikopter számot, meghatározzák a helikopterek fegyverzetét, a művelet során alkalmazott helikopteres harceljárásokat. Kijelölik a bevetések logisztikai támogatást biztosító Előretolt utántöltő és újrafegyverző pontokat (FARP-okat¹⁴), illetve ha azt a művelet megkívánja az Előretolt Műveleti Bázisokat (FOB-okat¹⁵). Megszervezésre kerül a műveleti körzetre vonatkozó légi irányítás és a célmegjelölés módszere az Előretolt Légiirányítók alkalmazásával (FAC¹⁶).

A művelet légierős előkészítése során kiemelt szerepet kap az információgyűjtés, melynek eredményeként meghatározásra kerül az ellenséges és saját csapatok helyzete illetve a légi tüztámogatás elérhetősége annak érdekében, hogy biztosított legyen a harccsoport biztonságos kijuttatása és kiemelése. Értékelésre kerül a terep a művelet természet adta álcázási lehetőségeinek maximális kihasználása érdekében, illetve a várható időjárás (kiemelt hangsúllyal a felhőalap, látástávolság illetve széladatokra; éjjellátó eszközök alkalmazása esetén pedig a borultság mértékére). Abban az esetben, ha biztosított a tüztámogatás a művelet(ek)hez, akkor elsősorban tájékoztatják a földi tüztámogató és a légvédelmi részegységeket magáról a művelet(ek)ről, megszervezik az ellenséges légvédelmet lefogó tüzet a feladatvégrehajtás útvonalára és körzetére.

A felkészülés/tervezés befejeztével a légierős hadműveleti törzselem megszervezi a helikopteres végrehajtó kötelék számára történő eligazítást. A művelet végrehajtása során pedig - lehetőleg mindvégig (a támadás módszerétől függően akár a támadásból történő kiválás és távozás végrehajtásáig) - pozitív közvetlen irányítással irányítja a helikopter köteléket.

¹⁰ A helikopterek, a tábori tüzérség és a harcászati repülő erők között.

¹¹ ACO = Airspace Control Order.

¹² Légtérhasználati rendszabályok – Airspace Control Means.

¹³ Légtérhasználati rendszabályok igénylése – Airspace Control Means Request.

¹⁴ FARP = Forward Arming and Refueling Point.

¹⁵ FOB = Forward Operating Base.

¹⁶ FAC = Forward Air Controller.

Összességében egy légimozgékonyságú művelet megtervezése minimum 12 órát vesz igénybe, melynek eredményeként kidolgozásra kerül a légi manőverek terve. Ez a terv tartalmazza a repülési útvonaltervet, mely a harchelyzet és a domborzati illetve időjárási viszonyok alapján alternatív lehetőségeket is tartalmaz. Elkészül az ellenséges légvédelem lefogásának terve, mely tartalmazza azon ellenséges tűzeszközök és erők lefogásának módszereit melyek potenciálisan veszélyt jelenthetnek a repülő kötelék számára a repülés teljes időszakában.

Elkészül a be- és kirakási terv, mely meghatározza a légiszállítású harccsoport kirakó körletbe való kijuttatásának és az onnan történő kiemelésének tervét. A be- és kirakodáskor alkalmazandó helikopteres harceljárásokat, az együttműködés rendjét a támogató helikopterekkel illetve a FAC-el. A tervnek lehetővé kell tenni az erők és eszközök kirakókörletbe való szabályos érkezését és szétszórását. Biztosítania kell, hogy a harccsoport és felszerelése időben érkezzen meg, gépenként el legyen osztva.

ÖSSZEGZÉS

Az elmúlt évek műveleti tapasztalatai azt bizonyították, hogy a helikopterek nélkülözhetetlenek a katonai műveletek sikeréhez, a veszteségek csökkentéséhez. A NATO és az Európai Unió műveletek hadszínterein, extrém környezeti feltételek között, az aszimmetrikus hadviselés alkalmazott eljárásai mellett a helikopterek jelentik a mobilitást, a szárazföldi csapatok mindenoldalú támogatásának egyetlen rugalmas módját. A helikopterek képességeiből adódó gyorsaság és rugalmasság, a terepviszonyoktól való függetlenség a harcoló erőknek a műveletekben nagy szabadságfokot biztosítanak.

A helikopterek több olyan harcászati képességgel rendelkeznek, melyek a szárazföldi erők műveleteinek sikere tekintetében létfontosságúak, így kijelenthető, hogy a mai modern hadviselés elképzelhetetlen a helikopterek összhaderőnemi jellegű alkalmazása nélkül.

Nincs ez másképp a légimozgékonyságú műveletek végrehajtása kapcsán sem. Az ilyen típusú műveletek sikere kétségkívül az időszakosan át- alárendelésre kerülő helikopterek illetve a légierős törzselemek tevékenységén múlik. Nélkülük a szárazföldi harccsoportok tevékenysége lehetetlenné válna.



A Projekt az Európai Unió által támogatott TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 számú „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” című pályázat „Civil-katonai partnerség” alprogram „Humánvédelem - békeműveleti és vészhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése,” kiemelt kutatási terület keretében valósult meg.





FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] AAP-15 NATO rövidítések gyűjteménye, 2010,
- [2] ATP-49(F) Use of Helicopters in Land Operations, 2012,
- [3] AJP-3.3. NATO Joint Air & Space Operations, NATO Military Agency for Standardisation, 2002,
- [4] ATP-33(B) (STANAG 3700) NATO Tactical Air Doctrine Edition 7., NATO Military Agency for Standardisation, 2008,
- [5] AJP-3.3.2(A) (STANAG 3736) Allied Joint Doctrine for Close Air Support and Air Interdiction, NATO Military Agency for Standardisation, 2009,
- [6] MH 86. Szolnok Helikopter Bázis Állandó Működési Eljárásai (SOP), 2007,
- [7] FM 1-113 Utility and Transport Helicopter Operations,
- [8] Magyar Honvédség Helikopter Műveleti Doktrina MH Légierő Parancsnokság 2006.

Horváth Zsolt Csaba¹

A LÉGIKÖZLEKEDÉS BIZTONSÁGA²

A repülésbiztonság a teljes légiközlekedési rendszert jellemzi. A modern repülés egy sor komoly kihívással küzd, ide értve a repülésbiztonság alapvető problémáját is. A repülési kockázat ugyanis egy - eléggé alacsony - szinten stabilizálódott, a katasztrófák száma viszont a repülőgépek és a repülések számának a növelésével dinamikusan nő. A megoldást, a műszaki eszközök, technológiák radikális megújításán túl, a menedzsmenti, un. nem műszaki, nem technológiai módszerek alkalmazása jelentheti. Ebben kiemelt szerepe van a légiközlekedési rendszer hatósági szabályozásával kapcsolatos tevékenység fejlesztésének. E cikk ismerteti a szabályozással kapcsolatos repülésbiztonsági sajátosságokat és javaslatokat ad a légiközlekedés repülésbiztonságának a növelésére.

AIR TRANSPORT SAFETY

Flight safety characterizes the full air transport system. The modern aviation struggled against a row of problems including the major problems of flight safety. The flight risk has stabilized on - a quit low - level, while the number of serious accidents increases with increasing in number of aircraft and flights. Beyond radically renewal of technical devices and technologies, the solution is application of new management, non technical, non-technological methods. In this, the development of the authority regulations may play seeded role. The paper introduces the flight safety aspects associated with the regulations and gives recommendations on future development of the air transport safety.

BEVEZETŐ

Biztonságnak nevezik a kockázatoktól, veszélyes helyzetektől mentes szabad állapotot. A biztonság tudomány az ezt befolyásoló, csökkentő kockázatok feltárásával, elemzésével, a veszélyes helyzetek kialakulásával, mielőbbi felismerésével, diagnosztizálásával, illetve a kockázatok kialakulási lehetőségeinek a csökkentésével, a létrejött veszélyes helyzetek kezelésével, elhárításával, a következmények mérséklésével, továbbá a bekövetkezett katasztrófák, balesetek utáni állapot mielőbbi helyreállításának lehetőségeivel foglalkozik.

A biztonság, (így a légiközlekedés is!) – a társadalmi, gazdasági elvárásoknak megfelelően – mindig a teljes rendszer komplex, azaz valamennyi együttműködő elemének vizsgálatával értékelhető. Így, a légiközlekedés is csak akkor tekinthető biztonságosnak, ha annak összes együttműködő eleme folyamatosan, az elvárt megbízhatósági szinten funkcionál. A repülésbiztonságot többnyire a légi katasztrófák számának adott repült időhöz, felszállások, vagy a repülés egyéb meghatározott ciklusainak számához viszonyított értékeivel határozzák meg. Ezzel, a légiközlekedésben az emberi életet veszélyeztető események több mint 98%-a számításba vehető, bár az utóbbi időkben a repülésbiztonsági statisztikai adatok megjelenítésében, értelmezésében egy sor sajátosságot, bizonytalanságot vélnek felfedezni (lásd például az [1][2]-ben

¹ egyetemi adjunktus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, zshorvath@vrht.bme.hu

² Lektorálta: Prof. Dr. Óvári Gyula okl. repülőmérnök, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülőtanszék, ovari.gyula@uni-nke.hu

ismertetett sajátosságokat, problémákat).

A légiközlekedés biztonsága az utóbbi évtizedek dinamikus változó területe, melynek – a rendszer hatósági szabályozása szempontjából – legfontosabb változásait kívánom bemutatni az alábbiakban, első sorban a magyar repüléstudományi kutatások tükrében.

A REPÜLŐSZAKEMBEREK KÉPZÉSE

A repülőszakemberek képzése a biztonság egyik kulcskérdése [3], mely a repülőipar és a légiközlekedés sajátosságai miatt a többi képzési formától jelentősen eltér, mivel:

- egyfelől – teljes terjedelmében – nemzetközi előírások szabályozzák, ide értve a tematikát, a tananyagok tartalmát, a vizsgáztatások módját, a jogosítások (szakszolgálati engedélyek) kiadását és a továbbképzések rendjét is;
- másfelől a repülőszakemberek képzése a teljes nemzetgazdaság érdeke, mivel a szakemberek egy része „pályaelhagyással” a technológia transzfer kulcselemeivé válhat.

E képzésének további fontos sajátosságai, hogy annak egy részét a vállalkozásokon belül oldják meg, további jelentős részében nemzetközileg elfogadott engedélyeket kell megszerezni majd fenntartani, gyakorlat-orientáltak, költségigényük jelentős. Kedvezőtlen, hogy a mai, modern társadalomban csökken az átlag feletti tudást és folyamatos továbbképzést igénylő szakmák utáni érdeklődés.

A nemzetközi és nemzeti előírásoknak három szintje létezik:

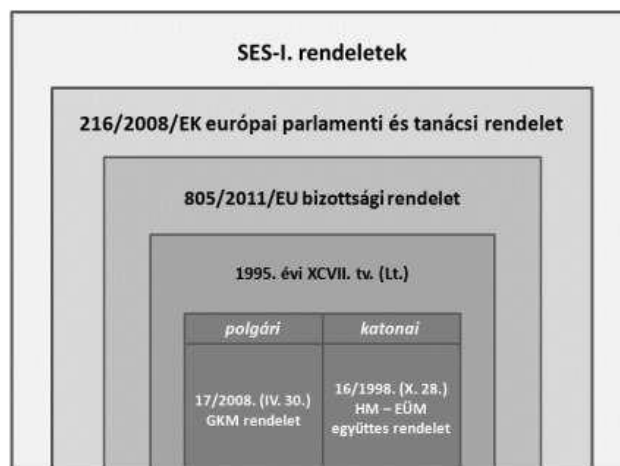
- ICAO (International Civil Aviation Organization, Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet, az ENSZ szakosított szerve) ajánlások, melyeket a jelentős repülési kultúrával rendelkező országok mintegy 90%-ban átemelnek a nemzeti követelményeikbe;
- európai kötelezően betartandó előírások (EASA, EU rendeletek, irányelvek);
- nemzeti szabályozás, melynek igazodnia kell a nemzetközi előírásokhoz, követelményekhez (ezek meglétét pl. az EASA ellenőrzi és minősíti is).

A magyar repülőszakemberek közép és felsőfokú képzési rendszerének sajnálatosan közös, fontos jellemzője, hogy a nemzetközi követelményekben előírt szakmai, kontakt tanóraigénynél 25–40%-kal kevesebbet órakeretet biztosít, így azt magas óraszámú, járulékos szakmai képzéssel kell kiegészíteni. Ráadásul, ezek egy jelentős részében, a megszerzett tanúsítványok (szakszolgálati engedélyek) – igazodva a nemzetközi előírásokhoz – korlátozott időre szólnak.

A magyar felsőfokú repülőszakemberek képzése az 1950-es években teljessé vált ki [4], de az akkor állami vezetés ezt nem kellően értékelte és annak leállításáról még 1956 előtt döntés született. A folyamatok 1990 után csak átmenetileg újultak meg, mivel a BSc–MSc képzésre való áttérés során a repülőszakemberek felkészítése ismét jelentős hátrányba került, annak ellenére, hogy a szakemberek jól látták és jelezték is a kapcsolódó társadalmi, gazdasági elvárások változását [5].

A magyar Nemzeti Légügyi Stratégia [6] készítői 2011-ben külön foglalkoztak a magyar repülőszakember képzés fontosabb kérdéseivel és kiválóan mutatták meg a szakterületet jelenlegi problémáit, feladatait és a követhető fejlesztési stratégiáját. Az ő áldozatos munkájukra jó példa a SES (Single European Sky) rendszer elfogadásával, fejlesztésével kapcsolatos feladataink ismertetése.

A 2000. évben indult SES kezdeményezés alapján elfogadott jogforrások, a légiforgalmi szolgáltatást uniós hatáskörbe utalták. Az emberi tényező pillér keretében lépett hatályba a légiforgalmi irányító szakszolgálati engedélyekre és egyes tanúsításokra vonatkozó részletes szabályoknak, a 216/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet értelmében történő meghatározásáról szóló 2011. augusztus 10-i 805/2011/EU rendelet. A SES–II. keretében a légiforgalmi irányítói szakszolgálati engedélyezés és az egyes tanúsítások részletes szabályait is kidolgozták, mely alapjául szolgál a nemzeti szabályozásnak. Hazánk e kérdéskört törvényi szinten, a légi közlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvény (a továbbiakban: Lt.) 53. §-a, valamint az Lt. felhatalmazása alapján kibocsátott a polgári célú légi közlekedés vonatkozásában a léginavigációs szolgálatot és légiforgalmi szolgáltatást ellátó szakszemélyzet szakszolgálati engedélyéről és képzéséről szóló 17/2008. (IV. 30.) GKM rendelet, a honvédelmi célú légi közlekedés tekintetében az állami célú légi közlekedés szakszemélyzetének szakszolgálati engedélyeiről szóló 16/1998. (X. 28.) HM rendelet szabályozza [7] (1. ábra).



1. ábra A SESE bevezetését támogató (képzéssel kapcsolatos) jogforrások rendszere [7]

A LÉGIKÖZLEKEDÉS BIZTONSÁGA

A légi közlekedés biztonsági stratégiája azonos alapelveken nyugvó, repülésbiztonsági együttgondolkodás eredményeként jöhet létre. Így, annak hosszú távra kell iránymutatást adnia olyan nemzeti szabályozók elkészítéséhez, amelyek alapjaiban határozzák meg minden, a légi közlekedés biztonságára befolyással bíró szereplő részére a követelményeket és normákat, emellett biztosítja a repülésbiztonsági szakmai képzés fejlődését, az erre irányuló szakmai munka megbecsülését és támogatását a legmagasabb döntéshozói szinten is [6].

E cél maradéktalan elérése érdekében aktívan részt kell vennünk az ún. folyamatos monitoring programban (Continuing Monitoring Program – CMP), amelynek eredménye az iparági tevékenységünk megítélésének az egyik alapja lesz a jövőben. Jelentősége abban rejlik, hogy állandó nyomás alatt tartja a tagállamokat, így az erőforrások hatékonyabb elosztására sarkall, hosszútávon pedig garantált eredményt hozó megoldást kínál, s mivel a hibák ismertek, a kijavításukra igen komoly szakmai csapatmunkára, iparági összefogásra és politikai támogatásra van szükség.

A passzív és aktív műszaki megoldások mellett, a repülésbiztonság szavatolásának legfontosabb eleme a jól képzett, kompetens és motivált ember, szakember, szakszemélyzet, illetve az

emberi tényező kikerülhetetlen tárgyköre. Az emberi tényező kérdésében akkor járunk el helyesen, ha a repülési rendszer három alapvető komponensét – „ember-gép-környezet” – tartjuk szem előtt. Ebben a halmazban valósulnak meg a meghatározott munkafeladatok [8], és ez a kapcsolatrendszer mutatja az ember szerepét, az emberi tényező formálásának a fontosságát [9]. Ennek megfelelően az emberi tényezőkkel kapcsolatosan – igen széles kört felölelő – nemzetközi követelményrendszernek kell megfelelni, amelyet az ún. hivatásos terület kivételével igen kevesen tudnak teljesíteni a hazai repülési társadalomban. Míg az orvosi alkalmasság követelményei egzakt módon, jogszabályi szinten megjelennek, ennek követését az illetékes hatóság kimagasló szinten el is végzi, az egyéb emberi tényezők szervezeteken belüli követésének és szükség szerinti javításának igénye még jogalkotói szinten is hiányzik [6]. Az humán faktor tárgyalásánál nem szabad megfélekednünk arról, hogy a légitársaságok olyan területein ahol egyidejűleg több ember, vagy rendkívül nagy értékű berendezések biztonságát érintő kérdések azonnali eldöntése a feladat, komoly biztonsági kockázatot jelent a tevékenység egy bizonyos életkor feletti végzése (légijármű vezetés, légiforgalmi irányítás). Jelenleg nincsen intézményesített, és kellő egzisztenciális biztosítékot szolgáltatató megoldás az adott életkort elérő szakemberek „frontvonalból” való méltányos visszahívására.

Az ICAO CMP auditokon a 10%-os eltérési küszöb teljesítése az elérni kívánt cél. Ezen szint megvalósítása komoly hatékonyságjavuláshoz vezet, amely alapjaiban biztosítja majd a nemzetközi versenyben a hazai légitársasági iparág folyamatos növekedését és eredményességét.

A LÉGITÁRSASÁGI VÉDELME

A repülések biztonsága és védelme szorosan összetartozó jellemzők. A repülésvédelem - azaz a polgári légitársasági jogellenes cselekményekkel szembeni védelme - különösen fontos, a nevezetes 2001 szeptember 11-ei terrortámadások után vált [10]. Az ehhez, szorosan kapcsolódó, rövid távú cél a nemzeti jogszabályok felülvizsgálata, szükséges esetben a hiányzó jogszabályok kidolgozása, valamint a veszélyeztetettséggel arányos védelmi rendszer kialakítása. A schengen-i rendszerrel és a vámellenőrzésekkel való harmonikus együttműködés elősegíti ennek hatékony végrehajtását.

Rövid- közép- és hosszú távú további célok:

- a nemzetközi, valamint a Nemzeti Kritikus Infrastruktúraként azonosított objektumokra vonatkozó előírásoknak való együttes és maradéktalan megfelelés;
- költséghatékonyság elérése és versenyképesség javítása;
- a meglévő párhuzamosságok megszüntetése;
- ügyfélbarát védelmi rendszer kialakítása a védelmi képességek csökkenése nélkül;
- hosszú távon a légitársasági tömegközlekedés minősítése.

A polgári légitársasági sajátossága, hogy működését évtizedek óta kiemelt nemzetközi terrorveszélyeztetettség és fenyegetettség mellett kell fenntartani, mely várhatóan a jövőre nézve is fennmarad. A terrorizmus céljai között azonosítható a félelemkeltés, az erőszak alkalmazása sajátos politikai, etnikai, vallási, stb. célok elérése érdekében, széleskörű nyilvánosság elérésével. Jellemzője továbbá az ún. aszimmetrikus hadviselés, melyben a terrorcselekmények megelőzése,

felszámolása során az arányosság (erő-ellenerő) felborult, kis ráfordítással is nagy károkat képesek okozni, miközben egy-egy öngyilkos merénylővel szemben nagyságrendekkel nagyobb védelmi személyzet alkalmazása szükséges. A polgári légiközlekedés jogellenes cselekményekkel szembeni védelme megjelent az állam nemzetközi kötelezettségvállalásainak körében is. Magyarország 2004. május 1-i Európai Unió-hoz történt csatlakozása óta konkrét, közvetlenül hatályos, a magyar jog részét képező EU-s joganyaggal rendelkezünk. 2004-óta kiépült az EU-s joganyagot ismerő és használó közigazgatási rendszer, az ICAO tagságunkra is tekintettel évtizedek óta használt, közismert nemzetközi egyezményeket alkalmazunk. Ugyanakkor a gyakorlati végrehajtás során problémaként merülnek fel a belső jogi szabályozás súlyos hibái és hiányosságai, az EU határozatok végrehajtásának jogi korlátai, (kiemelten a védett adattartalmú határozatokra), továbbá a Nemzeti Légiközlekedés Védelmi Programok státusza.

A légiközlekedés védelmi rendszere képességeinek megítélése szempontjából objektív képet nyújtanak az ICAO USAP, továbbá az EU-s tagságból fakadó folyamatos ellenőrzések, amelyek az abban résztvevőket folyamatos önellenőrzésre és fejlesztésre is kényszerítik, a megállapításainak megfelelő korrekciós intézkedésekkel. A nemzetközi ellenőrzések egyik meghatározó eredménye és tapasztalata, hogy rámutattak a nemzeti jogi szabályozás súlyos hibáira és hiányosságaira. Mindemellett az is megállapítható, hogy a nemzetközi/EU-s joganyag nem minden esetben elégséges forrás, több esetben nem veszi figyelembe az egyes tagországok eltérő lehetőségeit, sajátosságait, továbbá az egyes nemzetközi egyezményekhez való csatlakozás, illetve nemzetközi szervezetekben (pl. NATO) meglévő tagságunk növelheti hazánk terrorfenyegetettségét. A légi közlekedés védelmi feladatainak szabályozása a nemzetközi kereskedelmi repülések területén teljesnek tekinthető, kockázatként a nemzeti szabályozás hiányosságait azonosítottuk, mivel esetenként a szigorúbb nemzetközi szabályokat alkalmazzuk a nemzeti szabályozási körbe tartozó repülésekre, amely felesleges többlet terhet jelent az érintetteknek. A légiközlekedés védelmi rendszer nem működhet hatékonyan megfelelő kockázat és fenyegetettség felismerő, elemző, felderítő rendszer nélkül, ami nemzeti szinten elvárhatóan:

- korszerű eszközöket, berendezéseket alkalmaz;
- jól képzett humán erőforrással rendelkezik;
- folyamatos ellenőrzés végrehajtásával működik;
- hatékony kockázatelemzéssel segíti a döntések meghozatalát.

Ezzel szemben problémaként azonosítottuk esetenként a jogi szabályozatlanságot, a nem megfelelő felelősségi szabályokat, a párhuzamos hatáskörök és rivalizálás meglétét, a nem megfelelő kommunikációt és ebből adódó információvesztést.

A légiközlekedés védelme kezdetben a terrorizmus elleni küzdelemhez kötődött. A 2000-es években viszont (különösen 2001. szeptember 11-e után) a jogalkotók az emberi jogok felé is nagyobb figyelemmel fordultak, (például a testszkennerek használata, a személyes adatok más szervezetek történő átadása, faji megkülönböztetések problémái) [10]. Egyben sok új nehézség is megjelent. Például néhány éve veszélyként jelentkezik a repülőterek környékén – elsősorban fiatalok által elkövetett – ún. „lézerezés”. Az ez elleni védekezés még nem teljesen megoldott, annak ellenére, hogy súlyos balesetek forrása is lehet [11]. További veszély, hogy néhány katasztrófa-mentes év hamis biztonságérzetet nyújthat, amely késleltetheti fontos változások bevezetését [12].



A légiközlekedési szektorban is hódít a számítástechnika. Az egyre bonyolultabb berendezéseket egyre nehezebb átfogóan tesztelni. A hibásan megírt számítógépes szoftverek sokszor katasztrófák előidézőivé váltak.

A REPÜLÉSBIZTONSÁG ELLENŐRZÉSI LEHETŐSÉGEI, A JUST CULTURE FILOZÓFIA

Az ENSZ Nemzetközi Polgári Repülési Szervezete (ICAO) a repülésbiztonsági audit során, a nemzetközi polgári repülés szabályrendszerének alapját képező Chicagói Egyezmény függelékében (Annex) meghatározott szabványoktól és ajánlásoktól (Standards and Recommended Practices – SARPs) történő eltérést vizsgálja. Magyarország 1969 óta tagja az ICAO-nak és a Chicagói Egyezmény függelékait a 2007. évi XLVI. törvényben hirdette ki. Az SSP (State Safety Program) az állam repülésbiztonsági programja, amely megköveteli, hogy a szervezetek (légijármű üzemben tartó, karbantartó, légiforgalmi szolgáltató, és repülőtér üzemben tartó) az állam által elfogadott repülésbiztonság-irányítási rendszert (SMS - Safety Management System) működtessenek. Az SMS a repülésbiztonság rendszer-szemléletű megközelítése, amely azonosítja a repülésbiztonsági veszélyforrásokat, szükség esetén javító célú intézkedések alkalmazásával biztosítja az elvárható repülésbiztonsági szintet, gondoskodik annak folyamatos nyomon követéséről, rendszeres értékeléséről és az átfogó, teljes repülésbiztonsági szint folyamatos fejlesztését tűzi ki célul. Az SSP által előírt repülésbiztonsági teljesítménymutatók elérését a résztvevő szervezetek az SMS rendszerükön keresztül kell teljesítsék. E teljesítménymutató mérőszámok szolgálnak alapul a tagállam CMA (Continuous Monitoring Approach) keretein belüli felügyeletéhez és ellenőrzéséhez.

Az SMS-SSP szabályozás 2006-tól jelent meg az ICAO követelményekben [6]. Az Európai Unió folyamatosan átvette az erre vonatkozó ajánlásokat és napjainkra egyértelmű követelményként jeleníti meg mind a tagországok, mind a légiközlekedési szervezetek vonatkozásában. Hazánkban időben megkezdődött az SSP-SMS bevezetési folyamata. Ezt indokoltá teszi továbbá az is, hogy az Unió által a légiforgalmi szolgáltatók finanszírozásával kapcsolatban előírt teljesítménycélok között az SMS rendszer működtetése kiemelt helyen szerepeljen. Ennek része és fontos stratégiai cél is egyben, hogy a repülésbiztonsággal foglalkozó szabálykészlet a légiközlekedési balesetek megelőzésére fókuszáljon.

A megelőzés egyik lényeges momentuma az önkéntes jelentési kultúra megerősítése. Mérlegelni kell, hogy az állam büntetőjogi igénye és egy-egy esemény hátterének lehető legteljesebb feltárásának igénye (az ezzel járó büntetlenséggel együtt) között hol húzható meg a határ. A professzionális légiközlekedés (légitársaságok, léginavigációs szolgáltatók, nagy karbantartó szervezetek stb.) területén a Just Culture filozófia bevezetése különös hangsúlyt kap (Just Culture: amelyben a frontvonalai operátorokat és másokat nem büntetik meg cselekmények, mulasztások vagy döntések miatt, amelyek arányosak a tapasztalataikkal, és a képzéseikkel, de a gondatlanság, szándékos megsértés és romboló cselekmények nincsenek tolerálva, amint az, az EUROCONTROL vonatkozó kezdeményezésében is szerepel). A jelenlegi szabályozás nem teszi lehetővé a filozófia átvételét, mert a büntetőszabályozás jelenlegi rendszerében kevés a mozgástér az esetek különbözőségeinek és a súlyossági fokozatainak megítélésére. Az önkéntes



jelentési rendszer fejlődése ellen hat az is, hogy a személyi sérüléssel nem járó, csak absztrakt veszélyhelyzetet gondatlanul előidéző cselekményről szóló információ is azonnal bekerül az igazságszolgáltatás rendszerébe.

LÉGINAVIGÁCIÓ ÉS BIZTONSÁG

Az Egységes Európai Égbolt (Single European Sky – SES) megvalósítása merőben új, komoly kihívások elé állítja a hazai léginavigációs szolgáltatókat [6]. Magyarország tudatosan készül a változásokra, aktív és kreatív résztvevője kíván lenni az integrációs folyamatnak. A légügyi stratégiába szervesen illeszkedik a szektor legnagyobb hazai résztvevője, a Hungaro-Control Magyar Légiforgalmi Szolgálat Zrt. 2015-ig érvényes stratégiája. Ezáltal, a léginavigációs szolgáltatásokra vonatkozó hazai stratégia kulcsfontosságú eleme, a légiforgalmi irányítás világszínvonalú infrastruktúrájának továbbfejlesztése. Bár Magyarország már korábban teljesítette a 2014-re kitűzött uniós minőségi és hatékonysági célkitűzéseket és irányítói kapacitásait, repülésbiztonságát, pontosságát valamint tarifáit tekintve a kontinens egyik élenjáró szolgáltatója, eltökélt szándéka, hogy szolgáltatásainak minőségét tovább növelje. Jelentős, új beruházásai, technológiai fejlesztései révén lépést kíván tartani a forgalom növekedéséből származó komoly kihívásokkal, hogy hosszú távon is az európai léginavigációs szolgáltatók egyik legmegbízhatóbb, leghatékonyabb és legpontosabb szolgáltatója maradjon.

A léginavigációs szolgáltatásokon belüli, hagyományos légiforgalmi irányítói tevékenysége mellett Magyarország gazdag nemzetközi légiforgalmi irányítási oktatási, szimulációs, illetve K+F tapasztalatokkal, hagyományokkal, magasan képzett, gyakorlott oktatókkal és szakemberekkel is rendelkezik. A stratégia másik kulcsfontosságú célkitűzése ezért az, hogy a szabad, illetve az új fejlesztések nyomán felszabaduló kapacitások felhasználásával, kiválasztott partnerekkel közösen létrehozzuk a térség dinamikusan fejlődő oktatási, szimulációs és K+F központját [6]. Egy olyan központot, amelyben a térség valamennyi országa számára biztosítani tudja a légiforgalmi irányítás fejlődéséhez nélkülözhetetlen kutatás-fejlesztési, szimulációs és képzési lehetőségeket. Magyarország céljai messzemenőig egybeesnek az Európai Unió céljaival, azaz, versenyképes, hatékony, pontos, biztonságos légiforgalmi irányítást kíván biztosítani a légitársaságok és az utazóközönség meglégedésére. A közös célok elérése érdekében Magyarország az integráció szolgáltatóba állítja világszínvonalú technológiáját és fejlesztéseit, gazdag nemzetközi oktatási, szimulációs, valamint K+F kapacitásait, tapasztalatait. Magyarország és a HungaroControl minden üzleti lépését, partnereivel közösen végrehajtott fejlesztését az a cél vezérli, hogy a 7 közép-európai országot tömörítő FAB CE legyen Európa egyik legjobb szolgáltatásait nyújtó, legmagasabb műszaki-technológiai színvonalon működő és legelismertebb funkcionális légtérblokkja, amiben Magyarország központi, generatív szerephez jut. E célok támogatása közös nemzeti ügy és fontos állami érdek.

Legújabb hazai fejlesztésként a HungaroControl légtérszimulációs központot épít ki Budapesten. Az új oktatási, szimulációs és kutatás-fejlesztési intézmény létrehozását a HungaroControl és az Eurocontrol 2010. január 31-én aláírt szerződése alapozta meg. A vállalkozás célja, hogy a légi navigációt támogató K+F és szimulációs tevékenység nemzetközi központja legyen, elősegítve a régió országainak szakmai együttműködését a küszöbön álló uniós integráció sikere érdekében. Regionális oktatási, szimulációs és K+F létesítményt állít fel tavasszal a



HungaroControl. Ebben a legmodernebb technológiák segítségével végezhetőek majd el azok a valós idejű, illetve modellező szimulációk, amelyek nélkülözhetetlenek a légtérkezelés és a forgalomirányítás fejlesztéséhez, valamint a szakszemélyzet folyamatos képzéséhez. A központ lehetőséget ad új, légi közlekedési megoldások (például az irányítók munkáját segítő új eszközök) kidolgozására, ezek tesztelésére, illetve jóváhagyásukra is. Hagyományos légiforgalmi irányítói tevékenysége mellett a HungaroControl Zrt. jelentős képzési, szimulációs és K+F hagyományokkal, tapasztalt oktató- és szakembergárdával rendelkezik. Szabad kapacitásai és jelentős beruházásai pedig az infrastrukturális háttérrel biztosítják a tervezett közös központ létrehozásához. Az új vállalkozás lényegében az Eurocontrol tavaly bezárt CRDS (CEATS Research, Development and Simulation Centre) központjának helyét és szerepét veszi át, a HungaroControl megvásárolja a korábbi CRDS központ világszínvonalú berendezéseit.

A magyar léginavigációs szolgáltatások működésének környezetét alapjában az Európai Unió által kialakított SES együttműködés keretei határozzák meg. Az Európai Bizottság által kiadott, a korábban említett SES II. rendeletcsomag olyan intézkedéseket fogalmazott meg, amelyek az európai légiközlekedési rendszer teljesítményének – a biztonsági célkitűzéseken túl – a környezeti hatás, a kapacitás, a költséghatékonyság javítása érdekében hoznak változásokat, hozzáigazítva a szabályozást a műszaki/technikai fejlődéshez.

A funkcionális légtérblokkoknak köszönhetően a légiforgalomban fokozatosan megszűnik az országhatárok miatti széttagolt szolgáltatási rendszer és optimalizálható a repülési útvonalhálózat. A funkcionális légtérblokkok kialakítása hozzájárul többek között a légijárművek által okozott zaj- és légszennyezettség valamint a késések csökkentéséhez, továbbá a költséghatékonyság növeléséhez is.

A légiforgalom irányításával foglalkozó magyar szakemberek – a HungaroControl hathatós támogatásával – megpróbálják behatárolni azokat a szakterületeket, ahol magyar kezdeményezésre születhetnek új megoldások, eljárások [13][16]. Az ilyen kutatás-fejlesztések pedig közvetlen hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a magyar repüléstudomány is nemzetközi szintre emelkedjen.

Különös sajátosság, hogy a hazai viszonyok közt felértékelődnek a pilótánélküli repülőeszközökkel [17][18][19][26] kapcsolatos és a kisrepülőgépes (általános célú és személyes) repülések [2][15][20][21][22][23][24]) forgalom szabályozása. Ezek a területek a kelet-európai térségben - a fejletlenebb úthálózat miatt - fontosabbak lehetnek, mint a nyugat-európai államokban. Itt a magyar hatóság akár kezdeményező is lehet. Különösen, hogy a pilóta nélküli repülőeszközök fejlesztésével a kisgépes repülések biztonságával kapcsolatban egy sor jelentős hazai eredménnyel is büszkélkedhetünk. Igaz még az sem egyszerű, hogyan határozzuk meg a kisrepülőgépek és a személyes repülés hatékonyságát [25], előnyeit.

A magyar repüléstudomány művelői szinten minden fontosabb repülésbiztonsági területen jelentettek meg cikkeket, tanulmányokat [26][27][28].



ÖSSZEFOGLALÁS

A magyar repülésben és annak szakemberképzésében egy sor hátrányos esemény volt az elmúlt években (MALÉV megszűnése, felsőfokú szakemberképzés térvesztése a BSC - MSC rendszerre való áttéréssel, stb.) Ezek következményeit a kedvezőbb események sem tudják eltakarni. Ezért is fontos a gyorsan változó és fejlődő repülésbiztonsággal külön is foglalkozzunk. Itt most a Nemzeti Légügyi Stratégiában felvetett egyes kérdéseknek és a hazai repüléstudományi eredményeknek a rövid bemutatásával igyekeztünk a fejlődés egyes problémáit és fejlesztési irányait kiemelni.

Alapvetően a hatósági szabályozás szemszögével és a szakemberek képzésével foglalkoztunk. A javaslatainkat az egyes fejezetpontok tárgyalásakor már megfogalmaztuk. Általános útmutatóként célszerű kiemelni, hogy a

- légközlekedés egy sor problémával (kapacitás, biztonság, ár stb.) küzd és megújításához új eredeti gondolatokra van szükség,
- az új technológiák bevezetését azonban széleskörű elemzéseknek kell megelőznie, melyben a szakemberek képzése és átképzése is külön szerepel, és
- a műszaki fejlesztést, a hatósági szabályozást és a szakemberek képességeinek a fejlesztését összehangoltan kell végrehajtani.

Ezen gondolatok megvalósítása érdekében ismertettünk a légközlekedés biztonságával kapcsolatos néhány kiemelt sajátosságot.

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. Köszönet érte.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ROHÁCS J., HORVÁTH ZS. CS.: A repülésbiztonság problémája és fejlesztési elvei, lásd ugyanebben a folyóirat-számban.
- [2] JANKOVICS R. I., HATFALUDY L., ROHÁCS D., ROHÁCS J.: Some comments on the aircraft accident statistics, Repüléstudományi Konferencia 2010, 60 Éves a Szolnoki Reülötisztképzés, 2010. április 16., Repüléstudományi Közlemények (HU ISSN 1789-770X), különszáma, 2010 No. 2., 11p.
- [3] Gedeon J.: Az oktatás szerepe a repülés biztonságában és gazdaságosságában Repüléstudományi Közlemények a "Megújuló Magyar Repülőszakember képzés" tudományos Konferencia kiadványa, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, XII. évfolyam 29. szám, 2000/1, ISSN 1417-0604 169 - 176. o.
- [4] ROHÁCS J.: Repülőmérnökök képzése a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, "A Galambtól a Griffmadárig, A magyar katonai repülés története" könyvben (szerk. Dr. J. Szabó), HM Térképészeti és Nonprofit Kft., 2010, ISBN 978 963 257 183 6, 265-283 o.
- [5] ROHÁCS J.: Repülőszakember képzés változó követelményei, Repüléstudományi Közlemények a "Megújuló Magyar Repülőszakember képzés" tudományos Konferencia kiadványa, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, XII. évfolyam 29. szám, 200/1, ISSN 1417-0604 29 - 40. o.
- [6] Nemzeti Légügyi Stratégia, Budapest, 2011, http://www.szrfk.hu/letoltes/nemzeti_legugyi_stratgia.pdf (2012)

- [7] HALÁSZNÉ, DR. TÓTH A., SOMOSI V.: Az Európai Unió és a hazai légitforgalmi irányítói szakszolgálati engedélyezési szabályozás összehasonlítása az állami célú légiközlekedésben, Repüléstudományi Közlemények, ISSN 1789-770, 2012 No. 2., lásd még http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/56_Halaszne_Toht_A-Somosi_Vilmos.pdf (2012)
- [8] POKORÁDI L.: Technikai rendszerek megbízhatósága és biztonsága, Szolnoki Tudományos Közlemények XIII., Szolnok, 2009, http://www.szolnok.mtesz.hu/sztk/kulonszamok/2009/cikkek/Pokoradi_Laszlo.pdf (2011)
- [9] DUDÁS Z.: A repülési biztonságkultúra fejlesztésének lehetőségei a Magyar Honvédség Légieréjében különös tekintettel az emberi tényező formálására, PhD. értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest,
- [10] ERSZENT I.: A nemzetközi légiközlekedés védelme, PhD dolgozat, Pécsi Tudományegyetem, Pécs, 2007, http://doktori-iskola.ajk.pte.hu/files/tiny_mce/File/Archiv2/Ernszt_Ildiko_ertekezes.pdf (2011)
- [11] BÖRTÖN, BÁR FELFÜGGESZTVE, A LÉZEREZŐNEK! <http://iho.hu/hir/borton-bar-felfuggesztve-a-lezerezonek-120827> (2013)
- [12] A REMEK REPBIZTONSÁGI STATISZTIKA LASSÍTJA A VÁLTOZÁST, <http://iho.hu/hir/a-remek-repbiztonsagi-statistika-lassitja-a-valtozast-121024> (2013)
- [13] ORBÁN J.: A kriminalisztikai kivizsgálástan műszaki és eljárásjogi aspektusai, Belügyi szemle: a Belügyminisztérium szakmai, tudományos folyóirata, 60. évfolyam, 2012. No. 10. p. 38 - 55
- [14] MICSKEI T., DUDÁS L., SELLER R.: CRCS alapú radar teszter fejlesztése, Repüléstudományi Konferencia 2010, 60 Éves a Szolnoki Reülőtisztképzés, 2010. április 16., Repüléstudományi Közlemények (HU ISSN 1789-770X), különszáma, 2010 No. 2., 1 - 20 o.
- [15] ROHACS, D., JANKOVICS, I.: Active conflict detection and resolution method for the personal aircraft transportation system, Proceedings of the 12th Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies, 8 - 10 November, 2010, Budapest, Hungary, (edited by Zobory, I.), BME Budapest 2012, ISBN 978 963 313 058 2, pp. 385 - 391.
- [16] BALK, A. D., WEVER, R., GATI, B., GAUSZ, ZS., GAUSZT, T., LUDANYI, L., ROHACS, D., ROHACS, J.: Threat identification and scenarios, deliverable D2.1. of the EU FP6 supported SINBAD project, Amsterdam, Budapest, 2007. pp. 74.
- [17] ZSEDOVITS T., ZARÁNDY Á., VANEK B., BOKOR J., ROSKA T.: Estimation of Relative Direction Angle of Distant, Approaching Airplane in Sense-and-avoid, *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 2013, 69 (1-4). pp. 407-415.
- [18] GATI, B.: Open Source Autopilot for Academic Research – The Paparazzi System, Paparazzi Community, Proceeding of the American Control Conference 2013, 17-19. Juni 2013, Washington
- [19] ROHACS, J., ROHACS, D.: Possible deployment of the UAV in commercial air transport, International Aerospace Supply Fair, 6th International UAV World Conference Frankfurt/Main, Germany, November 6 -8, 2012, Conference Proceedings, AIRTEC international Aerospace Supply Fair, CD-ROM, ISBN 978-3-9422939-08-9, p 1 - 8.
- [20] ROHACS, J.: PATS, Personal Air Transportation System, ICAS Congress, Toronto, Canada, CD-ROM, 2002, ICAS. 2002.7.7.4.1 -7. 7.4.11.
- [21] ROHACS, J., ROHACS, D., JANKOVICS, I.: Safety aspects and system improvements for personal air transportation system, Research and Education in Aircraft Design, READ 2010, International Conference, Warsaw, Poland, June 28-30, 2010, Proceeding CD. ISSN 1425-2104, 22 p.
- [22] ROHACS, J.: Safety aspects of the personal air transportation system, 27th International Congress of the Aeronautical sciences, ICAS (International council of the Aeronautical Sciences), 19 - 24 September 2010, Nice, France, ICAS 2010 CD-ROM Proceedings, ISBN 978-0-9565333-0-2, paper No. ICAS2010-10.7.5. pp. 12
- [23] VOLOSCHUK A., GECSE T., ROHÁCS J., ÓVÁRI GY.: Akrobatikus repülőgép tervezési sajátosságai (Acrobatic aircraft design aspects), XVII. Repüléstudományi Napok Konferencia, 2010 november 11-12, BME Repülőgépek és Hajók Tanszék, Budapest, 2011. ISBN 978-963-313-032-2 (14 oldal)
- [24] ROHACS, D., JANKOVICS, I.: "Development of an Active Conflict Detection and Resolution Method for General Aviation". "Mechanika w lotnictwie, ML-XIV 2010, Tom I." (redaktorzy J. Maryniak, K. Sibilski), Polskie Towarzystwo Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej, Warsaw, 2010. (Proceedings of the XIV Conference on Mechanics in Aviation, Kazimierz Dolny, Poland, 24 - 27 May, 2010.)



-
- [25] ROHACS, J.: Evaluation of the air transport efficiency definitions and their impact on the European personal air transportation system development, Transactions of the Institute of Aviation, Scientific Quarterly 3/2010 (205), "EPATS European Personal Air Transportation Systems - selected issues, Institute of Aviation, Warsaw, 2010, pp 14 - 32, ISSN 0509-6669
- [26] Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek (Szerkesztő Dr. Palik Mátyás) Nemzeti Köszolgálati Egyetem 2013. (ISBN 978-963-08-6923-2) pp. 5-320.
- [27] ÓVÁRI Gy.: Biztonság és repüléstechnikai megoldások katonai katonai helikopterek harci túlélőképességének javítására, *Repüléstudományi Közlemények*, 2005 N^o 17:(2) pp. 1-14.
- [28] ÓVÁRI Gy.: Szállító légi járművek utas- és személyzetmentő biztonságtechnikai berendezései és rendszerei, *Repüléstudományi Közlemények* 2007/2: pp. 1-12.

Rohács József¹ – Horváth Zsolt Csaba²

A REPÜLÉSBIZTONSÁG PROBLÉMÁJA ÉS FEJLESZTÉSI ELVEI³

A repülésbiztonság a modern repülés egyik legfontosabb jellemzője. Manapság egy komoly probléma jelent meg, a repülési kockázat csökkentése közelít a műszaki lehetőségek elfogadható költség-ráfordíthatóságának határához. A repülésbiztonság további fejlesztésének új elveit kell felfedezni és alkalmazni. Ez a cikk az általános repülésbiztonság leírásával és meghatározásával, a repülésbiztonság jövőbeni fejlesztése új elveinek, a fizikai, technikai és nem technikai módszereinek az azonosításával foglalkozik.

PRINCIPLES OF THE FLIGHT SAFETY DEVELOPMENT

Flight safety is one of the most important feature of the modern aviation. Nowadays, there is a serious problem has appeared, reaching the limit of decreasing the flight risk with use of technical possibilities within the accepted cost level. New principles of future development of the flight safety must be discovered and applied. This paper deals with general description and definition of the flight safety generally, identification of the new principles of future flight safety development including the physical, technical and non-technical methods.

BEVEZETŐ

A biztonság, mint a biztonságos szálláshely megszerzése, a terület megvédése már az állatvilágban is ismert és komplex cselekvésv folyamat eredményét jelenteti, melynek értelmezése, értékelése az emberiség egyik legősibb ismeretanyaga. Ennek ellenére, a katonai biztonságon túlmutatóan, a fogalom általánosan, csak az ipari forradalom során kezdett kialakulni. A tényleges tudományos és technológiai forradalom, amely alapvetően megváltoztatta az ember és a természet, valamint az emberek közötti kapcsolatokat a XX. századik váratott magára. Ez vezetett egy új tudomány, a biztonságtudomány létrejöttéhez [1][2][3]. Biztonságnak nevezik a kockázatok, az emberi életre veszélyes helyzetek hiányát.

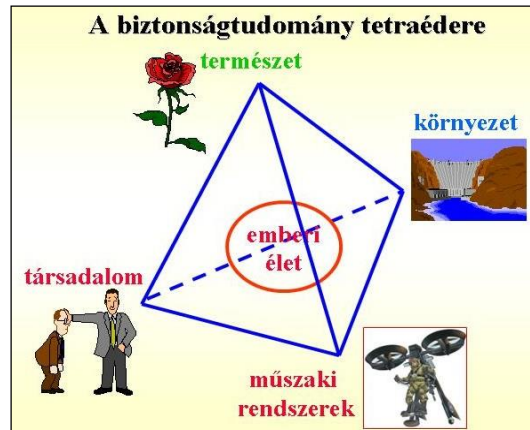
A biztonságtudomány annyira fiatal, hogy még nem alakultak ki az axiómái, nincs egységes fogalmi rendszere, még nem határozták meg az alapvető törvényszerűségeit, vizsgálati módszereit. Miközben a veszélyhelyzetek kezelésére, vagy a kockázatok elemzésére (alapvetően a szabványoknak, követelményeknek való megfelelés vizsgálatára) egy sor eljárás, útmutató létezik [4][5][6][7] még a repüléstudományok terén is. Talán a legáltalánosabb és legegyszerűbb megfogalmazás szerint a biztonságtudomány célja az emberi élet védelme [8][9], melyre kockázatot jelent a természet, az épített környezet, a műszaki rendszerek és a társadalom, azaz a társadalmi, politikai viszonyok (1. ábra). Valójában az igazi kockázatok – részben még a természeti katasztrófák esetében is – az emberi tevékenység generálja. Alapvetően a tudomány és technológia hihetetlenül felgyorsult fejlődése okozza a problémát. Egyfelől az új technológiák,

¹ egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, jrohacs@vrht.bme.hu

² egyetemi adjunktus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, zshorvath@vrht.bme.hu

³ Lektorálta: Prof. Dr. Óvári Gyula okl. repülőmérnök, Nemzeti Közzolgálati Egyetem Katonai Repülőtanszék, ovari.gyula@uni-nke.hu

termékek bevezetésekor nincs elég idő a jelentkező kockázatok teljes körű felmérésére, értékelésére. Másfelől az emberek nem tudnak lépést tartani a tudomány és a technológia fejlődésével. A működtető, karbantartó személyzet nem képes átlátni, megérteni, milyen mértékben veszélyesek az egyre bonyolultabb termelő rendszerek, problémát jelent, hogy a társadalom vélt, vagy valós vitás kérdéseit is a technológiai lehetőségeket maximálisan kihasználva próbálják egyesek megoldani. Ezért az új technológiákat gyakran kellő és eléggé alapos előzetes vizsgálat nélkül alkalmazzák. Végül nagy kérdés, a veszélyhelyzet keletkezése, felderítése, elhárítása mennyire csak műszaki, technológiai probléma.



1. ábra A biztonságtudomány tetraédere

Ez a tanulmány részben a jelenlegi problémák főbb okait, részben a repülésbiztonság fejlesztési elveit próbálja összefoglalni.

I. A REPÜLÉSBIZTONSÁG ÉRTELMEZÉSE

A biztonságtudomány feladata:

- a biztonsági kockázatok feltárása (kockázatbecslési eljárások kifejlesztésével és alkalmazásával);
- a kockázati tényezők, hatások csökkentése (követelmények, ajánlások és szabványok kidolgozásával, biztonságosabb szerkezetek és rendszer-struktúrák kialakításával);
- a kialakult veszélyes helyzetek, katasztrófák következményeinek a mérséklése (mentési, kárelhárítási munkákkal).

Mindhárom feladat sikeres megoldásához új elméleti és gyakorlati módszereket kell kifejleszteni. Ehhez a biztonságtudomány tetraédereként definiált teljes rendszert szükséges vizsgálni, felhasználva a tudomány és a technológia legújabb eredményeit.

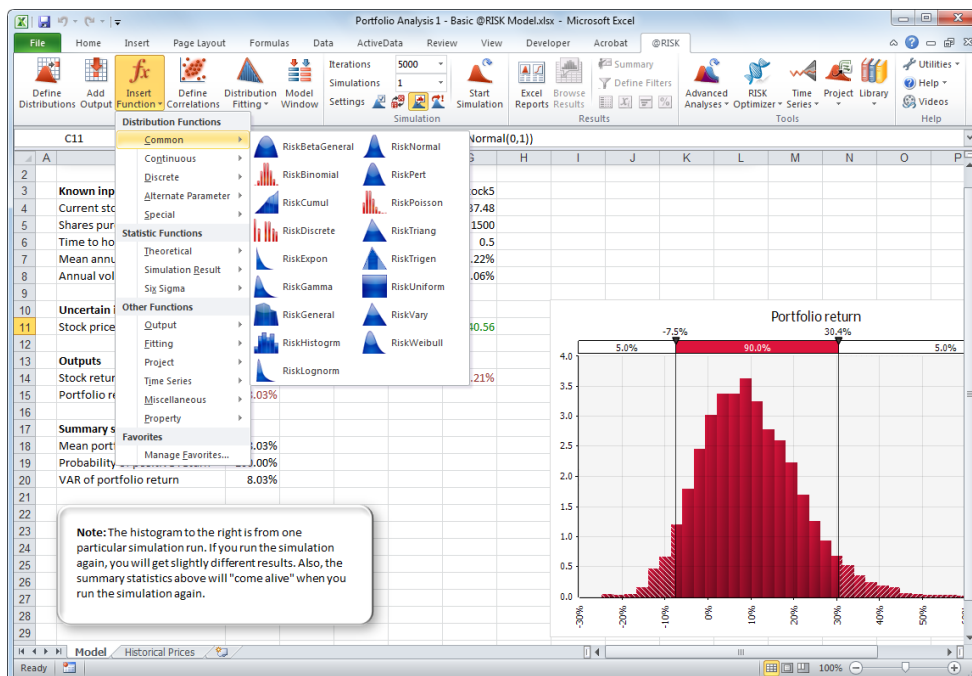
A biztonságtudomány terminológia rendszerével, alkalmazott modelljeivel, vizsgálati módszereivel, mint a tudomány jellegzetességeivel alapvető problémák vannak. Lényegében az egyes alkalmazási területek – így például a repülésbiztonság – kifejlesztették a saját terminológiájukat, vizsgálati módszereiket, számítási modelljeiket, szabályozták a kockázatelemzési eljárásokat, a biztonságos fejlesztés, gyártás és használat feltételeit stb. A biztonságtudománynak, mint szintetizáló, általános tudománynak azonban még nincsenek egységesen alkalmazható elvei, tételei, alapösszefüggései. A legfejlettebbnek a kockázat-elemzési eljárásokat lehet tekinteni.

A repülésben a biztonság tudományának két fontos ága, a repülésbiztonság és a repülésvédelem (azaz a *flight safety* és a *security*) fejlődött ki [10]. Mindkettőt a kockázat megjelenésének a valószínűségével jellemzik. Az első esetben a kockázat olyan váratlan, nem tervezett, és véletlenszerűen megjelenő esemény amely repülőeseményhez, illetve légikatasztrófához vezet. Itt a repülőesemény minden a tervezett és névleges repülési módtól való eltérést, míg a légikatasztrófa a repülőgép megsemmisülését, vagy/és az eseménnyel összefüggő módon minimálisan egy ember elhalálását jelenti. A repülésvédelem olyan - szintén nem tervezett, váratlan és véletlenszerű - kockázatok megjelenésével foglalkozik, melyek jogellenes (pl. gépeltérítés, terrorizmus) cselekmények hatására alakulnak ki, illetve/vagy jogosulatlan, adott tevékenységre fel nem hatalmazott, arra jogosultsággal nem rendelkező személyek okoznak.

Mind a biztonság, mind a védelem terén a kockázatok három sajátos terület szinergiájaként jelenik meg, azaz megkülönböztetnek [10]:

- *fizikai biztonságot* (amely az alkalmazott anyagok fiziko-kémiai tulajdonságaitól, a választott szerkezeti megoldásoktól és a rendszer hierarchiájától, integritástól függ);
- *technikai (vagy műszaki, technológiai) biztonságot* (amit az alkalmazott passzív és érzékelőket, beavatkozó elemeket, szituáció elemzést, meghibásodás detektálást tartalmazó aktív rendszerek biztosítanak);
- *nem-technikai (nem-technológiai) biztonságot* (melyet az alkalmazott előírásrendszer, szabályok, módszerek határoznak meg).

A biztonság tudomány a kockázatok megjelenésének a valószínűségeivel és a bekövetkezett események gyakorisági jellemzőivel írja le a folyamatokat.



2. ábra Kockázatelemző szoftver által alkalmazott sűrűségfüggvények [11]

A kockázatelemzések során egyszerűbb esetekben a kockázat, vagy az esemény megjelenésének valószínűségét exponenciális sűrűségfüggvényt alkalmazva határozzák meg. Teljesebb vizsgálatok során minden eseménytérhez megfelelő eloszlásfüggvényt társítanak (2. ábra) és szimulációs számításokat végeznek.



A kockázatok elemzése alapján határozzák meg a biztonsági követelményeket, melyeket ún. légialkalmassági előírásokban foglalnak össze. Az előírások kiterjednek a tervezésétől kezdve a gyártáson, használaton, karbantartáson keresztül mindenre, ami a repülőgéppel annak létezése során történhet. Az előírások alkalmazása kötelező, az ezeknek megfelelő légi jármű ún. típus és egyedi légialkalmassági tanúsítványokkal rendelkezik, amelynek fizikai és jogi feltételei vannak. Fizikai feltétel, hogy a repülőeszköz jó legyen és alkalmas a biztonságos repülésre, a jogi pedig akkor teljesül, ha a megfelelő típus és légialkalmassági tanúsítványokkal rendelkezik.

A repülőgép-vezetőknek, karbantartóknak, javítóknak is megfelelő alkalmassági bizonyítványokkal, ún. szakszolgálati engedélyekkel kell rendelkezniük. Az is elő van írva, mit tanuljanak, hogyan vizsgálzandók. Ugyanígy a repülőgépeket használó, üzemeltető, a repülőtereket működtető, a légi forgalmat irányító cégek és személyek is megfelelő engedélyek birtokában folytathatják tevékenységüket.

A teljes folyamatot a nemzeti és nemzetközi szervezetek felügyelik, irányítják. Magyarországon az európai szervezetek előírásait és ajánlásait (EASA, EUROCONTROL), kell követni.

Általános érvénnyel igaz, hogy a repülésbiztonság elemi kockázatnak tekinti annak a valószínűségét, hogy 1 millió repült óra alatt egy katasztrófa következik be. Lényegében erre épül az egész légialkalmassági előírásrendszer és a repülés teljes rendszerének a megszervezése, működtetése, ide értve a repülőgépek használatát, kiszolgálását, karbantartását, a légi forgalom irányítását, a repülőterek működtetését, az utasok, csomagok, szállítandó teher, veszélyes áru kezelését, a személyzet kiképzését, a repülőgépek és az üzemeltetési rendszerek fejlesztését stb.

A repülőgépet úgy készítik és üzemeltetik, hogy célfeladatát (utasok szállítását) minél hosszabb ideig, minél kisebb költséggel, az előírt biztonsági szinten ellássa. Itt a minél kisebb költség a hatékonyság, profitabilitás feltétele és – a legújabb szemléletek lapján – magába foglalja a biztonsággal, repülésvédelemmel és a környezetterheléssel kapcsolatos aktuális és hosszabb távú (a fenntarthatóság igényeit kielégítő) követelmények és előírások miatti ráfordításokat is. Az előírt biztonsági szint az elemi kockázat.

Az elemi kockázat abból a tényből indul ki, hogy az emberek „elfogadják” azt a kockázatot, ha 100 000 emberből 1 elhalálozik egy adott esemény során. (Ha ez nem így lenne, akkor senki se vállalkozna arra, hogy meleg nyári hétvégén személygépkocsival menjen le Budapestről a Balatonra.) Ebből, a katasztrófák gyakoriságát, annak bekövetkeztekor a túlélés valószínűségét figyelembe véve származtatható a repülési kockázat. Az elemi kockázat azt is jelenti, hogy erre kell méretezni a repülőgépet. A sárkányszerkezet esetében pl. azt a maximális terhelést kiváltó széllel kell számításba venni, mellyel a repülőgép – előírásos feltételek mellett végrehajtott repülés során - egy millió repült óra alatt maximum egyszer találkozhat. A légialkalmassági előírások rögzítik azokat az általános elveket, szabályokat, gyakorlati megfontolásokat, melyeket alkalmazva a repülőgép biztonságosan fog repülni. Természetesen a repülőgép egyes elemeire ennél nagyobb kockázat is elfogadható, de akkor ezeket párhuzamosan kötve kell biztosítani, hogy a katasztrófa kockázata ne haladja meg a légialkalmassági előírásokban megkövetelt értékeket.

A gyakorlatban a repülőgépet tervező és használó technikusok, mérnökök „túteljesítik” a feladataikat. A repülés kockázata a repülőgép típusától és az üzemeltető vállalat sajátosságaitól

függően nem haladja meg a 10^{-7} – 10^{-9} értéket. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy egy Budapest – Párizs repülőút kockázata 20–40-szer kisebb, mint a – forgalomtól függően – kijutni a városközpontból a repülőtérre.

A sport, vagy a kedvtelési repüléskor a repülőgépvezetők az elemi kockázatnál magasabb értéket is elfogadnak. Ugyanakkor az általános repülés (menetrendszerű kisgépes repülés, légitaxi, repülőgépbérlés) során az utasok ugyanazt a repülésbiztonságot elvárják, mintha nagyobb repülőgépeket használnának.

2. A REPÜLÉSBIZTONSÁG JELLEMZÉSE ÉS ELEMZÉSE

Repülésbiztonságnak nevezik a levegőben történő mozgás során, a komplex emberi és műszaki tevékenység eredményeként létrejött, az adott körülmények között optimális működőképességet, illetve e működőképesség megtartásának valószínűségét.

A repülőeszközök repülésük során a következő helyzetek valamelyikében vannak [12]:

- *normál repülés*, amikor a repülőgép és annak minden eleme az előírt, azaz normatív – a dokumentációkban, üzemeltetési utasításokban előre rögzített – állapotban van, képes teljesíteni célfeladatát (pl. biztonságosan szállít utasokat A-ból B-be);
- *anomália*, a rendszer-jellemzők a gyártási és üzemeltetési dokumentációkban előírt névleges értékektől oly mértékben térnek el, melyek még az előírt tűrési mezőben vannak ugyan, de a hagyományos értelemben vett irányítástechnikai módszerekkel már nem kezelhetők;
- *üzemzavar* esetén a repülőgép berendezései, elemei, rendszerei közül egy, vagy több elvesztette előírt állapotát, de a repülési célfeladat biztonsággal teljesíthető (pl. párhuzamos rendszer egyik ága, vagy a tartalék rendszer üzemel);
- *veszélyes állapot* (vészhelyzet), a légi eszköz olyan eleme, berendezése, vagy rendszere, esetleg ebből egyszerre több is meghibásodott, amely hiányában a célfeladat – az eredetileg tervezett formában – biztonságosan nem teljesíthető, vészhelyzeti megoldásokhoz kell folyamodni (pl. a hermetikus utastér dehermatizációjakor vészsüllyedéssel, igen rövid idő alatt kell áttérni az utasok számára biztonságos repülési magasságra);
- *baleseti helyzet*, a légi eszköz oly mértékű károsodása (pl. hajtóműtűz), hogy a katasztrófa csak – a repülőgépvezetők számára rendkívüli fizikai és pszichikai megterhelést jelentő – ún. vészleszállással kerülhető el;
- *katasztrófa helyzet*, elkerülhetetlenül olyan repülési esemény következik be, mely során a gép javíthatatlanná válik vagy/és – legalább – egy embernek az eseménnyel összefüggő halálához vezet az esemény utáni 10 napon (más előírások szerint egy hónapon) belül.

Az előzőekben felsoroltak egymástól jól elkülöníthető, diszkrét állapotokat határoznak meg, bár a használt elnevezések némileg eltérnek a nemzetközi és a leggyakrabban hivatkozott amerikai előírásoktól, melyek a *major* (több halálos áldozat, vagy minimum egy haláleset és a gép súlyos sérülése), *serious* (minimum egy halálos áldozat, vagy minimum egy súlyos sérült és a gép alapvető sérülése), *injure* (nincs halálos áldozat, de minimum egy fő súlyosan sérült, míg a repülőgép sérülése nem súlyos), *damage* (nincs haláleset, nincs súlyos személyi sérülés, de a

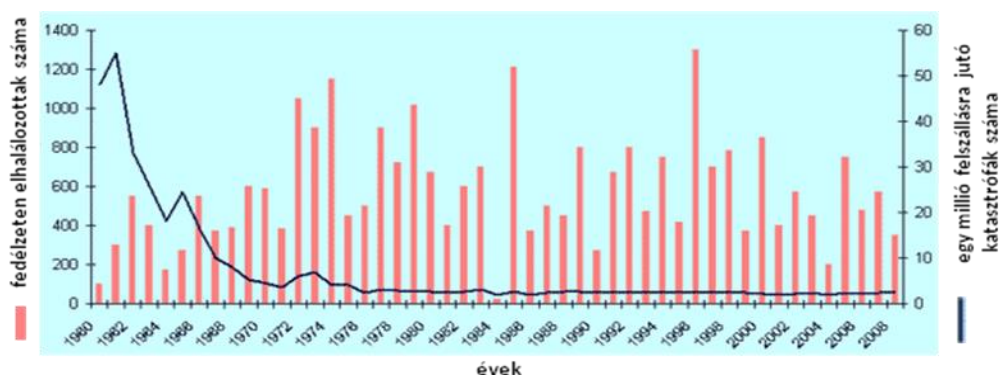
repülőgép alapvetően károsodott) megnevezéseket használják. A másik gyakran alkalmazott megkülönböztetés szerint a baleset lehet *fatal accident* (minimum egy halálos áldozat van az esemény következtében) és *accident* (amikor nincs haláleset).

Általánosan fogalmazva repülésbiztonságnak nevezik a légi eszköz azon tulajdonságát, hogy előírásos repülése közben nem következik be katasztrófahelyzet. A repülésbiztonságot egy valószínűségi mutatóval jellemzik, mely szűkebb értelemben annak a valószínűsége, hogy a repülés közben nem áll elő a katasztrófahelyzet feltéve, hogy:

- a repülőgép adottságai megfelelnek az adott célfeladat végrehajtására;
- a repülőgépen minden előírt karbantartási, javítási és utómunkát elvégeztek,
- a repülőgép minden eleme, berendezése, rendszere 100%-osan az előírásos állapotú;
- a repülőgépet a repülésre megfelelően előkészítették;
- a repülést végrehajtó személyek megfelelően kiképzettek, részükre a repülés engedélyezett;
- a repülési körülmények (repülőtér, légirányítás, légköri viszonyok) megfelelnek a repülőgépre és a repülőgép személyzetére előírtaknak, engedélyezettnek.

Tágabb értelemben nem vizsgálják a felsorolt feltételek meglétét, nem tesznek különbséget abban, milyen ok váltja ki a katasztrófát. Ilyenkor a repülésbiztonsági mutató lényegében nem a repülőgépet, hanem a repülés teljes végrehajtását jellemzi.

A repülésbiztonságot szokás még a 100 ezer repült órára, vagy a 100 ezer, esetleg egy millió felszállásra jutó katasztrófák számával, az egy millió teljesített utaskilométerre jutó halálesettel stb. jellemezni. Fizikai és gazdasági szempontból a légitársaságok használják még az 1000 repült órára jutó meghibásodások számát (többnyire a repülőgép egyes rendszereire és a meghibásodás kiváltó okokra szétbontva) és a 100 felszállásra jutó 15 percnél nagyobb késéssel induló felszállások relatív gyakoriságát.



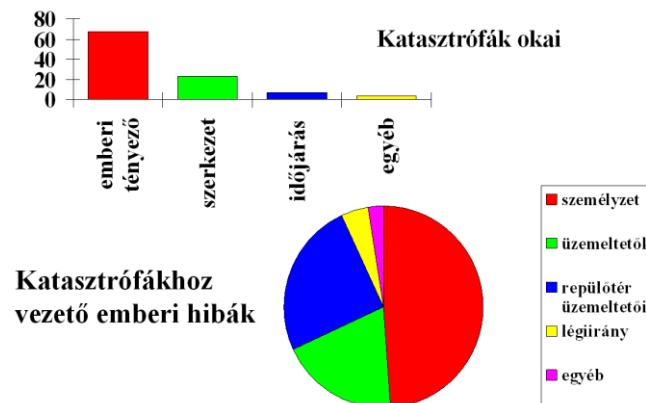
3. ábra Repülésbiztonsági kockázatok [13]

A 3. ábra megmutatja, hogy a repülési kockázat (azaz az egy millió felszállásra jutó katasztrófák száma) az 1980-as évekre – igaz eléggé alacsony értéken, de – stabilizálódott. Elfogadható költségszinten nincsenek olyan műszaki, technológiai megoldások, melyek tovább csökkentenék a repülési kockázatot.

A repülésbiztonságot előzetesen kockázatelemzéssel, hibafa-analízissel, modellvizsgálattal stb., illetve a tényleges üzemeltetési adatok alapján határozzák meg.

A repülésbiztonság 100%-os nem lehet. A bonyolult ergatikus rendszer (ember-gép-környezet) minden esetben tartalmaz hibát, meghibásodást. A katasztrófahelyzet kialakulásának valószínűsége ugyan kicsi, de – sajnos – annak valószínűsége, hogy nem lesz üzemzavar-állapot, szintén nem túlságosan nagy (egy két órás repülőúton mindössze 15–20%).

A tudományos kutatás (repülőgépek mozgásának elemzése a kormányzás elvesztése után, törésvizsgálatok) és fejlesztés (energiaelnyelő szerkezetek, éghetetlen anyagok stb. beépítése) eredménye, hogy a katasztrófahelyzetbe kerülő repülőgépen utazók un. túlélési valószínűsége az utóbbi 25 évben a kezdeti 25–30%-ról, a rendkívül kedvező 75–90%-ra nőtt.



4. ábra Légikatasztrófák kiváltó okai [14]

A repülésbiztonsági sajátosságok tanulmányozását segíti a légi katasztrófákhoz vezető okok megismerése [12][14]. A statisztikai adatok elemzése (4. ábra) azt mutatja, hogy:

- csak minden ötödik katasztrófa okolható a repülőgépek szerkezeti meghibásodásaival, törésével;
- rossz, vagy hirtelen megváltozott meteorológiai viszonyok, sajátos légköri jelenségek (villámlások, szélnyírás stb.) mindössze minden huszadik katasztrófánál jelentkeznek ki-váltó okként;
- esetenként a katasztrófa okaként egyéb, többnyire ki nem derített okot jelölnek meg;
- a katasztrófák több, mint hetven százaléka az emberi hibák, mulasztások következménye;
- az emberi tényezők miatti katasztrófák majd felét a repülőgépek személyzete okozza;
- az emberi mulasztások terén második helyen, az esetek negyedével a repülőter-i szolgálato-k találhatók;
- a repülőgépeket kiszolgáló műszaki személyzet csak a katasztrófák ötödéért okolható;
- a kiemelten kezelt repülésirányítás során elkövetett emberi hibák a légi katasztrófák 4–5%-ánál vélelmezhetők kiváltó okként;
- a katasztrófák döntő hányada a repülés utolsó fázisában, a leszállást közvetlen megelőző bevezetés és földetérés során, illetve az ezt követő kigurulást tartalmazó 3–5 perc alatt következik be;
- minden katasztrófát minimum 4–5 hiba előz meg, melyekben az első többnyire komolyabb következményekkel nem jár, de az elkövetése utáni helytelen cselekedetek, hibák már döntő szerepet játszanak.

Ezen megállapítások rámutatnak, hogy a technológiai fejlesztések mellett egyre fontosabbá válik egyfajta biztonsági filozófia kialakítása és a biztonság menedzselése.

3. A REPÜLÉSBIZTONSÁG ÉRTÉKELÉSI SAJÁTOSÁGAI

A repülésbiztonság és védelem az európai repüléstudományi kutatás - fejlesztés kiemelt területe [15], melynek vizsgálatával, fejlesztésével több magyar kutató is eredményesen foglalkozik, ide értve a terület kockázatelemzését [16][17], egyes specifikus kérdéseit, mint a madárral ütközés veszélyét [18][19], általában a mentőfelszerelésekkel [20], vagy a légiközlekedés sajátos, jellemző problémáival, mint a repülőgépvezetők repülésbiztonság szempontjából kritikus paramétereinek meghatározása [21], a kisméretű repülések esetleges konfliktus helyzeteinek detektálása [22]. Többen foglalkoznak természetesen az előírásokkal és azok betartásához szükséges tevékenységek szervezésével [23][24] is.

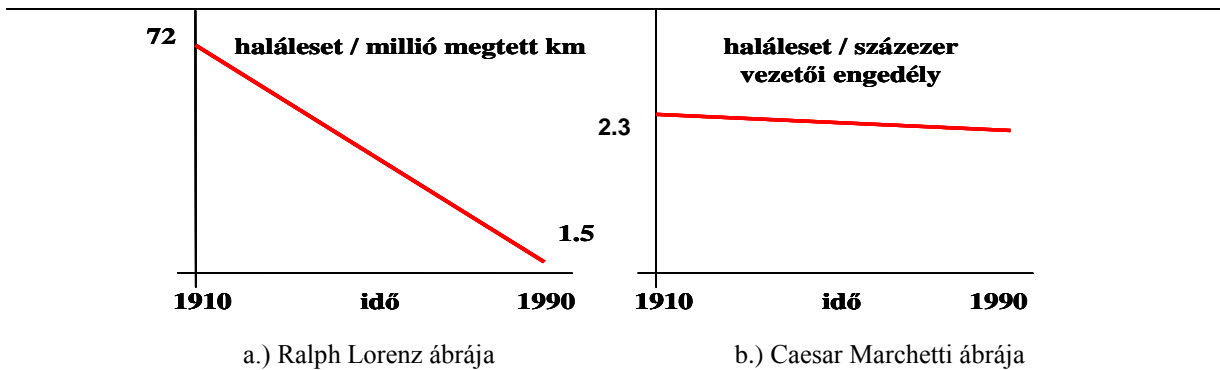
A mai felgyorsult fejlődés során, a légiközlekedésben, a repülésben egy sor sajátos probléma jelent meg. Ezek többsége közvetlen hatással van a repülések biztonságára is, közülük legalább az alábbi hármat célszerű kiemelni:

- a repülésbiztonság értékelési sajátosságai;
- a kockázat-elemzés hibái;
- a repülésbiztonság alapvető problémája.

A közlekedési eszközök biztonságának sajátossága, hogy speciális adatfeldolgozással, általában a futásteljesítményhez, vagy a repülésben, a felszállások számához viszonyított baleseteket, halálos baleseteket, katasztrófák számával jellemzik. A 3. ábrán is látható módon, ilyenkor ugyanis a biztonság a fejlődéssel együtt szépen javul, de legalábbis stagnál.

John Vanston, a Technology Future Inc. elnöke az előrejelzési modellel foglalkozva [25] érdekes tényre hívja fel a figyelmet. Ralph Lorenz, a technológiai előrejelzés egyik úttörője, 1993-ban, a személygépkocsi balesetek során elhunytak számának a drasztikus csökkenését, a közlekedés biztonságának a növekedését az 5.a. ábrán bemutatott grafikonnal jellemezte [25]. Ezek szerint 1910 és 1990 közt az 1 millió megtett km-re jutó halálesetek száma alapján, állandóan javult a (személygépkocsit használók esetében) a közlekedés-biztonság és a jövőben is ez a trend marad. Ezzel szemben Caesar Marchetti, az Institute of Applied Systems Analysis neves kutatója, az 5.b. ábra szerint egy teljesen más grafikonnal írta le a személygépkocsit használók halálos balesetbe kerülésének a kockázatát. Ez az ábra azt mutatja, hogy a 100 ezer vezetői engedéllyel rendelkező személyre vonatkoztatva a személygépkocsi balesetekben évente elhalálozottak száma ugyanazon 80 év alatt lényegében változatlan.

Az 5. ábrát tanulmányozva belátható, hogy az új tudományos és technológiai eredmények alkalmazásával a személygépkocsik sebessége, biztonságos vezetése, futásteljesítménye nagymértékben nőtt. Ennek tudható be, hogy ma a megtett útra vonatkoztatva jóval kevesebb haláleset jut, mint a korábbi időkben. Ugyanakkor a vezetői engedéllyel rendelkezők számához viszonyítva a baleseti statisztika alig változott.



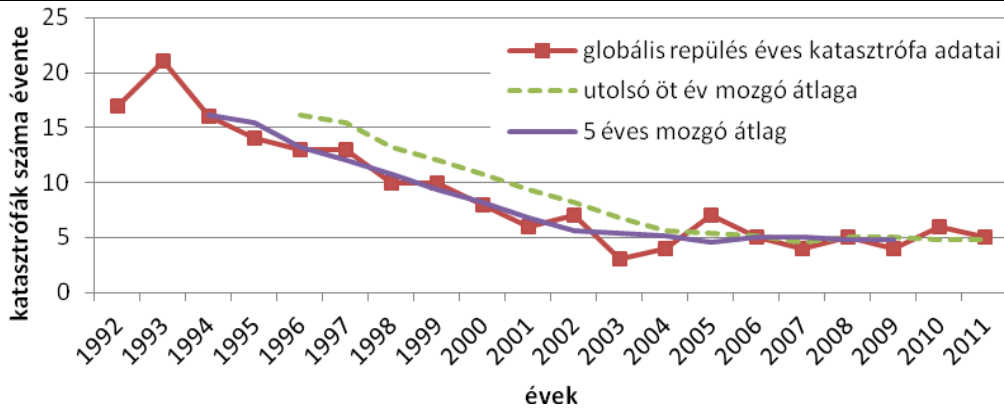
5. ábra A személyautó közlekedés elfogadott biztonsági szintje az éves baleseti statisztikák alapján [24]

Ennek az érdekes statisztikai adatsor-változásnak a legfőbb okát abban lehet keresni, hogy az emberek elfogadják azt a baleseti szintet, amikor éves szinten tízezer személygépkocsi vezetői engedélyre vonatkoztatva 2–3 fő közúti balesetben halálozik el. Amennyiben a technológiai szint gyors javulása miatt ez az érték jelentősen csökken, akkor a közvélemény „kiköveteli” pl. a megengedett maximális sebesség növelését, a fiatalabb korosztálynak a jogosítvány megszerzését, vagy éppenséggel tolerálja a „diszko-baleseteket”, eltűri, hogy a közutakon ilyen mértékű legyen a tehergépjármű forgalom, miközben az EU-ban a halálos közlekedési balesetek 30%-át teherautó vezetők okozzák, és így tovább.

Az 5.b ábra grafikonjának a magyarázatához persze az is hozzátartozik, hogy a személygépkocsik éves átlagos futásteljesítménye is növekszik. Az 5. ábra alapján az is belátható, hogy a gépjárművek használati tulajdonságainak (sebességének, dinamizmusának, a fordulóknál válalható nagyobb sebességnek, stabilitásnak) a növelésével járó másik következmény: a biztonsági felszereléseket úgy kell kiépíteni, hogy az új dinamikusabb autók vezetői ne vállaljanak többlet kockázatot. Az új autókban lényegében relatíve csökkenő eladási áron egyre több a biztonsági felszerelés (pl. folyamatosan nő a légzsákok száma).

Az 5. ábra mutatja, hogy a statisztika, a repülésbiztonsági adatok elemzése egy összetett probléma [26]. Egyfelől pontosan kell meghatározni, milyen adatokat, milyen céllal és milyen módszerrel dolgoznak fel. Másfelől meg kell érteni a kapott grafikonokat, az azokból levonható következtetéseket. A 6. ábra például jól mutatja, hogy a helytelenül megválasztott közelítő függvények eléggé eltérő eredményeket jelenítenek meg. Az EASA kiadványában [27] az utolsó 5 év átlagával „simítják” a valós statisztikai adatokat, és ezzel kissé időben is „hátrébb tolják” az esetleges változások hatását. Ezzel szemben az 5 éves mozgó átlag (amikor az utóbbi 5 adat átlagát a számításba vett adatok középső, harmadik értékeként kezelik) gyorsabban jelzi a statisztikai adatok változásait, a statisztikai adatokkal vizsgált folyamatok sajátosságait.

A repülésbiztonsági statisztikai adatokat természetesen az 5. ábrán bemutatott elvhez hasonlóan is meg lehet adni. Széles körben ismert az a tény, hogy az általános (közforgalmon kívüli) repülésben majd hatszor annyian veszítik életüket egy millió repült óra alatt, mint a légitársasági vállalatok menetrendszerű és menetrenden kívüli (charter) járatain [28].

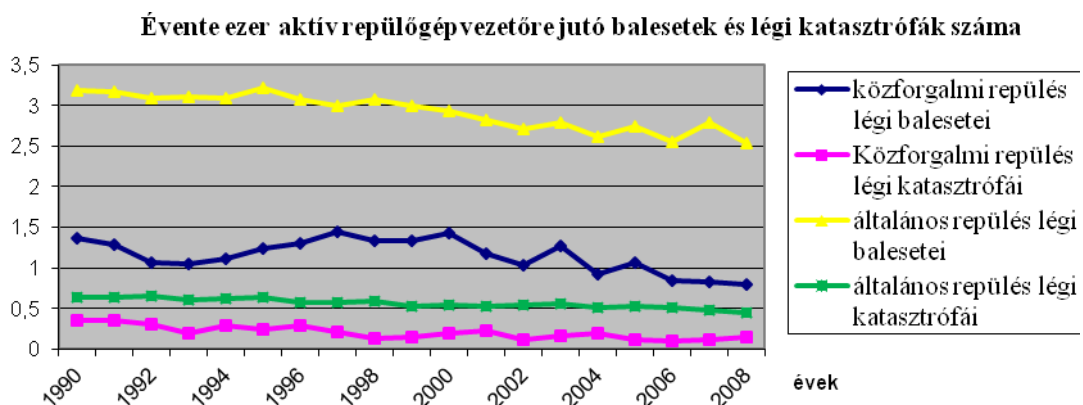


6. ábra A repülésbiztonsági adatok „simítása”

Teljesen más és új megközelítést jelent, ha a repülésbiztonsági adatokat másképp ábrázolják [10][29][30]. A 7. ábra tanúsága szerint, figyelembe véve, hogy:

- az általános (kisgépes) repülésben – többnyire – csak egy, míg a közforgalmi repülésben pedig két fő vezet a repülőgépet;
- a kisgépes repülésben a repülési idő, illetve távolság lényegesen kisebb, ezért a gépek egy millió repült óra alatt lényegesen több felszállást hajtanak végre, és így relatíve sokkal több időt töltenek a veszélyesebb fel- és leszállások végrehajtásával,

már nem olyan egyértelmű az általános repülés kisebb biztonsága.



7. ábra Az aktív (rendszeresen repülő) repülőgépvezetők „szerepe” a légi balesetekben és katasztrófákban

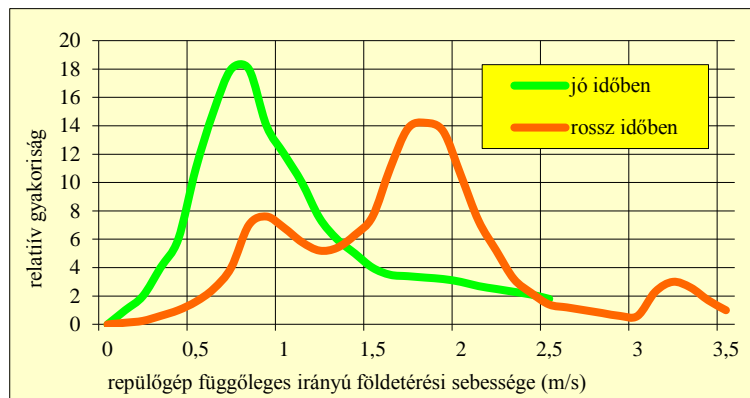
4. A KOCKÁZATELEMZÉS HIBÁI

A repülésbiztonság a teljes légiközlekedési rendszerre jellemző tulajdonság, mely magába foglalja annak elemei – a tervezők, gyártók, minősítők, a repülőgépek, valamint azok vezetői, karbantartói, javítói, a repülőterek, a logisztikai központok, a légiforgalmi irányítás, a légiközlekedési vállalatok, a hatóságok, sőt még az utasokat, az utazás szervezőket stb. – rendkívül nagyméretű, komplex kapcsolatrendszerét. Egy ilyen bonyolult technogén rendszer bármely elemének működési rendellenessége elindíthat egy olyan változássorozatot, mely végül baleset, katasztrófa, vagy katasztrófa-hoz vezethet. Érthető, a rendszer és elemeinek a tervezésétől, a rendszer integráció biztosításától kezdve a gyártáson, az üzemeltetésen (használaton, karbantartáson, javításon) át

a rendszerelemek közötti együttműködést biztosító kapcsolatig, az *ember – gép – infrastruktúra – infókommunikáció – irányítás* egységes és integrált megvalósításáig mindenre kiterjedő kockázatelemzést kell végrehajtani. Ennek célja, hogy időben felismerhetőek legyenek azok a sajtósságok, esetleges hibák, melyek komoly biztonsági problémákhoz vezethetnek.

A kockázatelemzésnek nincs egyszerű és egységesen alkalmazható módszere, eljárása. Az elérhetőek gyakorlati alkalmazásakor viszont egy sor hibát lehet elkövetni. Ezek, – az eddigi elemzések szerint [31][32] – alapvetően a következő csoportokba sorolhatók:

- a kockázati tényezők hiányos felmérése (nem releváns kockázati tényezők megállapítása, gyakran fontos tényezők kihagyása a vizsgálatokból);
- a kockázati modellek leegyszerűsítése (a meghibásodások idejének, a paraméterek szórásának az eloszlását leíró sűrűségfüggvények hiányos ismerete miatt gyakran a hibát okozó eltérések, a meghibásodások megjelenési idejét exponenciális eloszlással közelítik);
- nem elemzik az egyes jellemzők eloszlását leíró sűrűségfüggvények végeit (a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a sűrűségfüggvények végein – a várttól eltérően - nem egyszerűen nullához tart a függvény, hanem gyakran egy külön „kisfüggvény” jelenik meg (8. ábra), mely közvetlen befolyásolja a veszélyhelyzetek megjelenését. A gyakorlat azt mutatja, hogy az operatorok, gépek, alrendszerek okozzák a veszélyhelyzeteket, melyek jellemzői, a vizsgált mutatókat approximáló sűrűségfüggvény végeire esnek);



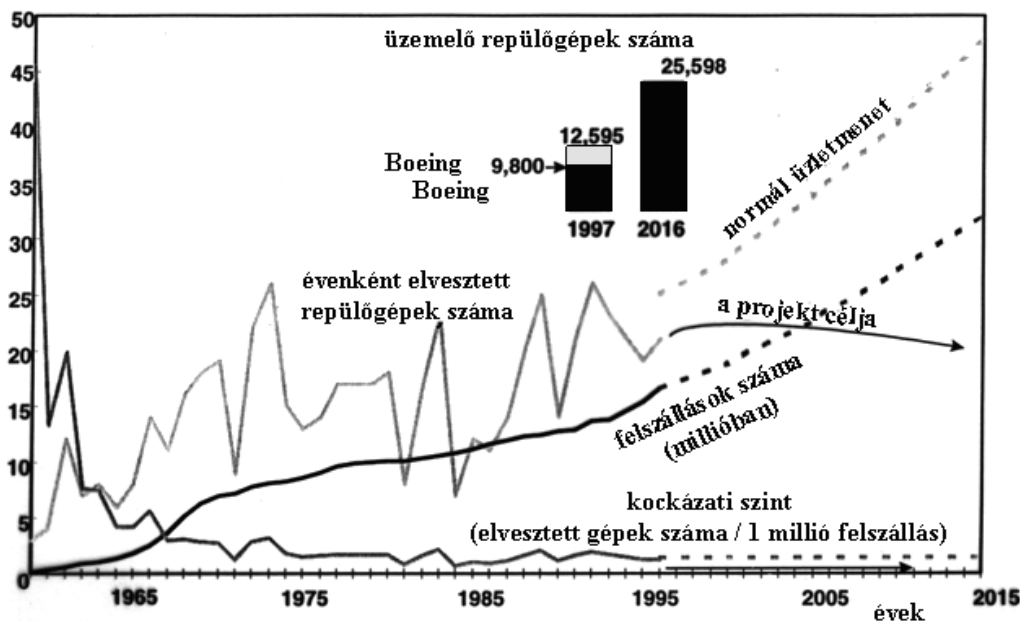
8. ábra: A repülésbiztonsági adatok „simítása”

- nem vizsgálják az anomáliákat, a meghibásodások kezdeti szakaszait (miközben a névleges jellemzőktől való eltérés észlelése után a veszélyhelyzet bekövetkezésének a valószínűsége 20–50-szer, esetenként akár 500-szor nagyobb);
- nem vizsgálják az együttes hibák megjelenését (a kockázat-elemzések során általában csak függetlenek megjelenésével számolnak, miközben a gyakorlat az, hogy az első hiba megjelenése után a második, az elsőtől elvileg független megjelenésének valószínűsége a szokásos érték 40–100-szorosára nő);
- nem számolnak a hibák, meghibásodások számával (pedig egy veszélyhelyzet bekövetkezését 3–5 egymástól elvileg független, de egy időben jelentkező hiba, meghibásodás váltja ki);
- nem számolnak azzal, hogy a veszélyhelyzetek kialakulását 50–70%-ban befolyásolják a fals jelzések, információk;

- nem veszik figyelembe, hogy a veszélyhelyzetek jelentős (60–80%-át) emberi mulasztás is befolyásolja, mégpedig úgy, hogy az ember, az operátor többnyire elkerülheti a hibák elkövetését;
- nem veszik figyelembe a beavatkozás lehetőségét a kezdeti szakaszban.

5. A REPÜLÉSBIZTONSÁG ALAPVETŐ PROBLÉMÁJA

A 3. ábra grafikonjából érdekes következtetést vonható le: a repülési kockázat egy eléggé alacsony szinten stabilizálódik, műszaki megoldásokkal – elfogadható költségszinten – tovább (legalábbis forradalmi új megoldások hiányában) már nem csökkenthető. Ugyanakkor a repülőgépek száma folyamatosan növekszik, ezzel együtt a felszállások száma is emelkedik. Ez, azonos kockázati szint (azaz az egy millió felszállásra jutó katasztrófák száma) esetén a tényleges katasztrófák számának a növekedését eredményezi [33][34][35]. Az előrejelzések szerint hamarosan akár heti egy nagy (széles törzsű nagy utasszállító repülőgép) légi katasztrófájával számolhatunk. Egyben ezt tekintik a repülésbiztonság alapvető problémájának (9. ábra).



9. ábra Repülésbiztonság várható alakulása (a NASA előrejelzése alapján [33])

A probléma megoldása a légi katasztrófák abszolút számának a szinten tartása, esetleges csökkentése. A megoldásra a lehetőségeket

- a katasztrófa-helyzet kialakulásához vezető folyamat korai felismerése;
- új, első sorban menedzsmenti módszerek alkalmazásával a katasztrófahelyzet kialakulásának a megakadályozása, illetve a folyamatok kezelése az esetleges hátrányos következmények csökkentése érdekében, valamint
- ezek alkalmazásához szükséges feltételek kialakítása

teremti meg. Egy lehetséges példa: folyamatosan figyelni (monitorozni) lehetne a légiforgalmi irányítók forgalmi leterheltségét és mentális (pszicho-fiziológiai) állapotát. Amennyiben valamilyen komolyabb légiforgalmi probléma jelentkezne, el lehetne dönteni, hogy a légiforgalmi

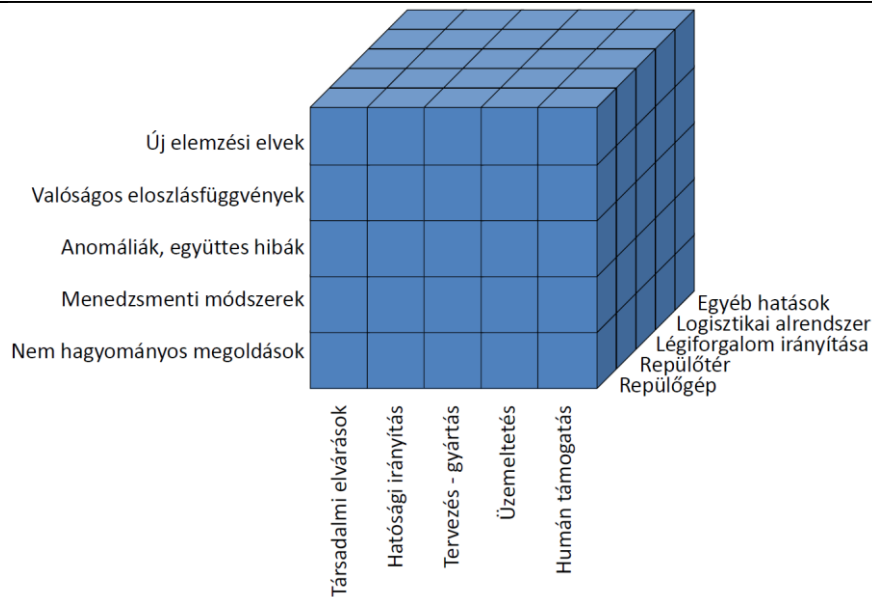
irányítók leterheltsége és mentális állapota lehetővé teszi ennek megfelelő kezelését, vagy célszerű lenne az egyik, esetleg mindkét irányítót „lecserelni” és pihentebbekre, tapasztaltabbakra bízni a rendkívüli helyzet megoldását. További lehetőség, hogy a probléma kezelését egy tapasztalt légitforgalmi irányítóra lehetne bízni, míg a többiek folytatnák valamennyi, ebben nem érintett repülőgép forgalmának az irányítását.

6. A REPÜLÉSI BIZTONSÁG FEJLESZTÉSÉNEK ELVEI

A repülésbiztonság fejlesztésének elveit pontosan az itt feltárt sajátosságok és a biztonság alapvető problémája határozzák meg. Röviden, a repülésbiztonság fejlesztésének elvei célszerűen egy három dimenziós mátrix (kocka) elemeiként adhatóak meg (10. ábra). Ennek elein az egyes elemek elnevezése a következőket jelenti:

Függőleges él – elvek:

- *új elemzési elvek* - a repülésbiztonság értékelésére (a statisztikai adatok elemzésére) alkalmazott eljárások átértékelése, új elvek, mint az aktív repülőgépvezetők számához viszonyított katasztrófák száma (lásd 7. ábra), vagy a különböző repülőgéptípusok szerkezeti integrációjának összehasonlítására is bizonyos információt szolgáltató, a légi balesetek és légi katasztrófák (accident/fatal accident) viszonyát bemutató koeficiens bevezetése;
- *valóságos eloszlásfüggvények alkalmazása* – a kockázatelemzésben használatos többféle approximációs és valóságos eloszlásfüggvényeken túl, a paraméterek eloszlását leíró sűrűségfüggvények határainál megjelenő eloszlások (lásd 8. ábra) figyelembe vétele;
- *anomáliák, együttes hibák* – mivel a paraméter bizonytalanságok értelmezésekor figyelembe vetnél nagyobb, de meghibásodást nem okozó eltérések jelentősen növelik a további meghibásodások és balesetek kockázatát, valamint a légi katasztrófákhoz egyszerre több egymástól látszólag független meghibásodás, eltérés vezet, ezért ezek lehetőségeit már a kockázat-elemzéskor is szükséges figyelembe venni;
- *menedzsmenti módszerek* – alkalmazását a 9. ábrához fűzött magyarázat indokolja, azaz a repülésbiztonság alapvető problémájára a választ használatos eljárásoktól eltérő, gyorsan kifejlesztendő új, első sorban menedzsmenti alkalmazások adják meg;
- *nem hagyományos megoldások* – ide értve a fizikai, a műszaki és a nem műszaki fejlesztéseket, eljárásokat, mint például a repülőgép minden utas üléséhez alkalmazott légzások, mentő ejtőernyő alkalmazása a több száz fős utasszállító repülőgépek esetén, a szubjektív analízis módszerének alkalmazása a repülési szituációk elemzésében és a döntések előkészítésében, a szabályozás továbbfejlesztése, a repülőtéri közelkörzetben a repülési eljárások tervezésének, irányításának a fejlesztése stb.



10. ábra Repülésbiztonsági fejlesztési kockája

Vízszintes él – feladatok:

- *társadalmi elvárások* – a társadalom és a gazdaság által minimálisan elvárt biztonsági szint (elfogadott maximális kockázat) meghatározásának felülvizsgálata, a társadalmi mobilitással az utazási szokásokkal és kulturális változásokkal a globális kutatás – oktatás - gazdaság generálta változásokkal kapcsolatos sajátos elvárások meghatározása;
- *hatósági irányítás* – továbbfejlesztése – alapvetően a társadalmi, gazdasági elvárások és a függőleges élen adott új elemek alkalmazási eredményeinek a függvényében - egy folyamatos és minden területre kiterjedő feladat;
- *tervezés és gyártás* – a tervezésben és különösen a gyártmányfejlesztésben, a gyártástechnológiában tapasztalható gyors fejlődés, az elérhető számítási, méretezési, tervezési, elemzési szoftverek és eljárások rohamos terjedése kikényszeríti a tervezés gyártás módszereinek, azoknak a repülésbiztonságra gyakorolt hatásainak az állandó vizsgálatát;
- *üzemeltetés* – azaz a használat - karbantartás – javítás módszereinek, eljárásainak a tervezés – gyártás területhez hasonló gyors változása (új anyagok, szerkezeti megoldások alkalmazása, azok használatának, állapotának felügyelete, diagnosztizálása, a kiszolgálás, karbantartási, javítási technológiák fejlődése) szintén közvetlen hatással van a repülésbiztonságra, ezért folyamatosan kutandó, fejlesztendő;
- *humán támogatás* – azaz az oktatás – képzés az utóbbi 20 évben lassan az első számú problémává kezd válni, miközben a humán oldal szerepe a katasztrófákban, a fejlesztések ellenére nem csökken.

Végül a **kereszt tengely szerinti él** (rendszer elemek) azt mutatja, hogy az előzőekben vázolt fejlesztési elveket következetesen a légiközlekedési rendszer minden elemére alkalmazni kell. Itt a logisztikai rendszer megjelölés nemcsak egyfajta légiszállítási logisztikát jelent, hanem a rendszer interoperabilitásának, fenntarthatóságának, intermodalitásának stb. biztosításával összefüggő repülésbiztonsági és általában biztonsági feladatokat takarja. Az egyéb hatások alatt pedig az összes további elem, mint meteorológia hatások (ide értve az összes légtérít, pl. a klí-



maváltozást, vulkáni tevékenységet stb.), környezetvédelmi, gazdasági stb. sajátosságok elemzését, a repülésbiztonságra gyakorolt hatásának a vizsgálatát, a problémák beazonosítását és megoldását.

A 10. ábra alapján az is belátható, hogy a repülésbiztonság fejlesztésének nincsenek egyszerű, két-három pontban összefoglalható általános elvei. Pontosabban ez utóbbiakat, a rendszer szemléletű, a légitözlekedés integrált rendszere valamennyi elemére kiterjedő folyamatos vizsgálatok, fejlesztések jelentik. Ezek együttesét a légitözlekedés biztonsági kockája jól illusztrálja.

ÖSSZEFOGLALÁS

A légitözlekedés ma, a modern gazdaság, a globalizálódó társadalom jelenlegi és különösen a jövőbeni fejlődésének meghatározó technogén nagyrendszere. Ennek biztonsága szempontjából néhány új, az utóbbi időkben a figyelem központjába került sajátossága (mint a statisztikai elemzések helyessége, a paraméterbizonytalanságok mellett az anomáliák, a paraméterek szóródását leíró eloszlások sűrűségfüggvényeinek a végein megjelenő másodlagos eloszlások, az együttes hibák, a rendszerintegráció stb.) mellett, a repülés-biztonság alapvető problémája határozzák meg, milyen elvek mentén dolgozva lehet továbbfejleszteni a rendszer biztonságát.

Az alapvető problémát itt az jelenti, hogy csak a műszaki módszerek fejlesztésével a rendszer biztonsága tovább már csak elfogadhatatlan nagy költségekkel javítható. Helyette menedzsmenti, nem hagyományos és nem műszaki megoldásokat célszerű fejleszteni. A repülésbiztonság az általában használt mutatók (egy millió repült órára, vagy felszállásra eső katasztrófák száma) ugyanis egy elfogadhatóan alacsony értéken stabilizálódtak, de a rendszer folyamatos növekedése, azaz a repülőgépek és a felszállások számának emelkedése miatt a katasztrófák abszolút száma elfogadhatatlanul növekszik.

A repülésbiztonság további fejlesztéséhez általánosan és néhány pontban összefoglalható elveket nehéz megadni. A repülésbiztonságot ugyanis a teljes rendszer és annak minden elemére kiterjedő folyamatos, komplex fejlesztéssel lehet növelni, illetve legalább szinten tartani. A fejlesztési elvek rendszerét egy a légitözlekedési biztonsági kocka formában adható meg. Ebben a háromdimenziós mátrixban a koordinátákat az elvek, a feladatok és a rendszer-elemek határozzák meg. A kocka minden eleme külön-külön és együttesen, egymással valamint a környezettel kapcsolatos kölcsönhatásokkal együtt vizsgálandó, fejlesztendő.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához, melyet a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0009 programja támogat. Köszönet érte.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] VASVÁRI F.: Biztonságtudományi ismeretek, egyetemi jegyzet, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2004.
- [2] WU, C.: Methodology of safety science, China Labor and Social Security Publishing House, 2011, ISBN 978-7-5045-9018-3

-
- [3] LEDERER, J. (1991): Safety Sciences in Aviation , 1. Weltkongress für Sicherheitswissenschaft Köln, 1990, Köln Teil 2. 28-59.
- [4] KRAUSE, S. Aircraft Safety : Accident Investigations, Analyses, & Applications, Second Edition, Mcgraw-Hill, 2003
- [5] AIR FORCE SYSTEM SAFETY HANDBOOK, Air Force Safety, Agency Kirtland AFB NM 87117-5670, 2000
- [6] DEPARTMENT OF DEFENCE, MIL-STD-882, System Safety Program Requirements / Standard Practice for System Safety military standard, 200-02-010,
- [7] XFMEA, Expert support for all types of FMEA and FMECA,
http://www.reliasoft.com/pubs/xfmea_flyer.pdf
- [8] ROHÁCS J. EMT Veszélyhelyzet menedzsment technológia, HM Elektronikai Logisztikai és Vagyonkezelő Rt. Budapest, 2003, 110 o. ISBN 963 214 084 2,
- [9] ROHÁCS, J.: Revolution in Safety Sciences -- Application of the Micro Devices „Progress in Safety Sciences and Technology” (Edited by Zeng Quingxuan, Wang Liqiong, Xie Xianping, Qian Xinming) Science Press Beijing / New York, 1998, pp. 969 – 973.
- [10] ROHACS, J., ROHACS, D., JANKOVICS, I., ROZENTAL, S., STROLI, D., HLINKA, J., KATRNAK, T., TREFILOVA, H., MASTRAPOSTOLIS, T., MICHAELIDES, P., FASSOIS, S., The Personal Plane Project. Report on aircraft system improvements, Deliverable D2.2. Rea-Tech Ltd., Budapest, 2011, p 194.
- [11] NEW VERSION @RISK 6, Risk Analysis Using Monte Carlo Simulation, Palisade,
<http://www.palisade.com/risk/?gclid=CPS9-8GQzbQCFUmN3godxy4AGw> (2013)
- [12] ROHÁCS, J.: Repülőgépek biztonsága (Safety of Aircraft) Bólyai János Katonai Műszaki Katonai Főiskola, 1995. 54 o.
- [13] LESSONS LEARNT FOR AVIATION SAFETY, 1001crasf.com, <http://www.1001crash.com/index-page-statistique-1g-2-numpage-2.html> (2013)
- [14] ROHÁCS, J., NÉMETH, M.: Effects of Aircraft Anomalies on Flight Safety „Aviation Safety (Editor: Hans M. Soekkha) VSP, Utrecht, The Netherland, Tokyo, Japan, 1997, pp. 203 – 211.
- [15] STRATEGIC (2012) RESEARCH AND INNOVATION AGENDA (SRIA) ACARE, www.acare4europe.org
- [16] POKORADI, L.: Fuzzy Logic-Based Risk Assessment, AARMS, Academic and Applied Research in Military Science, Volume 1, Issue 1 (2002) p. 63–73. <http://www.zmne.hu/aarms/index.htm>
- [17] POKORADI, L.: Application of Fuzzy Set Theory for Risk Assessment, Journal of KONBiN (ISSN 1895-8281), No 2,3 (14,15) 2010, Warsaw, p. 195-204.
- [18] POKORÁDI L.: A vadvilág kockázata a repülésben, Közlekedéstudományi Szemle, Budapest, 2005. augusztus, LV. évfolyam, p. 294–305.
- [19] MAKKAY I., POKORÁDI L., VÁNYA L.: Repülőtéri madárütkezés-veszélyt csökkentő rendszer, Repüléstudományi Közlemények, XXI:(2) pp. 7. (2009)
- [20] ÓVÁRI Gy.: Szállító légitársaságok utas- és személyzetmentő biztonságtechnikai berendezése és rendszerei, *Repüléstudományi Közlemények*, ISSN 1789-770, 2007 No. 1.
- [21] SZABOLCSI R.: A repülőgép-vezető repülésbiztonság szempontjából kritikus paramétereinek meghatározása, Debreceni Műszaki Közlemények, V. évf., 2006/3. szám, ISSN 1587-9801, (13-24) o., Debreceni Egyetem, Műszaki Főiskolai Kar, 2006
- [22] ROHACS, D., JANKOVICS, I.: Active conflict detection and resolution method for the personal aircraft transportation system, Proceedings of the 12th Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies, 8 - 10 November, 2010, Budapest, Hungary, (edited by Zobory, I.), BME Budapest 2012, ISBN 978 963 313 058 2, pp. 385 - 391.
- [23] SIKLÓSI Z.: A NATO előírásokhoz illeszkedő repülésbiztonság alapelveinek rendszerszemléleti vizsgálata és integrálása a magyar szabályozók rendszerébe, PhD értekezés, nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2008.
- [24] HALÁSZNÉ, DR. TÓTH A., SOMOSI V.: Az Európai Unió és a hazai légiforgalmi irányítói szakszolgálati engedélyezési szabályozás összehasonlítása az állami célú légiközlekedésben, Repüléstudományi Közlemények, ISSN 1789-770, 2012 No. 2.
- [25] Vanston, J. H.: Better forecasts, better plans, better results, Research Technology Management, January-february, 2003, pp. 47 – 59, http://www.tfi.com/pubs/w/pdf/better_forecasts.pdf (2012)
- [26] AVEN, T., RENIERS, G.: How to define and interpret a probability in a risk and safety setting, Safety Science, Elsevier Volume 51, Issue 1, January 2013, Pages 223–231

-
- [27] EASA Annual safety review 2008,
http://www.easa.eu.int/essi/documents/AnnualSafetyReview2008_en.pdf (2012)
- [28] ACCIDENT STATISTICS - Plane Crash Info.com, <http://www.planecrashinfo.com/cause.htm> (2012)
- [29] JANKOVICS R. I., HATFALUDY L., ROHÁCS D., ROHÁCS J.: Some comments on the aircraft accident statistics, Repüléstudományi Konferencia 2010, 60 Éves a Szolnoki Reülötisztképzés, 2010. április 16., Repüléstudományi Közlemények (HU ISSN 1789-770X), különszáma, 2010 No. 2., 11p.
- [30] REPORT OF THE AVIATION SECURITY ADVISORY COMMITTEE WORKING GROUP ON GENERAL AVIATION AIRPORTS SECURITY, Transport Security Administration,
http://www.tsa.gov/assets/pdf/ASAC_Working_Group_11-2003.pdf (2012)
- [31] ROHACS, J.: Risk Analysis of Systems with System Anomalies and Common Failures „Progress in Safety Sciences and Technology” Vol. II. Part. A. (edited by Li Shengcai, Jing Guoxun, Qian Xinming), Chemical Industry Press, Beijing, 2000, 550 – 560.
- [32] ROHÁCS J.: Új szemléletmód, új elvek a kockázatelemzésben (New Point of View, New Principles in Risk Analysis), Veszélyhelyzet Menedzsment Technológiai Konferencia, Balatonfüred, 2004 november 25 – 26. CD-ROM (szerk.: Rohács, J., Kórody, E.), eR-Group, Budapest, 2004. pp. 16. o. ISBN 963 217 288 4
- [33] WHITE, J.: Aviation safety program, NASA
http://www.aeronautics.nasa.gov/reno_presentations/avsp_reno_011206.pdf, (2012)
- [34] SHIN, J.: The NASA Aviation Safety Program: Overview, Nasa, 2000, NASA/TM—2000-209810,
<http://gltrs.grc.nasa.gov/reports/2000/TM-2000-209810.pdf>, (2012)
- [35] COMMERCIAL AVIATION SAFETY TEAM (CAST), Process Overview,
<http://www.icao.int/fsix/cast/CAST%20Process%20Overview%209-29-03.ppt> (2009)

Sápi Lajos Zoltán¹

AZ RPA² KEZELŐK ELMÉLETI KÉPZÉSI TEMATIKÁJÁNAK LEHETSÉGES FELÉPÍTÉSE³

A cikk egy általam elképzelt RPA elméleti képzési tematikát mutat be. Ez a tematika elméleti képzést tartalmaz abból a célból, hogy egy megoldást illetve egy megoldási javaslatot adjon azoknak akik RPA elméleti képzést akarnak tervezni vagy csak meg akarják ismerni egy ilyen képzés részleteit. Ki szeretném hangsúlyozni a cikkben leírtak nem az egyetlen megoldása az RPA képzéseknek, hanem csak egy megoldás a sok lehetséges közül. A cikkben felvázolt tematika szabadon felhasználható és átalakítható.

RPA OPERATORS' THEORETICAL TRAINING SYLLABUS 1.0 (PRETRAINING SYLLABUS)

This article a RPA imagined by me presents a theoretical training syllabus. This syllabus implies a theoretical training from the aim that he should provide a solution or a solution proposal of yours to them who RPA a theoretical training wants to be planned you are only the details of a training like this want to be recognised. I would like to emphasize it in the article wrote down no one single of his solution it RPA for trainings, but only a solution from among the much possible one. The syllabus outlined in the article freely utilizable and transformable.

BEVEZETÉS

A távirányított repülő eszközök katonai felhasználásának robbanásszerű növekedése magával hozta azt az igényt, hogy nem csak katonai, de a polgári életben is gazdasági és nem csak gazdasági célból felhasználják a távirányított repülő eszközöket. [1] Ez egy természetes igény, aminek a kielégítése az eszközök gyártói oldaláról már megvalósult. Azonban az RPA-k biztonságos használata Magyarországon törvényileg nem megnyugtatóan szabályozott. Nincs sok kérdés eldöntve, mint ahogy hogy szabályozva sincsenek. Ilyen terület a RPA-k használatának képzési kérdése is. A képzés a repülés más területein megoldott. A légi jármű vezetők, repülés-irányítók, repülő műszaki szakemberek stb. törvényileg szabályozott képzéssel rendelkeznek és tudásuk és tudásuk ellenőrzése a nemzetközi ajánlásoknak teljesen megfelel, a rendszer törvényileg szabályozott és felügyelt. Az RPA területén még nincs ilyen jól felépített szabályzó rendszer Magyarországon.

Így a képzés sincs egységesítve, nincs kidolgozva az egységes képzési irányelv. nincs egységes ellenőrzési rendszer sem. Jelen pillanatban egyedi megoldások dominálnak a RPA-k képzési területén, vagyis ha valaki ilyen eszközre akar képeztetni kezelőket, akkor ezt köztétsek nélkül megteheti. A Nemzeti Közlekedési Hatóság egyedi jóváhagyása alapján a képzés megvaló-

¹ alezredes tanársegéd Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, sapi.lajos@uni-nke.hu

² RPA: Remotely Piloted Aircraft, távirányítású repülőgép

³ Lektorálta: Dr. Dudás Zoltán ny. alez, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, dudas.zoltan@uni-nke.hu



sítható. Így a képzés tulajdonképpen ellenőrzött és felügyelt. Azonban lényegesebben hatékonyabb lenne egy központilag kidolgozott képzési irányelv kiadása, mely biztosítaná a megszerzendő ismeretek és képességek szintjét valamint ezeknek a szinteknek a mérését, számonkérését. Tulajdonképpen itt is azt az eljárást kellene követni, mint a repülés más területein a szakszolgálati engedélyek megszerzése, védeke és kiterjesztése esetén.

Úgy gondolom, hogy a fentebb említett más repülési szakemberek szakszolgálati engedélyek megszerzésének folyamatát adoptálni kellene az RPA működési területére is. Véleményem szerint a RPA-t működtetőknek, kezelőknek, szakszolgálati engedéllyel kellene rendelkezniük, ha a magyar légitér, kívánják felhasználni. A magyar légtér felhasználásához pedig szakszolgálati engedélyre lenne szükségük. A szakszolgálati engedély megszerzésének útját pedig törvényileg szabályozni kell. A szakszolgálat engedély megszerzésének alapját az akkreditált elméleti és gyakorlati képzés adná. [2]

A RPA kezelők elméleti képzésének alapjai

Mint említettem a szakszolgálati engedély megszerzésének útja az elméleti és gyakorlati képzésen keresztül vezet. A kérdés adott. Milyen tárgyakat és mennyi óraszámban kell oktatni a kezelőknek. Ahhoz, hogy ezt a kérdést megválaszoljuk, el kell döntenünk egy másik kérdést **mi legyen a képzési cél** vagyis a képzés végén milyen elméleti és gyakorlati tudással rendelkezzen az oktatott. A képzési cél megfogalmazása talán a legfontosabb eleme a képzésnek mivel minden ennek a célnak az eléréséről fog szólni ezért legyünk nagyon alaposak. Az oktatás céljának meghatározása a pedagógia tudomány területére vezet minket. Az oktatási cél meghatározásához szükséges némi pedagógiai ismeret. A másik fontos dolog az oktatás szervezeti formája, ami szintén eldöntendő kérdés. Hagyományos tantermi oktatás, távoktatás, egyéni felkészülés központi tananyagból, rengeteg variáció van. Itt csak a legfontosabb két kérdést vettem fel, de egy képzés megszervezése a kívánt cél elérése érdekében bonyolult feladat, ami hozzáértést igényel. A következőkben egy lehetséges tanfolyami adatlapot mutatok be. A példa adatlap tartalmazza a tanfolyam fontosabb adatait. [3]

A TANFOLYAM MEGNEVEZÉSE		RPA kezelő alaptanfolyam	
A TANFOLYAM CÉLJA		*****típusú RPA eszközre kezelői elméleti ismereteket, valamint gyakorlati jártasságot nyújtson az RPA biztonságos működtetésére	
A MEGRENDELŐ EGYÉN/ SZERVEZET NEVE			
A TANFOLYAMOT SZERVEZŐ INTÉZMÉNY NEVE			
A TANFOLYAM FELELŐSE			
A TANFOLYAMI SZERZŐDÉS SZÁMA KELTE			
A TANFOLYAM TARTAMA, KEZDETE ÉS BEFEJEZÉSE		*** tanóra ***_***	
HELYE			
A VÉGZETTSÉGET IGAZOLÓ DOKUMENTUM TÍPUSA			
A KÖLTSÉGTÉRÍTÉS ÖSSZEGE			
A KÖLTSÉGET FIZETŐ EGYÉN/SZERVEZET NEVE			
A TANFOLYAM ÁLLAMILAG TÁMOGATOTT		IGEN-----NEM	
AZ ÁLLAMI TÁMOGATÁS ÖSSZEGE			

1. sz. ábra Képzési adatlap



Ha ismerjük a képzési célt és a képzés formáját, akkor neki láthatunk a tantárgyak kiválasztásának. A tantárgy kiválasztásnak is a képzési célt kell szolgálnia. A tantárgyakat mármint az oktatásra kerülő tantárgyak tervezése a tantárgyi adatlapon történik. De mielőtt ez megtennénk, a tantárgyakat ki kell választanunk. A tantárgyak kiválasztásához, ha RPA kezelői képzésről van szó, tekintettel a korábban vázoltakra a következőket javaslom:

1. Aerodinamikai ismeretek;
2. Meteorológiai ismeretek;
3. Légijogi ismeretek;
4. Légtérismeret, légiforgalmi irányítási eljárások;
5. Léginavigációs eljárások ismerete;
6. Kommunikációs eljárások ismerete;
7. Légijármű ismerete;
8. Fedélzeti szenzorok ismerete.

A felsorolt nyolc javasolt tantárgyból csak az első hattal foglalkozom bővebben, mivel az utolsó kettő speciálisan az alkalmazni kívánt típus ismeretét igényli, ami nem túlmutat a cikk keretein. [4]

A TANTÁRGYAK BEMUTATÁSA

A tantárgyak bemutatása során minden tantárgynál ajánlok részletes, tanórákra lebontott program meghatározása javasolt. A tantárgy javasolt programlapját egy példán keresztül mutatom meg, mindegyikhez rövid ismertetővel, a programba bedolgozott ismereteket sorrendjében. Az azt követő példa egy részletes óraelosztást mutat meg. A részletesen kitöltött tantárgyi program lapot ezek alapján már könnyen elkészítheti, aki ismeri az adott szakterületet. A programlap és az óraelosztás egy lehetséges módszert követ és mint ilyen csupán javaslat.

Aerodinamikai ismeretek

Az RPA-k, légijárműként, egy áramló közegben működnek, ezért a kezelőnek tudnia, ismernie kell a repülés során fellépő fizikai törvényszerűségeket. Az oktatásnak tartalmaznia kell a légkör felépítését, fizikai jellemzőit, az aerodinamika alapvető tételeit, az aerodinamikai erők és nyomatékok hatásainak magyarázatát. tartalmaznia kell még, a tantárgy oktatásakor, a légijárművek alapvető mozgásformáit, egyensúlyi állapotait, a túlterhelés fogalmát és hatásait. El kell sajátítania a merevszárnyas repülőszervezetek hossz-, út- és keresztirányú kormányozhatóságára illetve stabilitására vonatkozó törvényszerűségeket. Meg kell ismernie a különféle sárkányszerkezeti kialakítások hatásait a kormányozhatóságra és a stabilitásra.



TANTÁRGYI PROGRAM (PÉLDA)

Az oktatást végző szervezet:				
Tantárgy neve :		Aerodinamikai ismeretek		
Tantárgyfelelős oktató:	Dr.	Oktatók:	Dr.	
Előtanulmányi feltételek:		Fizika		
Heti óraszámok:	Előadás: 10	Tantermi gyak.: 0	Laborgyakorlat: 0	Szimuláció: 0
Számonkérés módja	A tantárgyi fejezet végén számítógépes teszt.			
A tananyag				
Oktatási cél: Az aerodinamika alaptörvényeinek és a szubszonikus áramlások áramlástanai összefüggéseinek megismertetése.				
A tantárgy ismeretanyaga (tematika): Az áramlások általános alaptörvényei. Az áramlásba helyezett testre ható erők és felbontásuk. A felhajtóerő és ellenállás keletkezése, a repülőgép polárisai. Szárnyprofilok és tulajdonságai.				
Ütemezés:				
	A tanórák ütemezése az órarendnek megfelelően történik. Az előadások anyagát a hallgatók a vonatkozó szakirodalom felhasználásával önálló munka keretében egészítik ki. A felmerült problémák megbeszélésére heti egyszeri, tanórán kívüli konzultációk keretében kerül sor. Ekkor történhet az elmulasztott vagy elégtelenre értékelt zárthelyi dolgozatok pótlása is.			
tárgykörök száma	Tárgykörök címe			
1	Áramlástanai ismeretek			
2	Repüléstanai ismeretek			
Követelmények				
A számonkérés tartalma és módja: A TANFOLYAM során a hallgatóknak teszt keretében kell beszámolniuk a megszerzett ismereteikről. A hiányzás miatt meg nem írt és elégtelen tesztek legfeljebb egy alkalommal, tanórán kívüli konzultáción javíthatók.				
A pótlás módja: Tanórán kívüli konzultációk keretében.				
Részvétel: A részvétel az előadásokon kötelező a labor és szimulációs foglalkozáson ajánlott.				
Irodalom:				
Kötelező irodalom:				
Ajánlott irodalom:				
A tárgy minőségbiztosítási módszerei: ISO9001				

Bu....., 20... június.....-n.

Főfelelős

tantárgyfelelős

Óraelosztás:

Szám	Címe, fő kérdései	Tanórák	
		E	Gy
01.	Áramlástan alapismeretek: Áramlástan alafogalmak. Áramlástan alaptörvények. Áramlások hasonlósága, az áramlásba helyezett testekre ható erők. A szárny metszet és a szárny kialakítása, geometriai jellemzői. A véges terjedtségű szárny elmélete. Az aerodinamikai jellemzők változása az állásszög függvényében.	3	
02.	A repülésmechanika alapjai: A repülésben használatos koordináta rendszerek. A merevszárnyú repülőgép vízszintes repülésének alapjai. A repülőgép emelkedő és sikló repülése. A repülőgép stabilitása és kormányzása.	7	
Összesen:		10	

Meteorológiai ismeretek

A meteorológia tudásanyag elengedhetetlen követelmény. A kezelőnek ismernie kell a meteorológiai alafogalmakat, a különböző magasságokban fellépő időjárási jelenségeket, ezek repülést befolyásoló illetve arra veszélyes tulajdonságait. Ismernie kell a légkört, annak összetevőit, a légnyomás képződményeket. Tisztában kell lennie a szél kialakulásával, fajtáival. A különböző magassági tartományokban kialakuló felhőzetek fajtáit/osztályozását, kialakulásuk feltételeit, a felhőzetekben tapasztalható fizikai törvényszerűségeket és hatásukat a repülőszervezetekre. Képesnek kell lennie a látástávolság értékelésre mind a nappali, mind pedig az éjjeli alkalmazás/repülés végrehajtása esetén. Ugyan csak ismernie kell a köd fogalmát, fajtáit, a jegesedés feltételeit illetve kialakulási mechanizmusát. Ismernie kell az időjárási frontokról, azok jellemzőiről és hatásairól. A képzés után képesnek kell lennie a repülésekre történő felkészüléskor használatos repülésmeteorológiai térképek, kódok használatára, a repülésmeteorológiai produktumok által nyújtott információk értékelésére.

Óraelosztás:

Szám	Címe, fő kérdései	Tanórák	
		E	Gy
01.	A légkör, nyomás, sűrűség és hőmérséklet	1	
02.	Nedvességtartalom és csapadék	1	
03.	Nyomás és szél.	1	
04.	Nyomás és szél.	1	
05.	Légtömegek, Időjárásifrontok.	1	
06.	Köd, jegesedés. Látástávolság, csapadék.	1	
07.	Zivatarok, veszélyes időjárási jelenségek.	2	
08.	Repülésmeteorológiai térképek, kódok, táviratok	2	2
Összesen:		10	2

Légijogi ismeretek

Annak érdekében, hogy az adott RPA kezelő képes legyen eligazodni a légiközlekedésben, meg kell ismernie a repülések jogi szabályozásának legfontosabb dokumentumait.

Óraelosztás:

Szám	Címe, fő kérdései	Tanórák	
		E	Gy
01.	Általános jogi ismeretek. A nemzetközi légijog alapjai Nemzetközi Egyezmények, Az ICAO kiadványai, dokumentumai	2	
02.	. Az ECAC, EUROCONTROL szervezete, magyar légügyi törvény és más kiadványok	2	
Összesen:		4	

Légtérismeret, légiforgalmi irányítási eljárások

Az RPA-k a jövőben várhatóan a légiközlekedés szerves részét képezik. Olyan légterekben repülnek, melyek használata törvényileg szabályozott. Az RPA kezelőnek ezért ismernie kell azt, hogy hogyan épül fel a légtér szerkezet, mik a légterek használatával kapcsolatos alapvető szabályok, hogyan valósul meg a légtérigénylés rendje. Az adott légtérben történő repülések irányításáért ki a felelős szervezet. Ismernie kell a repülési tervek kitöltésének és benyújtásának szabályait és pontos menetét.

Óraelosztás:

Szám	Címe, fő kérdései	Tanórák	
		E	Gy
01.	A repülések végrehajtásának alapvető szabályai.	2	
02.	A Magyar Köztársaság légtérében és repülőterein történő repülések végrehajtásának szabályai. (VFR és IFR szabályok)	2	
03.	Az állami célú repülések végrehajtásának általános szabályozása.	1	
04.	Az állami repülések céljára kijelölt légterekben végrehajtott repülések szabályai.	1	
05.	A magyar légtér igénybevétele szabályai, a légtér szerkezete és osztályozása, igénylése és igénybevétele	1	
06.	A légiforgalmi szolgálatok (polgári, katonai) ellátásának célja, felosztásuk. A légtér gazdálkodás (AMC). Együttműködés a légiforgalmi szolgálatokkal.	1	
Összesen:		8	

Léginavigációs ismeretek

A RPA-k a repülési műveletek végrehajtása során egy előre megtervezett útvonalon repülnek. Amennyiben az alkalmazás a fel- és leszállást biztosító repülőtérről valósul meg a kezelő, a repülésekre történő felkészülés időszakában, előzetesen meg kell, hogy tervezze az eljárások szerinti RPA távozást és érkezést a repülőtérről illetve vissza a repülőtérre. A repülőtér körzetében folyó repülések előre kidolgozottak és írott formában rögzítettek. A repülőtéren az érkezési és távozási eljárások is szabályzásra kerülnek. E szabályok betartása, biztosítja a légtérben folyó légiforgalom biztonságos kezelését. Ennek, céljának a megvalósítása érdekében a RPA kezelőnek el kell sajátítani a léginavigációs alapfogalmakat, a földrajzi koordináta hálózatot, repülésben használatos térképfajtákat, az azokon megjelenített információkat. El kell sajátítania a repülési sebességgel és magassággal kapcsolatos fogalmakat, meghatározásokat. Meg kell



ismernie a szél navigációs jellegű hatását a repülésre. Ismernie kell a műhold-, illetve rádió-navigációs berendezéseket, azok alkalmazását a repülések támogatásában (pl: helyzet meghatározásban). A kezelőnek ismernie kell a VFR, IFR és műholdak jeleivel támogatott (GPS6) navigációs eljárásokat, a földi rádiólokációs berendezések/rendszerek (VOR/DME7, ILS8, MLS9, TACAN10) működési elveit.

Óraelosztás:

Szám	Címe, fő kérdései	Tanórák	
		E	Gy
01.	A navigáció alapjai, légi navigáció fogalma, jellemzői.	1	
02.	A repülésben használt mértékegységek, sebességek, magasságok, irányok, azok számítása.	1	1
03.	Navigációs adatforrások, repülési térképek, térképjelek.	1	2
04.	Az útvonaltervezés, és annak fázisai.	1	3
Összesen:		4	6

Kommunikációs eljárások

A repülések során a rádiólevelezés angol nyelven, egységes módon valósulnak meg. Így, a légiforgalomban résztvevők mind egymással, mind pedig az irányításukban résztvevő szolgálati személyekkel röviden és könnyen érthető formában képesek kommunikálni. A RPA kezelőknek el kell sajátítaniuk a repülések során alkalmazott szabvány angol nyelvű rádió-távbeszélő kifejezéseket, az általános rádiólevelezési szabályokat. Ismerniük kell a hívónevek használatát, a visszaolvasási szabályokat, az időjárással és a repülőtér állapotával kapcsolatos kifejezéseket, a légiforgalmi irányítói kifejezéseket.

Óraelosztás:

Szám	Címe, fő kérdései	Tanórák	
		E	Gy
01.	A rádió híradás alapvető eljárásai, szabályai.	1	1
02.	Általános rádiólevelezési szabályok. Hívónevek használata, rádió próba, visszaolvas.	1	1
03.	Tájékoztatások (meteorológiai, forgalmi, navigációs berendezések állapotáról szóló stb.).	1	1
04.	A koordináció szerepe, használatos kifejezések.	1	1
05.	Kommunikáció a repülési feladat végrehajtása alatt	2	2
Összesen:		6	6

Az alábbi táblázatban összesítettem a tantárgyakat és a javasolt tanórák számát. Az utolsó két tantárgynál nem határoztam meg óraszámot, mert elsajátításuk óraszám igénye függ a repült légi jármű típus összetettségétől. [5]



Szám	Tantárgyak	Tanórak	
		E	Gy
01.	Aerodinamikai ismeretek	10	
02.	Meteorológiai ismeretek	10	2
03.	Légijogi ismeretek	4	
04.	Légtérismeret, légiforgalmi irányítási eljárások	8	
05	Léginavigációs eljárások ismerete	4	6
06	Kommunikációs eljárások ismerete	6	6
07	Légijármű ismerete		
08	Fedélzeti szenzorok ismerete.		
Összesen(01-06):		42	14
Összesen:		56	

ÖSSZEGZÉS

A RPA kezelői tanfolyam egy lehetséges vázlatát mutattam be, melyet szabadon felhasználható. A felhasználáshoz néhány észrevétel szükséges. A fenti minta elméleti jellegű, vagyis nem konkrét tanfolyami anyag. Egy konkrét tanfolyam tervezése esetén lapot adhat, de annak aktualizálására lehet szükség. A cikkben szereplőképzési tematika javaslat nem vesz figyelembe néhány fontos szempontot. Például nem foglalkozik az oktatottak előképzettségét. Gondolom, nem kell magyaráznom miért fontos ez a dolog. Javasolt tematikám szintén nem veszi figyelembe az oktatás színterét. Bár úgy gondolom, hogy a fenti tematika sikeresen felhasználható távoktatásra és hagyományos oktatásra is. Az oktatás formája fontos kérdés és ezt alapvetően az is meghatározhatja milyen korosztálynak, milyen nemzedéknek képezi az oktatás tárgyát. A digitális nemzedék oktatása másfajta megközelítést igényel, mint más korosztályok esetében. Javasolt tematikám bár nem ad javaslatot a számonkérésre vagy tudás ellenőrzésre, mégis a modern számítógépes tesztek objektivitásuk okán kiváló eszközként szolgálhatnak a tudás-szint ellenőrzése mellett képzés hatékonyságának felmérésében is.

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] PALIK M.: Pilóta nélküli légijármű rendszerek légi felderítésre történő alkalmazásának lehetőségei a légi-erő haderőnem repülőcsapatai katonai műveleteiben. (PhD értekezés, 2007 Budapest, ZMNE);
- [2] Dr. DUDÁS Zoltán - Dr. RESTÁS Ágoston: Nemzetközi példák az UAV repülés emberi tényezőit érintő jogi szabályozásra az RPAS 2012 konferencia tapasztalatai alapján (Redpüléstudományi közlemények, XXIV évfolyam 2012 3. szám, ISSN: HU ISSN 1789-770X);
- [3] Stanag 4670 (Edition 1) Recommended guidance for the training of designated unmanned aerial vehicle operator (Nato Standardization Agency, NSA/0381[2009]-JAIS/4670);
- [4] FEKETE Cs. - PALIK M.: A hazai UAV kezelő személyzet képzésének tapasztalatai. (Redpüléstudományi közlemények, XXIV évfolyam 2012 2. szám, ISSN: HU ISSN 1789-770X); [5] TC 34-212 Unmanned Aerial Vehicle Aircrew Training Manual (Headquarters Department of the Army Washington, DC.).
- [5] RLI/25-20/2010:KÉPZÉSI PROGRAM A SKYLARK I-LE típusú kis-hatótávolságú pilóta nélküli repülő-eszköz kezelői/üzemeltetői számára Szolnok 2010

Kovács Gábor¹

FORGÓSZÁRNY VIBRÁCIÓCSÖKKENTÉS TECHNIKAI MEGOLDÁSAI²

A periodikus mozgást végző rendszerek, a velük kapcsolatban lévő emberből vibrációs érzést váltanak ki. Keletkezését tekintve e rezgések nem csak a levegőn keresztül, hanem közvetlen érintkezés útján is kifejtik negatív hatásukat az üzemeltetőkre és az üzemeltetett légitűeszközökre. Vizsgálatokkal igazolt, hogy a folyamatosan vibrációnak kitétt emberek egészségkárosodást szenvedhetnek, továbbá a szerkezeti elemek fáradásos törése is létrejöhet, mely a repülőeszköz élettartamát kedvezőtlenül befolyásolja. Dolgozatomban bemutatom napjaink korszerű vibrációcsökkentő technikai megoldásait főként a forgószárnyakra vonatkozóan.

ROTOR VIBRATION REDUCING TECHNOLOGIES

Periodic motion systems which are associated with humans elicits vibration feelings. The formation of vibration is not through the air, but also through direct contact has a negative effect on humans and the operated aircrafts. Studies shown that people who are continuously suffered from vibration exposure health risks and causes fatigue fracture to the structural elements which are affect to the aircrafts lifetime. In my thesis I present today's advanced anti-vibration technology solutions primarily for the rotor hub.

Az emberi szervezetet érő hatások nem korlátozódnak az érintkezés helyére, hanem a rezgések energiájától függően az egész testre áterjedhetnek. Az ember a zaj- és vibrációforrással együtt kényszerrezgést végez úgy, hogy a rezgés frekvenciája megegyezik, az amplitúdója eltér a forrástól [1].

Az emberi test bonyolult rendszer, külső gerjesztés hatására rezgésbe jön, de az egyes szervek rezonanciafrekvenciái különbözők:

- 3–6 Hz: fej-nyak-váll rendszere;
- 7 Hz: agy;
- 5–9 Hz: lép, gyomor, máj;
- 60–90 Hz: szemgolyó;
- 100–200 Hz: állkapocs;

Az egész testre ható rezgéseknél az 1–80 Hz, a kézre ható rezgéseknél a 8–1000 Hz közötti frekvenciatartomány a kritikus. Az ember a 18 Hz alatti rezgéseket (infrahangokat) nem vibrációként, hanem ütések formájában érzékeli, a 150 Hz feletti rezgések pedig már hangérettel is együtt járnak [1].

A vibráció erőssége a rezgés kiterjedésével, energiájával, sebességével vagy gyorsulásával jellemezhető. Méréstechnikai okok miatt a rezgés jellemzésére a gyorsulást használják, de beve-

¹ hadnagy, MH Légijármű Javítóüzem, kovigabi1985@gmail.com

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

zethető a decibelben mérhető gyorsulásszint is, mely a következő összefüggés alapján számítható:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0} \quad (1)$$

ahol: $a_0 = 10^{-5} \text{ m/s}^2$

Így az 1 m/s^2 gyorsulás 100 dB-nek, a $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ nehézségi gyorsulás 120 dB-nek felel meg. A kísérletek tanulsága alapján az egész testre ható vibráció függőleges irányban 4–8 Hz között, vízszintes irányban pedig 2 Hz alatt fejt ki leginkább kedvezőtlen hatását. Általában kijelenthető, hogy a $0,2 \text{ m/s}^2$ (kb.: 85 dB) alatti gyorsulásokat ~8 órán át, a $0,5 \text{ m/s}^2$ (kb.: 95 dB) alatti gyorsulásokat az ember ~4 órán át képes károsodás nélkül elviselni [1].

A rezgések következményeként neurotikus panaszok, légzési nehézség, szívritmus változás, gerincbántalom, általános gyengeség, beszédzavar léphet fel, a végtagokon jól definiálható ér- és ízületi elváltozások jöhetnek létre. A vibrációs ártalmak rendszerint nem gyógyíthatóak, ezért fő hangsúlyt a megelőzésre kell fordítani [1].

Akusztikus terhelés során a közegben tovaterjedő periodikus nyomásváltozás okozza a szerkezeti elemek rezgését. 120 dB a fájdalomküszöb, 130–190 dB között fáradásos törés, 190 dB felett statikus roncsolódás következik be. A zaj által okozott akusztikus terhelés elsősorban a borítólamezek fáradásos törését okozhatja, ami különösen hermetikus törzseknél igen veszélyes [2].

A kifáradási határfeszültség egy olyan jellemző, mely megmutatja, hogy az adott szerkezeti anyag milyen számú (periódusú) és amplitúdójú periodikus terhelést képes tönkremenetel nélkül elviselni. A gyakorlatban erről a Wöhler-diagram tájékoztat, amiről leolvasható a terhelés ismétlésszámának, és a feszültségének a viszonya. Kifáradási jelenség akkor lép fel, ha meghaladjuk a határfeszültséget. Az anyagban megindulnak a diszlokációk a felület felé, ahol mikrorepedéseként összekapcsolódnak, majd makrorepedésekké alakulnak, lecsökkentve a hasznos, teherviselő felületet (ezáltal a teherviselő képességet!). A makro méretű repedéseket már tönkremenetelként kell kezelni. Dinamikus terhelés hatására a törés nagyon gyorsan létrejöhet, ha a gerjesztő erő frekvenciája azonos az adott elem sajátlengési frekvenciájával (rezonancia!). Prevencióval meggátolható a kialakulás és tovaterjedés, a mikro-repedéseket megfelelő roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárásokkal detektálni kell.

A rezgések nem csak a sárkányszerkezetre, és az emberre károsak, hanem a fedélzeten elhelyezett berendezésekre, műszerekre is. A vibráció miatt csökken ezek élettartama, mérési pontossága, nő a meghibásodásuk valószínűsége. A légijárművek fejlődésével az elektromos és műszerberendezések egyre nagyobb szerepet töltenek be, így ezek megbízható működése fokozott jelentőségű. A rezgések miatt kikopnak a csapágyak, romlik a pontosság és a leolvashatóság. Az elektromos berendezések ~120 dB zajszintnél működésképtelenné válhatnak, ~140 dB-nél mechanikusan is sérülhetnek. Ezek az értékek jóval magasabbak, mint ami a vezetőfülkében megengedhető, de a sárkány külső felületén lévő érzékelő elemek elhelyezésénél erre is ügyelnek [2].

A lengő rendszert el kell hangolni a rezonanciától. Ez azt jelenti, hogy a sajátlengési frekvenciája lehetőleg legalább 25–30 %-kal különbözzön a gerjesztő erők frekvenciájától. Ezért is rögzítik műszereket a műszerfalra rugalmas elemekkel. Ez a megoldás rendszerint a rendszer

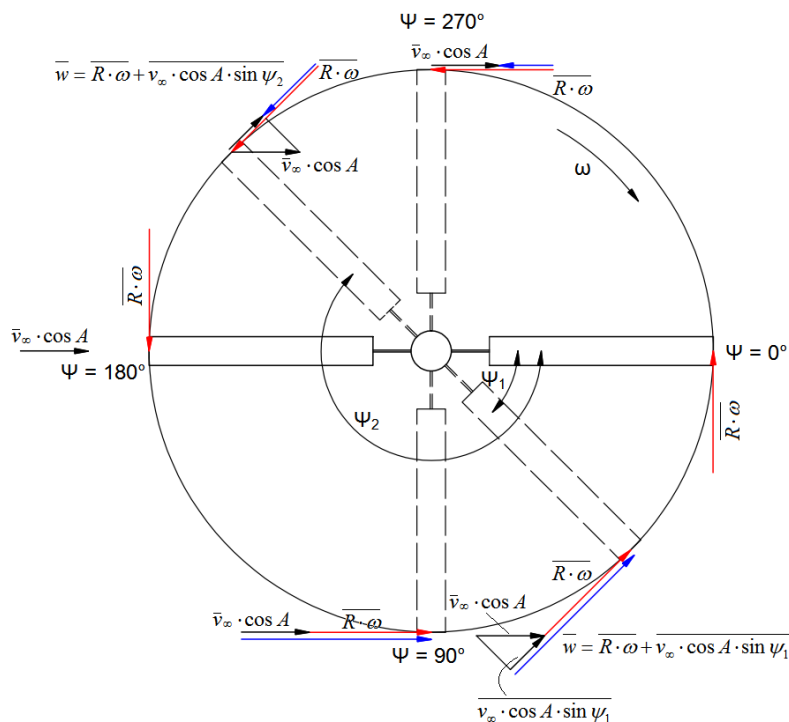
sajátlengési frekvenciáját csökkenti, és a lengési amplitúdó is kicsi lesz.

Lengéscsillapítók beépítése szükséges, ha a gerjesztő erők széles frekvenciatartományban jelentkezők, és így a rezonancia környékén is üzemel a rugalmas rendszer [2].

Az aerodinamikai erők és az általuk létrehozott nyomatékok okozta terhelések a forgószárny lapátjain állandó sebességű, haladó repülésnél periodikusan váltakoznak és a tércsuklós bekötésen átadódnak a forgószárnyakra. E rezgéseket a forgószárny tengely továbbítja reduktoron és támaszain keresztül a repülőeszköz törzsére ami annak vibrációját váltja ki [3].

A lapátokon ébredő terheléseket nagymértékben a tehetetlenségből adódó forgószárnylapát csapkodás és lengés által gerjesztett rezgés határozza meg. A forgószárny változó terhelései mellett a ferdeátáramlásban működő faroklégcsvár is hozzájárul a törzs vibrációjához, de a gerjesztés meghatározó forrása rendszerint a forgószárny.

Mivel az oszcilláló aerodinamikai terhelések amplitúdója szorosan összefügg a ferde átáramláskor - a széles repülési sebesség-intervallumban miatt - az azimúthelyzet függvényében jelentősen váltakozó eredő lapátsebességekkel, ezért nem is lehet a vibrációt teljes mértékben megszüntetni a helikopteren. Ennélfogva, erőfeszítéseket kell tenni, a helikopterre és a fedélzeten tartózkodókra ható rezgések minimalizálására [3].



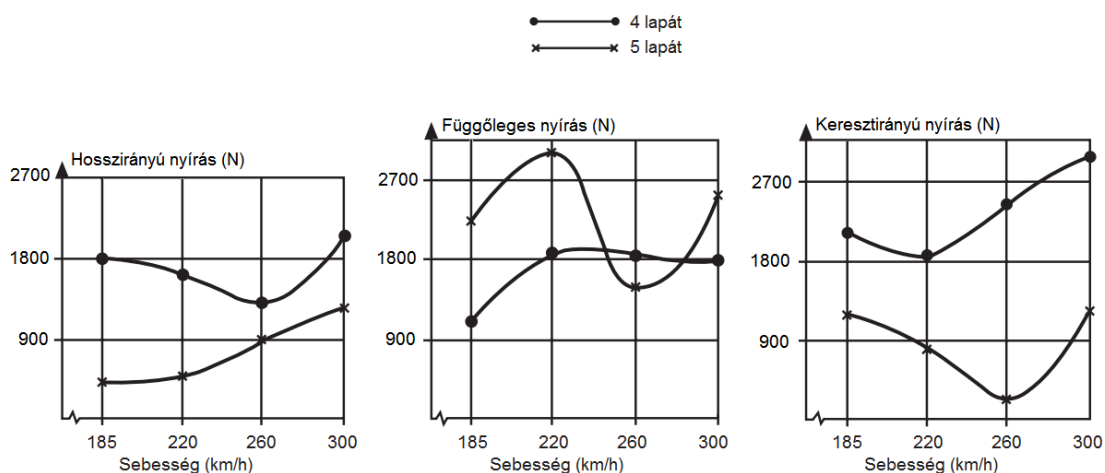
1. ábra Ferde átáramlási üzemmód esetén az eredő sebességek alakulása³

Az 1. ábrán látható, hogy ferde átáramlásnál a forgószárny kerületi és a megfűväs sebességei előjehelyes összege jelentősen eltérő nagyságú eredő sebességet hoz létre 90° -os és 270° -os azimúthelyzetben. Ezért, vonóerő változás lép fel a két ellentétes oldalon, mely az előre haladó lapátot kényszeresen felfelé, míg a hátra haladó lapátot lefelé mozdítja el, azaz csapkodásra

³ Forrás: Saját szerkesztés.

készíti. Emiatt a lapát súlypontja az agyhoz képest vándorol, így a perdület állandóságának következtében létrejövő a Coriolis-erő, 90° -os azimuthelyzetnél növeli, 270° -nál csökkenti a szögsebességet, és a lapát lengését okozza a forgás síkjában. A körülfordulás során a lapátok állásszöge is változik, mivel az eredő megfűvás – ami a haladásból és a csapkodásból jön létre – is eltérően alakul. Ezek a kényszermozgások váltakozó feszültséget okoznak az agyban, melyek káros hatással járnak. Kiküszöbölésükre tércsuklós bekötéseket alkalmaznak, melyek korlátozottan fenntartják mind a három tengely körüli elfordulás lehetőségét, de megakadályozza a hajlító terhelések átadását az agyra. Mivel a mozgások periodikusak, így gerjesztett rezgést okoznak az egész helikopteren.

A lapátok száma is jelentősen befolyásolja a vibrációt. A kétlapátos megoldás oszcilláló tulajdonsága - miközben előrehalad a helikopter - nagyobb amplitúdójú rezgést generál. Amennyiben növeljük a lapátok számát az aerodinamikai gerjesztés csillapodik. A 2. ábrán látható egy tipikus félmerev lapátbekötéssel rendelkező közepes helikopter négy-, illetve ötlapátos forgószárny konfigurációban. Észrevehető, hogy a vibráció keltette három- tengelyirányú nyírások, a többlapátos verziónál átlagosan alacsonyabb értékeket vesznek fel. Az igénybevételek a bekötési pontokban jelentkeznek [3].



2. ábra Négy, illetve ötlapátos forgószárny nyírása a három tengelyen⁴

A forgószárny tervezésnél nagy hangsúlyt kapnak a dinamikus terhelések, rezgések, melyek meghatározzák a helikopter irányíthatóságát, a sárkányszerkezet vibrációját, a forgószárny-lapátok kifáradását, és az egész forgószárnyrendszer aeroelasztikus jelenségekkel szembeni ellenállását. Az agy szerkezeti elemei számának csökkenésével, integrálásával, kedvezőbb aerodinamikai kialakításával magasabb hatásfokú forgószárnyak építése vált lehetővé. Napjainkra, a kompozit anyagok egyre szélesebb körű elterjedése is számottevően elősegítette e folyamatot. [3]

A pontos tervezés két fő ok miatt szükséges:

- minimalizálni kell a forgószárnyról a törzsre átadódó vibrációt;
- a vibrációcsökkentéssel növelhető a szerkezet élettartama.

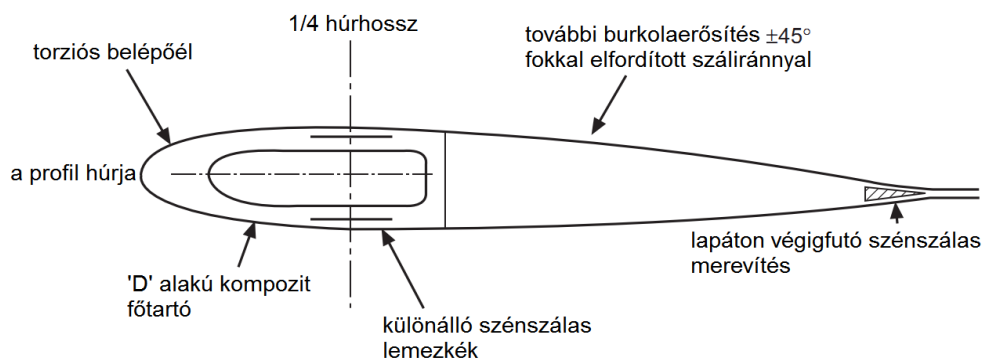
⁴ Forrás: A. R. S. Bramwell - Bramwell's helicopter dynamics, Oxford, 2001. (saját fordítás)

Az '50–'70-es években épült helikopterek forgószárnyai többségének tömegeloszlása és merevsége sugár irányban lényegében állandó volt. Ferde átáramlási üzemmódnál e lapátok periodikus fel-le csapásakor, valamint a forgássíkból létrejövő vízszintes lengésekor, a két irányban létrejövő hajlító terhelések agyra történő átadását, vízszintes és függőleges csuklók beépítésével akadályozzák meg. Ez a vibráció átadását is elfogadható szinten tartotta. Azonban, 280 km/h-t meghaladó utazósebességnél, a felerősödő rezgések miatt is, célszerűvé vált a lapátok bekötésének áttervezése.

A felhasznált anyagok fajtái nagyban befolyásolják a lapát dinamikus karakterisztikáját, melyre leginkább jellemző értéket a rugalmassági modulus és a sűrűség hányadosa adja meg (E/ρ). Mivel fémek esetében ez az érték lényegében állandó, így a finomhangolás erősen korlátozott. A szálerősítésű kompozitoknál azonban ez az E/ρ érték – a tipikus fémekhez képest – 50–250%-ban, míg a csúsztató modulus és a sűrűség hányadosa (G/ρ) 20–200 % között változtatható, a szálerősítés kialakításától, és az irányától függően.

A modern kompozit forgószárnylapátok üveg- és/vagy szénszálal erősítéssel készülnek. A szükséges kereszt- és hosszirányú-, valamint a csavarómerevség egymástól függetlenül tervezhető és alakítható ki.

A 3. ábrán látható forgószárnylapát a zárt, profilkontúros főtartójának alsó és felső falait - a csapkodásból adódó húzó-nyomó igénybevételek felvételére - külön szénszálal rétegekkel (lemezekkel) erősítették meg. A vízszintes lengésekből adódó terhelések jobb felvételéhez szükséges merevség, a kilépőélen végigvezetett erősítéssel biztosítható, míg a csavarás felvételét a torziós belépőél megfelelő irányú szálszerkezete teszi lehetővé [3].



3. ábra Kompozit építésű lapátprofil⁵

Mivel a nagy sebességeknél fellépő vibráció csökkentéséhez a lapát vége felé a tömegeloszlás és merevség csökkenése szükséges, így ezekkel a technikákkal lehetővé válik a forgószárnylapát – e követelménynek megfelelő – „finomhangolása” [3].

Fontos állomása volt kutatásomnak a csehországi Brno városában a University of Defense szervezésében megrendezett tudományos konferencia, ahol több külföldi és természetesen cseh

⁵ Forrás: A. R. S. Bramwell - Bramwell's helicopter dynamics, Oxford, 2001. (saját fordítás)

résztevő előadásai hangzottak el repüléstechnika témakörben.

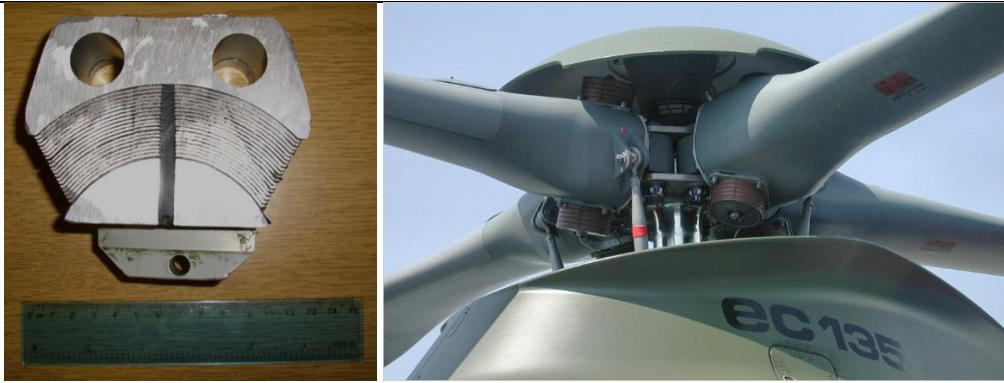
A „TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0001 „Kockázatok és válaszok a tehetséggondozásban” – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával megvalósuló projekt. A pályázat alapvető célja, olyan komplex feltételek megteremtése a felsőoktatási intézményekben, amelyek lehetőséget biztosítanak a tehetségek számára az egyedi, és közösségi tudományos fejlődésre. Ennek része az intézményen belüli tehetségsegítő programok működtetése, fejlesztése, amik az arra érdemes hallgatóknak lehetőséget és anyagi háttérrel biztosítanak a tudományos fejlődésre, valamint azokat az oktatókat, kutatókat támogatják, akik aktívan részt vesznek az utánpótlás nevelésében. Ennek keretein belül volt lehetőségem részt venni a konferencián.

Ivan DOBREV: „*Aeroelastic investigation of pattern hingless helicopter rotor in forward flight*” című előadása kiemelkedően fontos volt számomra, mivel az aktuális kutatásom „*a forgószárnyag-bekötés vibrációs tulajdonságai*” igen erősen támaszkodik az ez irányú vizsgálatokra, így saját eredményeimet láttam igazolva. A félmerev bekötésű forgószárny lapátok aeroelasztikus, és aerodinamikai vizsgálatait mutatta be az előadó, számításait MATLAB szoftverrel szemléltette.

A 60-as évektől, az új szerkezeti anyagok megjelenése lehetővé tette egyszerű felépítésű, könnyen karbantartható, kis légellenállású, hosszú élettartamú, csukló nélküli forgószárny-agyak létrehozását. A bennük alkalmazott elasztomerek hosszú üzemideje annak köszönhető, hogy a dinamikus fárasztás (esetünkben vibráció) esetén, a fémekhez hasonlóan (Wöhler-diagram szerinti) terhelhetőség-csökkenés nem tapasztalható, nincs kimutatható kifáradási határunk. Az így kialakított forgószárnyagyak esetében nem változik meg a lapátok vezérlésének elve, csak a hagyományos csuklók szerepét különféle, előre meghatározott rugalmasságú, illetve csillapítási tulajdonságú anyagok veszik át. Az elasztomerek kiválóan alkalmasak erre a feladatra, mivel széles hőmérsékleti tartományban reverzibilisen, száz százalékos nyúlásra, rugalmas deformációra is képesek. Ezen anyagok segítségével radiális, axiális és gömbszférikus csapágyak hozhatók létre, amelyekkel a terhelések átadásán kívül az x, y és z tengely körüli vezérlés is megvalósítható.

Fontos, hogy nagyon nehéz meghatározni miként fog változni a helikopter vibrációja a különböző repülési sebesség-tartományokban. Az elmúlt évtizedekben sok olyan szerkezeti elem, berendezés vált a helikopter részévé, amelyek kihatással vannak a vibrációra. Ezek egyike, a lapátok és a forgószárnyag közötti csatlakozás, amely a rezgéseket is továbbítja. A hagyományos, tércsuklós bekötés kevésbé adja át a vibrációt a törzsre, mint egy félmerev, elasztomer, gömbszférikus csukló. Ennek ellenére, – döntően az egyszerűsége, kompaktsága, nem utolsó sorban kisebb súlya, alacsonyabb légellenállása és karbantartási igénye miatt – napjainkra szinte kizárólag az utóbbit alkalmazzák.

A 4. ábrán egy felmetszett, gömbszférikus, elasztomer csukló látható, amin jól kivehetőek a rétegesen elhelyezett acél betétek, és az elasztomer rétegek. Az 5. ábra mutatja az EC 135 típusú helikopter forgószárnyagját, ahonnan a metszet is származik.



4-5. ábra Balra metszett csukló⁶, jobbra beépítve látható⁷

Az előadás során felmerültek olyan kérdések, melyek a témát kiszélesítik a légi járművek más kategóriájára, például alkalmazhatóak-e az ilyen számítások merevszárnyú repülőgépek szárnyterhelésének meghatározására? Az előadó elmondta, hogy a fizikai jelenségek egyaránt érvényesek a forgó- és merevszárnyú repülőgépekre, hiszen a forgószárnylapát tulajdonképpen szárnyként viselkedik, ami közel ugyanolyan megfűvést kap, így az egyenletek többsége érvényes.

A témát már több nemzetközi kutatóintézet is vizsgálta, (pl. a Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt nevű központ), ahol a megépített forgószárny rendszereket szélcsatornában is tesztelik. Ezen kívül a francia ONERA⁸ is végzett vizsgálatokat a témában.

A NKE-n repülőműszaki szakirányon tanuló hallgatóként gazdag ismereteket szereztem, melyeket szeretnék a további tanulmányaim alatt beépíteni kutatásaimba. Olyan ötletre hívták fel a figyelmemet az előadások, melyeket érdemesnek tartok továbbvinni tudományos munkákba, előadásokba. A képzésemet jelentősen kiegészítette a konferencia.

Célom, hogy a most bemutatott egyszerűbb kialakításokon túl, kutatásaimat az aktív rezgésvédelem területére is átvigyelem. A következő generációs helikopterek egyik legfontosabb eleme, az eddigi tapasztalatokat adatbázisokba foglaló digitális szabályozás, mely számos további kutatási lehetőséget hordoz magában.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DR. KÓSA CSABA Munkavédelem, egészségvédelem I. BME, Budapest, 2005.
- [2] DR. ÓVÁRI GYULA Repülőgép rezgések, NKE kézirat
- [3] A. R. S. BRAMWELL Bramwell's helicopter dynamics, Oxford, 2001

⁶ Forrás: Saját archívum.

⁷ Forrás: <http://www.b-domke.de/AviationImages.html> (2013.02.10.)

⁸ ONERA - Office National d'Études et de Recherches Aéropatiales - Repülési Tanulmányok és Kutatások Országos Hivatala