



ZMNE REPÜLŐTISZTI INTÉZET

REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

XII. évfolyam 29. szám

2000



**A ZRÍNYI MIKLÓS
NEMZETVÉDELMI EGYETEM
TUDOMÁNYOS KIADVÁNYA**

Repüléstudományi Közlemények
XII. évfolyam 29. szám
2000/1.

A ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM TUDOMÁNYOS LAPJA

Szerkesztette:

Békési Bertold mérnök százados
Dr. Szabolcsi Róbert mérnök alezredes

A szerkesztőség címe:

5008, Szolnok, Kilián út 1.
Telefon: 56-343-422 (48-75 mell.)

Szerkesztőbizottság:

Dr. Péter Tamás, Dr. Pokorádi László, Varga Béla, Dr. Szántai Tamás
Bottyán Zsolt, Dr. Pintér István, Dr. Óvári Gyula, Kovács József, Békési Bertold
Dr. Rohács József, Dr. Németh Miklós, Eszes János, Dr. Gedeon József
Dr. Szabó László, Dr. Szabolcsi Róbert, Vörös Miklós, Timár Szilárd

Lektori Bizottság:

Dr. Péter Tamás, Dr. Pokorádi László, Dr. Szántai Tamás, Dr. Óvári Gyula
Dr. Rohács József, Dr. Németh Miklós, Dr. Gedeon József, Dr. Szekeres István
Dr. Szabolcsi Róbert, Dr. Horváth János, Dr. Gausz Tamás, Dr. Sánta Imre
Dr. Pásztor Endre, Dr. Kurutz Károly, Dr. Nagy Tibor, Dr. Ludányi Lajos
Dr. Kuba Attila, Dr. Jakab László

Felelős kiadó: Dr. Szabó Miklós,
a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem rektora
Felelős szerkesztő: Dr. Hadnagy Imre József alezredes
Tervezőszerkesztő: Békési Bertold mérnök százados
Készült a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Repülőtisztai Intézet Nyomdájában, 250 példányban
Felelős vezető: Szepesi János

ISSN 1417-0604

TARTALOMJEGYZÉK

A „Megújuló magyar repülőszakember képzés”	
tudományos konferencia kiadványa	7
A konferencia programja	9
Szabó János	
A repülőtest képzés alapalternatívái a NATO-kompatibilis kérdések technikai megoldása után	17
Rohács József	
Repülőszakember képzés változó követelményei	29
Békési Bertold	
System Safety Program Requirements	41
Urbán István	
Merre? Tovább! Műholdas navigáció!	51
Palik Mátyás—Krajnc Zoltán	
A felszíni erők elleni légi műveletek doktrinális értelmezése a NATO-ban	61
Bitvai István	
Nemzetközi virtuális laboratórium felállítása a nemhagyományos repülések vizsgálatára	71
Szabolcsi Róbert	
Robust Controller Synthesis for the Aircraft Pitch Attitude Control System	79
Kulcsár Balázs	
A repülőgép mozgásának szabályozástechnikai vizsgálata és tervezési lehetőségei	91
Ferenczy Gábor	
Network Security Problems	101
Szűcs Péter	
Sattelite Personal Communication Systems	115
Pásztor Endre	
Gázturbinás hajtóművek jellemzőinek javulása az áramlási felületek tisztításakor, a javulás meghatározására	129
Ailer Piroska	
Gázturbina-egységek karakterisztikája, a gázturbina matematikai modellje	139
Szilágyi Mihály	
Negatív hőfoktényezőjú abszorbensek regenerálása mikrohullámú energiával	149
Óvári Gyula—Keszthelyi Gyula	
A Stealth-technológia hatása a XXI. század katonai repülőeszközeinek alkalmazhatóságára	155

Gedeon József	
Az oktatás szerepe a repülés biztonságában és gazdaságosságában	169
Dudás Zoltán	
A tipikus hibák felismerése a helikopter vezetők gyakorlati kiképzésében	177
Kovács István	
A repülőgép madárral való ütközése, mint a repülés biztonságát befolyásoló tényező	187
Varga Ferenc	
A repülés biztonsági képzés szerepe a megújuló magyar repülőszakember képzésben	199
Makkay Imre	
Flight Today and Tomorrow. Directions and Topics of electronic Warfare Related Research Work at Natinal Defense University	211
Palik Mátyás	
A pilótánélküli repülő eszközök civil alkalmazásának lehetőségei	221
Kovács László	
Az összzadatforrású felderítés és a pilótánélküli felderítő repülő eszközök kapcsolata	231
Bottyán Zsolt—Hámori István—Sárközi Szilárd	
A mozgó köd jelenség első ismertetése, mint a repülésre veszélyes tényező — egy helikopter katasztrófa döntő tényezője	239
Szani Ferenc	
A stratégiai gondolkodás történetfilozófiai alapjai	251
Tóth Zoltán	
Szervezeti kommunikáció és stratégiai vezetés	265
Mráz István	
A HM felsőszintű vezetésének információ igénye és az informatikai rendszer fejlődésének irányai	275
Szabó László	
A virtuális valóság alkalmazási lehetőségei a katonai kiképzésben különös tekintettel a repülőtishti képzésre	291
Ványa László	
Military and Civilian Employment of Aerial Robot Techniques — Response to the Challenges of 21 st Century	299
Marton Csaba	
A pilóta nélküli repülőeszközök harci alkalmazása elektronikai felderítő feladatokra	311
Gausz Tamás	
Az aerodinamika numerikus módszerei	323

Békési László	
Application of the Multimedia During Teaching of the Helicopter Flight Control	331
Peták György	
A repülő szakemberek szakismeretei és képességei iránti igény a technikai fejlődés tükrében	343
Pokorádi László	
Fuzzy logika alkalmazása a repülőtechnika üzemeltetésében	349
Kavas László	
Üzemeltetési folyamat irányítási modellezése	357
Dunai Pál	
A Magyar Honvédség fizikai felkészítési rendszere. A fizikai felkészítés megítélése a Magyar Honvédségben.	367
Kovács József	
Kompatibilitás és NATO-kompatibilitás	379
Vörös Miklós	
Felsőoktatás a harmadik évezredben: kihívások és lehetséges válaszok	385

A „MEGÚJULÓ MAGYAR REPÜLŐSZAKEMBER KÉPZÉS” TUDOMÁNYOS KONFERENCIA KIADVÁNYA

A KONFERENCIA VÉDNÖKEI:

Szabó János
HM a humán intézményrendszert felügyelő helyettes államtitkár

Szabó Miklós
a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem rektora

Talla István
Légierő Vezérkari főnök

Szabó József
a Magyar Hadtudományi Társaság elnöke

Horváth János
HM OTF, főosztályvezető

A KONFERENCIA HELYE:

ZMNE Repülőtiszt Intézet, Szolnok

A KONFERENCIA IDEJE:

2000. április 15.

A KONFERENCIA TÁMOGATÓI:

SAAB REPÜLÉSÉRT ALAPÍTVÁNY

NEUSIEDLER SZOLNOK RT

RAIFFEISEN BANK RT

HBI PARTNER KFT

A konferencia szervezésében és lebonyolításában a támogatók által nyújtott segítséget a Szervezőbizottság ezúton köszöni meg.

A KONFERENCIA PROGRAMBIZOTTSÁGA:

Németh Miklós, intézet igazgató
Óvári Gyula, tanszékvezető, egyetemi docens
Pintér István, egyetemi tanár, tanszékvezető-helyettes
Szabolcsi Róbert, tanszékvezető, egyetemi docens
Szilágyi Tivadar, tudományos rektorhelyettes
Turcsányi Károly, tudományos dékánhelyettes
Rohács József, BME, tanszékvezető, egyetemi tanár
Farkas Tivadar, kari főigazgató
Rádlí Tibor, oktatási és tudományos főigazgató-helyettes
Horváth János, HM OTF, főosztályvezető
Keszthelyi Gyula, HM LF, főigazgató helyettes

A KONFERENCIA SZERVEZŐBIZOTTSÁGA:

Szabolcsi Róbert, Békési Bertold
Szegedi Péter, Bartal Szilvia
ZMNE BJKMFK, Fedélzeti rendszerek tanszék.

Vörös Miklós, Martonosiné Jeszenyi Ildikó
ZMNE Repülőtisztí Intézet

A KONFERENCIA SZERVEZŐI:

Magyar Hadtudományi Társaság, Légierő Szakosztály
Repüléstudományi Csoport, Szolnok
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Repülőtisztí Intézet
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Fedélzeti rendszerek tanszék
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Repülő sárkány-hajtómű tanszék

A KONFERENCIA KIADVÁNYÁNAK SZERKESZTŐI:

Békési Bertold
Szabolcsi Róbert

A KONFERENCIA PROGRAMJA

PLENÁRIS ÜLÉS I.

Elnök: Szabó Miklós

Társelnök: Németh Miklós

10⁰⁰—10¹⁰ Megnyitó — Szabó József

10¹⁰—10³⁰ Talla István

„A Légierő NATO integrációs feladatai végrehajtásának eddigi tapasztalatai”

10³⁰—10⁵⁰ Szabó János

„A repülőtszít képzés alapalternatívái a NATO-kompatibilis kérdések technikai megoldása után”

10⁵⁰—11¹⁰ Tóth Sándor

„A MH és a Légierő helye a NATO-ban, a Légierő által megoldható feladatok köre a szövetségi rendszerben”

11¹⁰—11³⁰ Horváth János—Kormos László

„A Légierő repülőszakember képzésének koncepciója 2000. után”

11³⁰—12⁰⁰ Szünet

PLENÁRIS ÜLÉS II.

Elnök: Talla István

Társelnök: Pintér István

12⁰⁰—12²⁰ Keszthelyi Gyula

„Az MH repülőcsapatai logisztikai biztosításának lehetőségei, különös tekintettel a szakember utánpótlás kérdésére”

12²⁰—12⁴⁰ Kurucz István

„Az ASOC és alkalmazásának tapasztalatai”

12⁴⁰—13⁰⁰ Rohács József

„Repülőszakember képzés változó követelményei”

13⁰⁰—14⁰⁰ Ebéd

WORKSHOP

Elnök: Németh Miklós

14⁰⁰—16⁰⁰ A magyar repülőszakember képzés jelene és jövője

14⁰⁰—16⁰⁰ SZEKCIÓ ÜLÉSEK

„A” szekció

Doktorandusz Szekció I.

A szekció elnöke: Farkas Tivadar

Társelnök: Békési Bertold

14³⁰—14¹⁵ Békési Bertold

„System Safety Program Requirements”

14¹⁵—14³⁰ Urbán István

„Merre? Tovább! Műholdas navigáció”

14³⁰—14⁴⁵ Palik Mátyás—Krajnz Zoltán

„A felszíni erők elleni légi műveletek doktrínális értelmezése a NATO-ban”

14⁴⁵—15⁰⁰ Bitvai István

„Nemzetközi virtuális laboratórium felállítása a nemhagyományos repülések vizsgálatára”

„B” szekció

Műszaki Tudományok I.

A szekció elnöke: Horváth János

Társelnök: Szabolcsi Róbert

14⁰⁰—14¹⁵ Szabolcsi Róbert

„Robust Controller Synthesis for the Aircraft Pitch Attitude Control System”

14¹⁵—14³⁰ Kulcsár Balázs

„Repülőgép mozgásának szabályozástechnikai vizsgálata és tervezési lehetőségei”

14³⁰—14⁴⁵ Ferenczy Gábor

„Network Security Problems”

14⁴⁵—15⁰⁰ Szűcs Péter

„Sattelite Personal Communication Systems”

„C” szekció

Műszaki Tudományok II.

A szekció elnöke: Keszthelyi Gyula

Társelnök: Óvári Gyula

14⁰⁰—14¹⁵ Pásztor Endre

„Gázturbinás hajtóművek jellemzőinek javulása az áramlási felületek tisztítása-kor, a javulás meghatározása”

14¹⁵—14³⁰ Ailer Piroska

„Gázturbina-egységek karakterisztikája, a gázturbina matematikai modellje”

14³⁰—14⁴⁵ Ludányi Lajos—Szilágyi Mihály

„Negatív hőfoktényezőjű abszorbensek regenerálása mikrohullámú energiával”

14⁴⁵—15⁰⁰ Óvári Gyula—Keszthelyi Gyula

„A Stealth-technológia hatása a XXI. század katonai repülőeszközeinek alkalmazhatóságára”

„D” szekció
Repülőképzés
A szekció elnöke: Szilágyi Tivadar
Társelnök: Kovács István

14⁰⁰—14¹⁵ Gedeon József

„Az oktatás szerepe a repülés biztonságában és gazdaságosságában”

14¹⁵—14³⁰ Dudás Zoltán

„A tipikus hibák felismerése a helikopter vezetők gyakorlati kiképzésében”

14³⁰—14⁴⁵ Kovács István

„A repülőgép madárral való ütközése, mint a repülés biztonságát befolyásoló tényező”

14⁴⁵—15⁰⁰ Varga Ferenc

„A repülés biztonsági képzés szerepe a megújuló magyar repülőszakember képzésben”

„E” szekció
Pilótánélküli repülő eszközök
A szekció elnöke: Makkay Imre
Társelnök: Palik Máttyás

14⁰⁰—14¹⁵ Makkay Imre

„Flight Today and Tomorrow. Directions and Topics of Electronic Warfare Related Research Work at National Defense University”

14¹⁵—14³⁰ Palik Máttyás

„A pilótánélküli repülő eszközök civil alkalmazásának lehetőségei”

14³⁰—14⁴⁵ Kovács László

„Az összedatforrású felderítés és a pilóta nélküli felderítő repülő eszközök kapcsolata”

14⁴⁵—15⁰⁰ Bottyán Zsolt—Hámori István—Sárközi Szilárd

„A „mozgó kód” jelenség első ismertetése, mint a repülésre veszélyes tényező — egy helikopter katasztrófa döntő tényezője”

„F” szekció
Katonai vezetés
A szekció elnöke: Mráz István
Társelnök: Pintér István

14⁰⁰—14¹⁵ Szani Ferenc

„A stratégiai gondolkodás történetfilozófiai alapjai”

14¹⁵—14³⁰ Tóth Zoltán

„Szervezeti kommunikáció és stratégiai vezetés”

14³⁰—14⁴⁵ Nagy István

„A kvantitatív vezetés, mint a vezetői problémamegoldás alapja”

14⁴⁵—15⁰⁰ Mráz István

„A HM felsőszintű vezetésének információ igénye és az informatikai rendszer fejlődésének irányai”

15⁰⁰—15¹⁵ Szünet

„G” szekció

Doktorandusz szekció II.

A szekció elnöke: Turcsányi Károly

Társelnök: Szabó László

15¹⁵—15³⁰ Szabó László

„A virtuális valóság alkalmazási lehetőségei a katonai kiképzésben különös tekintettel a repülőtiszti képzésre”

15³⁰—15⁴⁵ Ványa László

„Military and Civilian Employment of Aerial Robot Techniques — Response to the Challenges of 21st Century”

15⁴⁵—16⁰⁰ Marton Csaba

„A pilóta nélküli repülőeszközök harci alkalmazása elektronikai felderítő feladatokra”

„H” szekció

Helikopterek és helikopter rotorlapátok dinamikája

A szekció elnöke: Gausz Tamás

Társelnök: Békési László

15¹⁵—15³⁰ Gausz Tamás

„Az aerodinamika numerikus módszerei”

15³⁰—15⁴⁵ Békési László

„Application of the Multimedia During Teaching of the Helicopter Flight Control”

15⁴⁵—16⁰⁰ Szilágyi Dénes

„Rotorlapátok légerő terhelésének meghatározásához szükséges adatok méréssel történő meghatározása”

„I” szekció

Légijárművek üzemeltetése

A szekció elnöke: Peták György

Társelnök: Pokorádi László

15¹⁵—15³⁰ Peták György

„A repülő szakemberek szakismeretei és képességei iránti igény a technikai fejlődés tükrében”

15³⁰—15⁴⁵ Pokorádi László

„Fuzzy logika alkalmazása a repülőtechnika üzemeltetésében”

15⁴⁵—16⁰⁰ Kavas László

„Üzemeltetési folyamat irányítási modellezése”

„J” szekció
Interdiszciplináris tudományok
A szekció elnöke: Rádli Tibor
Társelnök: Vörös Miklós

15¹⁵—15³⁰ Dunay Pál

„Magyar Honvédség fizikai felkészítési rendszere. A fizikai felkészítés megítélése a Magyar Honvédségben”

15³⁰—15⁴⁵ Kovács József

„Kompatibilitás és NATO-kompatibilitás”

15⁴⁵—16⁰⁰ Vörös Miklós

„Felsőoktatás a harmadik évezredben: kihívások és lehetséges válaszok”

16⁰⁰—16¹⁵ Szünet

ZÁRÓ PLENÁRIS ÜLÉS
Elnök: Szabó József
Társelnök: Szabolcsi Róbert

16¹⁵ Zárszó — Szabó József

PLENÁRIS ÜLÉS I.

ELNÖK: SZABÓ MIKLÓS

TÁRSELNÖK: NÉMETH MIKLÓS

A REPÜLŐTISZTKÉPZÉS ALAPALTERNATÍVÁI A NATO-KOMPATIBILIS KÉRDÉSEK TECHNIKAI MEGOLDÁSAI UTÁN

Prof. Dr. Szabó János
Honvédelmi Minisztérium
a humán intézményrendszert felügyelő
helyettes államtitkár

BEVEZETÉS

Az elmúlt tíz év katonai mélyrepülését a magyar pilóták és a magyar légierő talán a többi fegyvernemnél is jobban megszenvedte. A repülési lehetőségek beszűkülése, a különböző repülőgéptípusok rendszerből történő kivonása, a hajózó állomány mondhatni tömeges munkanélkülivé válása a folyamatos átszervezések és leszervezések sajnálatos velejárója volt. Bár a Magyar Honvédség légierőjét alkotó repülőgéptípusok számban bőven alatta maradnak a CFE-szerződésekben megengedett limitnek, hazánk NATO-csatlakozása és a szövetségi kötelezettséggel járó feladatok eredményes végrehajtása szükségessé teszi, hogy a légierőnél szolgáló tisztek, tiszthelyettesek és közalkalmazottak olyan jövőt lássanak maguk előtt, ami számukra ösztönző és perspektívikusan is a szakterületükhöz való kötődésüket erősíti. Csak remélhető, hogy a hajózó állomány legendás ragaszkodása a katonai pályához ebben a nehéz időszakban is elég erős és kitartó marad.

A HUMÁN ERŐFORRÁS GAZDÁLKODÁS HELYZETE A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN

Mint ahogy az a Jugoszlávia elleni NATO-légiháború során nyilvánvalóvá vált, a Magyar Honvédség struktúrája és felszereltsége nem felel meg a kor követel-

ményeinek, és csak minimálisan tud a feladatainak eleget tenni. Az 1980-as évek végétől a társadalomban és a honvédelem területén bekövetkezett változások tartós alulfinanszírozással kísérve erőteljes befolyást gyakoroltak a személyi állományra. A korábbi szabályzórendszerek gyors változása vagy részbeni összeomlása, a piaci hatások erőteljes megjelenése, az értékek radikális átalakulása, és a Magyar Honvédségen belüli, különböző elvek mentén végbement átalakítások elbizonytalanították a személyi állományt. Tömeges kiáramlás történt az elmúlt évtizedben, amely ma is tart, elsősorban az egzisztenciális helyzet romlása, az élet- és munkafeltételek alacsony színvonala miatt. A katonai pálya vonzása hosszú évek óta egyre gyengébb. Az utóbbi évtizedben jelentősen csökken a katonai pálya megtartó ereje és a jobb képességű fiatal tisztek, tiszthelyettesek kiválása tovább erősítette a kontraszelekciót. A megmaradt személyi állomány egy része a sorozatos átszervezések miatt elfásult, a Magyar Honvédség morális állapota, szervezeti és munkafegyelme terén általános romlása tapasztalható. A permanens átalakítások miatt a szabályzók és a működési normák szétzilálódtak, megbomlott a feltételek és a feladatok összhangja. A korábbi tartalékok kimerültek, az életkörülmények kedvezőtlen alakulása és a költségvetési források hiánya miatt a személyi állomány immobilá vált. A pályaelhagyások tömeges jellege, a pálya társadalmi presztízsének alacsony volta negatívan befolyásolta a személyi állomány mennyiségi és minőségi összetételét. A korösszetétel és a rendfokozati struktúra eltorzult és kedvezőtlené vált. A szándék ellenére nem sikerült az egészséges 1/3-os tiszti/tiszthelyettesi arányt kialakítani, a nagyszámú érdeklődés ellenére sem sikerült feltölteni a szerződéses állományi helyeket. Az alacsony fizetés, a meglévő munkafeltételek és a túlterhelés okán jelentkező fluktuáció 3-5 hónap utáni rendszeressé vált kilépéseket eredményezett. A hadsereg mára az utolsó vonzerejét, a pályabiztonságot is elvesztette, ugyanis más állami szféra (rendőrség, határőrség, államigazgatás) összességében jobb (nem kizárólag fizetési) feltételeket biztosít. A kvalifikáltabb személyi állomány kiválását tovább erősíti a termelőszféra egyre erőteljesebb elszívó hatása is. A szolgálati és életkörülmények folyamatos romlása, a felújítások és fejlesztések elmaradása miatt a munkakörülmények minden szempontból korszerűtlenné váltak, a munkavégzést technikailag és pszichikailag is egyaránt kedvezőtlenül befolyásolják. A személyi állomány jelentékeny hányada a túlterheltség, a megélhetést segítő munkavégzés, a családi anyagi biztonságának megőrzése érdekében egészségkárosító életmódot él és gyakran mentálhigiénés problémákkal küzd. Ezek a folyamatok nehezítik a szolgálati feladatoknak való megfelelést, rontják a fegyelmet és a morálra is károsan hatnak.

Az átszervezések következtében, a létszám és a feladatok közötti szerves kapcsolat megbomlása miatt a személyi állomány leterheltsége megnőtt, ugyanakkor drasztikusan romlottak a rekreáció lehetőségei és feltételei. A hivatásos katonák családja-

inak biztonsága döntően függ a férj keresetétől, amely átlagosan a családok havi jövedelmének kétharmadát teszi ki. Emellett igen komoly probléma a feleségek körében a vidéken meglévő és az országos átlagnál lényegesen magasabb munkanélküliség, a gyermekgondozásra vagy a férj foglalkozása miatti háztartásbeliségre kényszerülés. Az egy főre jutó jövedelem alapján a tisztek a középosztály alsó harmadában helyezkednek el, szemben a NATO átlaggal, mely a középosztály felső harmadát jelenti. A tiszthelyettesek társadalmi megítélése még a tisztekénél is alacsonyabb. A stratégiai felülvizsgálattal összefüggésben végzett elemzésekből kiderül, hogy az utóbbi évtizedekben a Magyar Honvédség humánerőforrás gazdálkodással kapcsolatos feladatai jelentősen háttérbe szorultak, ugyanakkor a hadsereg eddigi működése döntően a személyi állomány helytállásában keresendő. Ez, az elvárások növekedése és az ellentételezés reálértékének csökkenése közötti ellentmondás mára kritikussá vált. Jelenleg nem működik a haderő társadalmi elfogadottságát biztosító társadalmi szervezeti tekintély és nem biztosított a védelem nemzeti fontosságának megfelelő társadalmi reprezentativitás. A személyi állomány életkor, képzettség és beosztás szerinti aránya kedvezőtlen. További problémát jelent, hogy a hivatásos állomány egy nem kellően átlátható és ellenőrizhető képességi és alkalmassági elbíráló rendszer alapján kerül minősítésre, előléptetésre valamint beosztásba helyezésre. A személyi állomány tervszerűtlen és nem folyamatos képzési és továbbképzési rendszerben vesz részt, így nem létezik az alapja egy megfelelően motiváló, a versenyszellemen alapuló előléptetési és szelekciós rendszernek. A személyi állomány testi, szellemi, lelki kondíciói jelentősen elmaradnak mind a hazai, mind a nemzetközi elvárásoktól, a fizikai rekreációnak nincsenek meg a szükséges feltételei. Hiányoznak a személyi állomány fegyelmét és morális állapotát pozitívan befolyásoló ösztönzők, a munkavégzést, a jó hangulatot megalapozó szolgálati és munkakörülmények, magánéleti életfeltételek. Nincsenek meg a Magyar Honvédség humán intézményrendszerének feltételei, a jelenlegi rendszer nem alkalmas arra, hogy a személyi állomány biztonság, megbecsülés, elismerés és előmenetel iránti igényét megfelelően ki tudja elégíteni. Az elmúlt években a Magyar Honvédség vezérléséhez szükséges bürokrácia megtört, intézményrendszere sok tekintetben fajsúlytalanná vált, a személyügyi nyilvántartás rendszere nem képes mai színvonalon kielégíteni az információ iránti igényeket és a megbízható szolgáltatás elvárásait. Hiányzik a humán erőforrások biztosítására, fejlesztésére és utánpótlására vonatkozó előrelátó tervszerűség. Hiányzik egy olyan humán erőforrás gazdálkodási és fejlesztési stratégia, amely a humán erőforrások társadalmi, illetve hadseregen belüli elemeit a szükséges szervezeti, operatív rendszerrel valamint a rendelkezésre álló bérezési, járulék- és pótlékrendszerrel összehangolná. Egyelőre az olyan fogalmak, mint a teljesítményelv, a versenyszellem és a professzionalitás elve nincsenek tartalommal megtöltve, a szociális szolgáltatások igazságos, motiváló, kompenzáló jellege nem érvényesül.

Összességében megállapítást nyert, hogy a mai Magyar Honvédség általános problémáin belül az egyik legkritikusabb terület a humán szféra. Fel kell ismerni, hogy a humán erőforrások minőségének a hazai elvárások és a nyugati normák szerinti kialakítása stratégiai prioritás, annak hiánya jelentősen gátolhatja a haderő irányítási, vezetési, működési, technikai és infrastrukturális reformját.

A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN KIDOLGOZÁS ALATT LÉVŐ PÁLYAKÉP FŐ JELLEMZŐI

Amint az eddig leírtakból kitűnik, a korszerű hadseregek a társadalmak egyik alrendszereként, a közszolgálat részeként funkcionálnak. Fejlődési tendenciájuk a hivatásos jelleg erősödése, a professzionalizáció irányába mutat. A szükséges szakemberállomány kialakításának és hatékony alkalmazásának nélkülözhetetlen feltétele egy olyan hiteles pályakép felmutatása, amely megélhetésüket hosszabb–rövidebb időre biztosítja. Ennek a pályaképnek az alapja az emberi szükségletrendszer kielégítettsége, amely a szakmai feladatok megoldásával, illetve a hierarchiában történő előmenetellel teljesebbé válik.

Amennyiben a Magyar Honvédség folytatja hivatásos jellegének erősítését, számolnia kell a foglalkozás–jellegű, piaci orientációjú szemlélet térnyerésével. A Magyar Honvédség megjelenik a munkaerő piacon egyrészt, mint munkaerőt kereső munkaadó, mivel a személyi állomány egy részét a piac játékszabályai szerint kell megszereznie, másrészt a munkaerőpiac helyzetét folyamatosan figyelemmel kísérve hosszú távon is meg kell tartania a számára legértékesebb állományt. Fontos továbbá, hogy a rendszerből kikerülő állomány a jövő utánpótlása érdekében versenyképesen kerüljön vissza a munkaerőpiacra. Az előmenetel tervezése alapvetően stratégiai kérdés, az erőforrás–gazdálkodás a szervezeti kultúra része. A Magyar Honvédség új előmeneteli rendje kialakítását és alkalmazását befolyásoló tényezőket az alábbiak szerint lehet összefoglalni:

— Általános tényezők

- a hivatásos hadsereg irányába való elmozdulás erősödő társadalmi elvárás nemzetközi tendenciája;
- a piaci társadalom követelményei, az átalakuló munkaerőpiac egyre jobban érvényesülő hatása;
- a társadalmak demokratizálódásával szélesednek az általános emberi jogok, egyre több olyan törvény, szabályozó működik a társadalomban, melyre tekintettel kell lenni a Magyar Honvédség belső folyamatainak kialakításában;

- a nemzetközi tendencia a tudatos szervezetépítés, a szakmai specifikumok erősödése, illetve a nemzetközi és NATO-standardoknak való megfelelés.
- Hazai társadalmi tényezők:
 - nem kristályosodott ki a piaci társadalom működése, írott és íratlan normarendszere;
 - a költségvetés tartósan forráshiányos volta miatt a Magyar Honvédség működéséhez szükséges feltételrendszer csak több év távlatában bővíthető;
 - csak lassan javul a hadsereg társadalmi megítélése, tartósan alacsony a katonai pálya presztízse.
- Speciális honvédségi tényezők:
 - az előmenetelhez kapcsolódó korábbi szabályzók az elmúlt években felleltek, nincs benne az állomány értékrendjében a rendszeres megmérettetésen alapuló versenyszellem;
 - az állományarányok gyökeres megváltoztatási szándéka miatt a teljes besztási hierarchiát át kell tekinteni és újra ki kell dolgozni;
 - a Magyar Honvédség működését vezérlő, még sokaknál régi elemeket és beidegződéseket hordozó, szervezeti kultúrát alapjaiban kell megváltoztatni.

Az eddigiekből következően a Magyar Honvédség előmeneteli rendjének kialakítása a gazdasági lehetőségekkel, a társadalomban és a hadseregben érvényesülő hagyományokkal, valamint civil szférában ható normákkal összhangban és a munkaerőpiac jellemzői figyelembevételével történhet csak meg. Ez egy társzinten összefogott tervező- és kidolgozó munkát követel meg. A folyamatban lévő karriertervezés kiindulási pontjait az alábbiak szerint lehet összefoglalni:

- Az elsősorban a képzéshez kapcsolódó bizonyos elvek, modellek és követelmények korábban is megtalálhatóak voltak a Magyar Honvédségben, azonban ezek nem álltak össze egységes egészzé, köztük fegyvernemenként is nagy eltérések voltak. Ezek mára sok vonatkozásban meghaladottá váltak, nem követték a Magyar Honvédségben és a társadalomban bekövetkezett változásokat. Az utóbbi években végbement változások a korábbi belső értékrendet végképp felborították;
- Az állomány korábbi egyenetlen be- és kiáramoltatása, az egységes követelmények hiánya valamint a képzési intézmények gyakori változásai miatt a személyi állomány összetétele heterogén. Az egyre magasabb iskolai végzettséggel rendelkező drágán képzett tisztek gyakran képzettségük alatt foglalkoztatottak, sok esetben szakmunkás jellegű feladatkörökben. Az előzőkkel is összefüggésben tiszthelyettesi szerepek, funkciók leértékelődtek, ami a pálya társadalmi presztízisében is visszatükröződött és általánosságban a szakmunkás szintje alá csúszott. Az elmúlt néhány évben az életkörülmények romlásával, illetve szervezeti változások hatására a személyi állomány mutatói tovább romlottak. Emelkedett a megrekedt és katonai is-

kolai végzettség nélkül szolgálók aránya;

- A korszerű hadseregek tiszti, tiszthelyettesi szerepei lényegesen eltérnek a hazai gyakorlattól. A tiszthelyettesek már említett leértékelődésével szemben a nemzetközi gyakorlat ezzel éppen ellentétes. Ez az állománycsoport a hadseregek mindennapi életében a kiképzés legfőbb irányítója.

Az 1990-es évekre átalakult társadalmi–történeti kontextus és a megváltozott nemzetközi környezet előtérbe helyezte a rugalmas, sokszerepű és sokoldalúan képzett fegyveres erők iránti igényt. Az előbbi folyamattal párhuzamosan a belső társadalmi változások hatása sem hagyható figyelmen kívül. Az ipari társadalmakban bekövetkező demográfiai egyensúlyvesztés a haderők utánpótlási bázisának csökkenését eredményezték mindenhol, és a hadseregek rákényszerültek a munkaerőért folyó versenyre. A megváltozott politikai kontextus a központi állami intézmények szerepét változtatta meg, ami jelentős költségvetési nyomással és megváltozott jogi környezettel valamint jogtudatossággal járt együtt. A szervezetek fejlődésében bekövetkező változások azt eredményezték, hogy a hierarchikus szintek csökkenésével rugalmasságuk nőtt. Gyorsan reagáló, rugalmas szervezetek jöttek létre, hogy a kvalifikált, használható munkaerőért folyó intenzív versenyben sikeresen álljanak helyt. Az alkalmazásnál előtérbe kerültek a rugalmas szerződések, a piaci elvek előretörése folytán a haderőkben meggyengült a testületi szellem, a fegyveres erők egyre inkább civil szolgáltatásokat vesznek igénybe. Az átalakuló társadalmi struktúra a tradicionális munkáscsalád hanyatlását eredményezte. A családok körében megnőtt az egy szülővel élő gyerekek száma. Általában elmondható, hogy a családok instabilokká váltak, a női munkavállalás erősödése, a munkahelyek növekvő bizonytalansága, a gyors változások, az inaktív keresők számának valamint a társadalmi egyenlőtlenség növekedése egyaránt a társadalmakban végbement értékrend változásának a jelei. A történelmi örökség determináló hatásai között lehet megemlíteni a civil kontrollt, a professzionalizálódást, hadseregek nyitottságát, a szervezeti kultúra változását, az intézményi etika, a múltbeli hatalmi harcok valamint a nemzeti helytállás tudatát.

A JÖVŐ SZAKEMBERKÉPZÉSÉNEK HELYE ÉS JELLEMZŐI

Az állományarányok vizsgálata során bebizonyosodott, hogy jelentős mértékben növelni kell a jól képzett hivatásos és szerződéses tiszthelyettesek és különösen a sorkatonákat kiváltó, a bonyolultabb technikát felelősséggel üzemeltetni képes szerződéses legénységi állomány arányát. Biztosítani kell a csapatok tiszti feltöltöttségét az ehhez szükséges képzettségű, korú és rendfokozatú állománnyal. Az

előmeneteli rend kialakításánál azt az elvet kell figyelembe venni, hogy a hivatásos katonatiszti karrier során az előrejutásnál előnyt jelentsen a csapatoknál szerzett széleskörű tapasztalat. A jogszabályok felülvizsgálatával meg kell teremteni annak lehetőségét, hogy a magasabb rendfokozatba való előrejutás az eddigi automatizmus helyett a haderő tényleges igényein és a teljesítmény mérésén alapuló rendszer kereteiben valósuljon meg, míg az előrelépés helyett a civil szférába távozó hivatásos tisztek és tiszthelyettesek beilleszkedése és további boldogulása biztosítható legyen. A haderő változó állományának biztosítása továbbra is vegyes rendszerben történik, ami azt jelenti, hogy fennmarad a sor-kötelezettség, a sorállományú katonák jelenléte a Magyar Honvédségnél. Cél azonban a szerződéses állomány arányának növelése a sorállományú katonai létszám terhére. A honvédelmi tárcánál folyó közép- és felső fokú szakemberképzés elsődlegesen katonai-szakmai jellegű legyen, az egyéb jellegű szakember-igény kielégítésénél a jelenleginél nagyobb mértékben kell a polgári felsőoktatási intézményekre támaszkodni. Ezért a katonai felsőoktatás intézmény rendszerének korszerűsítése érdekében célszerű megvizsgálni egy egységes állami védelmi és rendészeti felsőoktatási intézmény létrehozásának lehetőségét, amelybe integrálásra kerülne a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem. Speciális szakmai és képzési igényeiket a tárcák megrendelőként érvényesíthetnék. Ezzel a változással a jelenlegi Bolyai János Katonai Műszaki Főiskola, a Ludovika Akadémiában megtestesült magyar hagyományokat folytatva a tisztán katonai képzés intézményévé válik. A tiszthelyettesek hatékony képzését korszerű szakképző intézménybe koncentrálva („Központi Tiszthelyettesképző Iskola”) kell biztosítani. Az egzisztenciális helyzet egyrészt befolyást gyakorol a meglévő állomány moráljára, az állomány megtartásának lehetőségére a civil szféra keltette versenyhelyzetben, másrészt meghatározza a pálya vonzásának mértékét, az utánpótlás mennyiségi és főleg minőségi lehetőségeit. A munka és életkörülmények, a lakhatás területén haladéktalanul előbbre kell lépni. A hadseregen belüli mobilitás biztosításának egyik legfontosabb eszköze a hivatásos állomány szolgálati lakással történő ellátása és a szerződéses állomány lakhatási feltételeinek fejlesztése. Az elmúlt időszakban a haderő-átalakítás és a hivatásos állomány áthelyezésének egyik akadályozó tényezője volt a helyőrségek lakásellátottságának helyzete. A most induló átalakítás fontos célkitűzése a békében élő szervezetek feltöltöttségének növelése, valamint a csapatok koncentráltabb elhelyezése. Az ehhez szükséges lakásmennyiség ma nem áll rendelkezésre. Ebből kiindulva a hadsereg csak úgy lehet működőképes, ha ezek a feltételek is biztosíthatóak lesznek. Ezért szükséges a honvédség lakásépítési programjának kidolgozása és ütemezett megvalósítása. Ezzel egy időben felül kell vizsgálni a lakáshoz jutás jelenlegi jogszabályi feltételeit, átalakítva a lakásgazdálkodás rendszerét. A problémák megoldásának folytatólagos elodázása, a feladatok, követel-

mények és a feltételek összhangjának megbomlása a valóságos helyzet elkendőzése, a rossz törvények, az egzisztenciális helyzet és a biztos jövőkép hiánya, továbbá a sorozatosan elhibázott döntések az eltelt évek során aláásták a katona társadalom morálját. A morál helyreállítása érdekében felül kell vizsgálni az érvényben lévő jogszabályokat, javaslatot kell kidolgozni azok módosítására, hatályon kívül helyezésére, illetve új jogszabályok megalkotására, úgy, hogy mindezek eredményeként javuljon a Honvédség működőképessége, erősödjön a fegyelem és a parancsnoki tekintély, a versenyszellem, a professzionalizmus és a teljesítmény. Meg kell szüntetni azt a helyzetet, hogy a katonai szolgálat, a hadsereg sajátosságait figyelmen kívül hagyó, a személyi állomány jogait túlhangsúlyozó szabályozás következtében a parancsnokok nem tudják feladataikat a törvények maradéktalan betartása mellett elvégezni. Olyan rendszert kell kialakítani, amelyben a szolgálattal együtt járó speciális jogosítványok összhangban vannak a – civil szférához képest – szigorúbb és kötöttebb munkajogi helyzettel, az alkotmányos jogoknak a szolgálat sajátosságaiból adódó korlátozásával.

A jelenleg folyó stratégiai felülvizsgálat remélhető sikerének alapja minden kétséget kizáróan a feladatok és a kapacitások szigorú logikájú újragondolása, a szélesebb érvényű horizont a gondolkodásban és a feladatok elosztásában valamint a komoly kormányzati támogatás. Az elmúlt tíz év legnagyobb biztonságpolitikai sikere hazánk NATO-csatlakozása volt, ami az emberekben nemcsak a nyugati világhoz tartozás érzését erősíti, hanem hazánk euroatlanti integrációjának első lépcsője is. Szövetségesi tagságunk további jelentős hozadéka, hogy Magyarország hadereje modernizálása során hathatós segítséget kap a világ leggazdagabb és legjobban vezetett hadseregeinek szakértőitől és így az átalakításhoz szükséges szürkeállomány rendelkezésre áll, a folyamatok során pedig a végrehajtó szereplők döntő hányadának biztosíthatóak a megfelelő és megalapozott szakmai tapasztalatok. A kialakításra váró humánerőforrás gazdálkodás szervezetében rejlő lehetőségek képesek arra, hogy áttörjék eddigi korlátaikat. A humánerőforrás gazdálkodás legnagyobb lehetősége abban rejlik, hogy a stratégiai döntésekbe bevonva a szervezeti célok megvalósításának komoly tényezője. Ez végső soron érthető, hiszen a legmodernebb technológiák alkalmazása esetén is mindenhol az ember áll a középpontban. A stratégiai felülvizsgálatból lebontott és az integrált HM–HVK humán szektora előtt álló feladatok ugyanakkor rendkívül összetettek. Sikeresen kell rövidtávon a haderő átalakítása során fellépő személyügyi változásokat menedzselnie, másrészt ezzel párhuzamosan olyan közép és hosszú távú humánerőforrás gazdálkodási koncepciót kell kidolgoznia és beüzemelnie, ami a stratégiai tervezés, a humánerőforrás fejlesztés, valamint a kapcsolódó humánszolgálati területen a személyi állomány számára vonzó perspektívát jelent.

Természetesen az előttünk álló változások véghezvitele nem megy fájdalom nélkül. A jelenlegi 61 000 fős összlétszámú védelmi szektor lecsökkentése 45 000 főre nagy feladat. Ez a 25%-os leépítés komoly személyügyi kihívás és jelentős anyagi

áldozatokkal jár. El kell dönteni, hogy mire van szüksége a jövő Magyar Honvédségének és kik lesznek azok, akiktől bizonyos szempontok alapján belátható időn belül megválnak. Fontos azonban, hogy a hadseregből kilépő személyek ne keserű szájjal távozzanak, a tovább foglalkoztatottak viszont megfelelő ösztönzőket lássanak a maradásra. Mindent meg kell tennünk, hogy a mostani átalakítás ne a korábbi évek gyakorlatához hasonló módon, a fiatalabb, jól képzett és a kialakítandó Magyar Honvédség számára kiemelten fontos szerepet játszó szakemberek távozását erősítse, és minél hamarabb elvezessen a kívánatos állománystruktúrák megvalósulásához.

Amennyiben határozottan rálépünk a modernizáció szigorúan kiszámított útjára, akkor biztosítható, hogy a haderő átalakításának vége felé, úgy 2008–2010 körül a Magyar Honvédség a feladatával összhangban álló és a harci–technikai eszközeiben rejlő lehetőségeket visszatükröző professzionális és finanszírozható szervezeti felépítéssel és állománytáblával rendelkezzen. Ez azt kell, hogy jelentse, hogy a köztisztviselők és közalkalmazottak számának növelésével és a tisztek számának csökkentésével a katonák és a civilek aránya kiegyensúlyozottabbá válik, a rendszerben lévő haditechnika függvényében optimalizálódik a tiszti/tiszthelyettesi arány. További cél, hogy az állománykategóriákon belüli rendfokozati arány felfelé szűkülő, piramishoz hasonló formát kezdjen el felvenni, valamint a rendfokozatokon belüli korösszetétel is előnyére változzon. A személyi állomány életciklus modellje szilárd alapokon nyugszik, a központilag irányított és az előmeneteli bizottságok munkáján nyugvó előléptetések az évenkénti szolgálati jellemzésekhez és a beosztások üresedéséhez kötöttek. A fizetési rendszer egységes és az ellátott beosztáshoz kötött rendfokozat jelentőségét, valamint a szolgálatban eltöltött idő hosszát tükrözi vissza. A „felfelé vagy kifelé” elven alapuló előmenetel során a szolgálatból kivált hivatásos állomány polgári életbe történő kivezetése kidolgozott és egyre inkább eredményes. A személyi állomány, de legfőképpen a tisztek egy beosztásban eltöltött ideje csökken, rotációjuk alapját képező lakásállomány biztosítása megoldott.

BEFEJEZÉS

Összefoglalva: az átalakítások lényege, hogy a Magyar Honvédség ne csak a hivatásos és a szerződéses katonák, hanem közalkalmazottjai és köztisztviselői számára is hiteles pályaképet biztosító, vonzó munkahellyé váljon. Ehhez erős akarat, kitartás, valamint az átalakítások iránti szakmai és politikai elkötelezettség kell. Remélem, hogy ez az elkövetkező mintegy tíz évben benne lehet.

PLENÁRIS ÜLÉS II.

ELNÖK: TALLA ISTVÁN

TÁRSELNÖK: PINTÉR ISTVÁN

REPÜLŐSZAKEMBER KÉPZÉS VÁLTOZÓ KÖVETELMÉNYEI

Dr. Rohács József

tanszékvezető egyetemi tanár

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Repülőgépek és Hajók Tanszék

A repülőszakemberek képzésének követelményeit az utóbbi két évtizedben a repülés-technika tudományos és technológiai fejlődésében végbement változások, a tervezés és a piac kapcsolatában megfigyelhető irányváltás és a globalizálódó gazdaság új kihívásai jelentősen módosították. A magyar repülőszakember képzés követelményeit az elmúlt évtized gyors társadalmi és gazdasági változásai is jelentősen befolyásolták.

A tanulmány a magyar repülőszakember képzés változó igényeit elemzi a társadalmi elvárások változása, a gazdaság szereplői, a vállalkozók oldaláról felmerülő új igények, a repülés szakmai és a repülés globalizált szakma-politikai irányítása részéről megfogalmazott követelmények, valamint a képzési költségigények alapján.

BEVEZETÉS

Az utóbbi két évtizedben gyors változáson ment át a társadalom. A tudás vitathatatlanul hatalom lett. A csúcstechnológia ismerete és alkalmazása, az információtechnológia hitetlenül gyors fejlődése, a globalizálódó ipar és a globalizálódó kutatás megváltoztatta a képzéssel szembeni elvárásokat, igényeket. Ezek a változások — szükségszerűen — a minden tekintetben csúcstechnológiai repüléssel foglalkozókat sem kerülhették el.

Magyarországon a repülőszakemberek képzésével kapcsolatos igények változásait felgyorsította a rendszerváltás és a repülés korábbi, sajnos máig ható, háttérbeszorítása.

Jelen tanulmány célja a repülőszakember képzés változó igényeinek az elemzése a társadalmi elvárások változása, a gazdaság szereplői, a vállalkozók oldaláról felmerülő új igényeinek, a repülés szakmai és a repülés globalizált szakma-politikai irányítása részéről megfogalmazott követelmények, valamint a képzési költségigények alapján.

Az elemzés természetesen — részben területi okokból — nem lehet teljes körű, és nem vezethet minden szintű szakemberképzésre alkalmazható eredményekhez. A szerző saját tapasztalataira építve, elsősorban a felsőfokú képzés változó igényeit elemzi.

A TÁRSADALMI ELVÁRÁSOK VÁLTOZÁSA

A társadalom a képzési rendszerekkel szemben ma alapvetően három elvárást fogalmaz meg:

- minél több embert képezzenek,
- a piacon jól értékesíthető tudást adjanak,
- biztosítsák az alkalmazkodást a piaci igények változásához.

A modern, fejlett országokban a lakosság mintegy 85-90%-a eljut a középfokú és szakmai képzettségig, és legalább fele felsőfokú iskolákat, főiskolát, egyetemet végez. A meghirdetett magyar cél, hogy ezt a szintet 2010-ig mis is érjük el. Ez egy nagyszerű cél, de sajnos jelentős változásokkal fog járni. A képzés tömegessé válásával óhatatlanul csökken a képzés színvonala. Egy mai mérnök a szakmai ismereteket tekintve messzi elmarad egy 30-50 évvel ezelőtt végzett mérnökhöz képest. Helyesebben a szakmai ismeretei a tudományos technikai színvonalhoz képest relatíve alacsonyabb szinten vannak. Ugyanakkor egy sor más jellegű, nem közvetlen szakmai ismeretet kell megszereznie. Erről és a piacon jól értékesíthető tudásról bővebben a szakemberekkel szembeni elvárások változásáról illetve a szakmai képzési igények változásáról szóló fejezetben szólunk.

Bármilyen termelő, üzemeltető, vagy kiszolgáló rendszert, azaz pl. a repülőgépek kiszolgálását, karbantartását, vagy a légitársaság helyfoglalási és jegyeladási rendszerét elemezve, megállapítható, hogy a rendszer működtetéséhez középfokú, gyakran szakmai középfokú szakismeretre van szükség. A rendszer irányításához felsőfokú, szakmai felsőfokú képzettség kell. Mind a középfokú, mind a felsőfokú képzettség megszerzésében a kultur-ismeretek arányának a növelése a cél. A jó szakembernek tehát a leírt szakmai szövegek, technológiai utasítások megértésében, a nyelvismeretekben, a gazdasági és jogi alapismeretekben kell nagyobb jártasságot szerezniük. Ezen túlmenően az emberek iránti nyitottság, az emberi kapcsolatok fejlesztése, a team munkában való együttműködési készség, azok a fontos ismeretek, melyekben a korábbinál lényegesen több ismeretet kell megszereznie minden munkavállalónak.

A hagyományos értelemben vett mérnöki munkára a technológiai folyamatok tervezésekor, irányításánál a megoldásakor és az állapotfigyelő és diagnosztikai rendszereinek a felügyeletkor van igény. Az ilyen tudást ma a PhD képzések keretében lehet megszerezni. Az előrejelzések szerint a szakember-képzés, illetve az „agyelszívás” következő nagy lépése a doktori iskolák és a minősített szakemberek „globalizációja” lesz. Már ma is évente 8-10 fiatal magyar repülőszakember kerül ki rész- és továbbképzésre a fejlett országokba.

A magyar, hagyományosan poroszos jellegű, zárt, alapvetően a szakmai ismeretekre koncentrálnak képzési rendszer nagyon nehezen tud alkalmazkodni ezekhez az új kihívásokhoz. A problémák okai a repüléstudományok elmúlt negyvenéves háttérbe szorítása, a magyar repülésben a rendszerváltás óta uralkodó kaotikus állapotok (pl. a Malév privatizáció elhúzódnak, a regionális repülés beindításának késlekedése, a vidéki repülőterek tulajdoni viszonyainak a rendezetlensége, a katonai repülés típusváltási problémái) és az oktatás támogatásának hiányosságai között keresendők. Az oktatás támogatásának hiánya nem csak anyagi kérdés. A szolnoki repülőtisztai iskola részleges felszámolása, a nyíregyházi képzés szakemberhiánya, a műegyetemen folyó képzés támogatásának teljes hiánya legalábbis nemcsak az anyagiakon múlik. Nincsenek megbízható munkák. A szakoktatók a szűkös jövedelmüket gyakran nem a repüléshez kötődő munkákkal egészítik ki. Ez olyan luxus, melyet egy normális gazdaság nem engedhet meg magának.

A piaci igényekhez való alkalmazkodást részint a szélesebb bázisú alapképzés, részben a folyamatos továbbképzés biztosítja. A folyamatos továbbképzés jelenleg csak a szűkebb szakmai értelemben tekinthető megoldottnak. A magyar repülőszakember képzésben lényegében nincs rendszeres szinttartó és továbbképzés, nincs a munkafeladatok változásához alkalmazkodó átképzés.

A SZAKEMBEREKEL SZEMBENI ELVÁRÁSOK VÁLTOZÁSA

Sokan úgy gondolják, az utóbbi időkben lényegesen megváltoztak a szakemberekkel szembeni elvárások. Véleményem szerint nem az elvárások változtak meg, hanem a képzési rendszer még mindig nem tud megfelelni a XX. századra kialakult igényeknek. Ezt bizonyítja Jókai Mór ismert regénye a „Fekete Gyémántok”. Nézzük mit tudott a híres, múlt századi regény főhőse:

— szakmai végzettsége volt, mérnök;

- külföldön is tanult, azaz külföldi részképzésben vett részt, amit ma kiemelten támogat az EU;
- folyamatosan tovább képezte magát, vagyis life long (continously) education rendszerben tanult;
- ismerte a tudomány és a technológia legújabb eredményeit;
- több nyelven beszélt;
- járatos volt a (bánya)jogi kérdésekben;
- tőzsdézett, tehát magas fokú gazdasági ismeretekkel rendelkezett;
- kiválóan tudott bekapcsolódni a team munkában, sőt azon belül vezető szerepet vállalt;
- kreatív, ötletgazdag, kulturált, innovatív;
- önállóan dönteni képes, vállalkozó típusú, a kihívásokhoz, a változó igényekhez alkalmazkodni tudó ember volt.

Szerintem ezekhez ma sem lehet semmi többet hozzátenni. Legfeljebb azt említeném meg, hogy az oktatók fele nem rendelkezik ezekkel a tulajdonságokkal, de ezt a képzési rendszer intézményei nem is várják el. Tehát van még min változtatni.

A SZAKMAI IGÉNYEK VÁLTOZÁSA

Az igények szakmai oldalról is módosulnak. Ezek a változások alapvetően három kérdéskört érintenek:

- a tudomány és technológia új eredményei miatt megújuló igények;
- a repülés területén dolgozó vállalatok változó gazdasági, stratégiai elvárásai;
- és az előbbieket követő módosítások a követelményeket nemzetközi szinten is rögzítő légialkalmassági előírásokban.

A tudomány és a technológiai haladást talán legjobban a tervezés — gyártás folyamatában bekövetkezett irányváltás jellemzi. Korábban a mérnökök új megoldásokat, szerkezeteket, új technológiai eljárásokat dolgoztak ki. Az újdonságokat alkalmazva alakultak ki a gyártási árak. Az új gépeket, a piacot „megdolgozva”, igyekeztek értékesíteni a kereskedők. Ma a megfelelő felmérések alapján először azt határozzák meg, hogy a piacon mire van igény, és miért, mennyit hajlandók fizetni. A piaci igényeket specifikálva határozzák meg a tervezendő repülőgépek műszaki jellemzőit és gyártási árait. A mérnökök feladata, hogy az előre adott gyártási áron belül „megfelelő ötletekkel töltsék fel a repülőgépeket”, így érve el a piaci elvárásoknak megfelelő műszaki, gazdasági jellemzőket.

A modern piac igényei szerint egyre keményebb feltételeket kell szabni a repülésbiztonság, a környezetvédelem és a gazdaságos üzemeltetés elérése érdekében. Ezért a repülőgépeket úgy tervezik és építik, hogy megfeleljenek a legmagasabb igényeknek is. Ez viszont azt jelenti, hogy a repülőgépek és annak rendszerei üzemeltetésekor — ahogy azt az első pontban is kifejtettük — nem igényli a magas szaktudást. A korszerű repülőgépek használóinak inkább a leírt licenz technológiák megértésében kell jeleskedniük. Alapvető, hogy a technológiai fegyelmet betartsák, hogy a minőségbiztosítási rendszereknek megfelelően dolgozzanak.

A tudomány és technológia fejlődésének egyik érdekessége, hogy a modern repülőgépeket úgy tervezik, hogy a D check-ig minden a használónál, a légitársaságnál elvégezhető legyen. Ilyen formán jelentősen átalakultak a repülőgépek karbantartásával, javításával foglalkozókkal, vállalatokkal szembeni elvárások. Tevékenységi körük szűkült, míg az alkalmazott módszerek, első sorban a diagnosztikai eljárások és a javítási technológiák színvonala emelkedett. Igaz, ezek az eljárások is eléggé automatizáltak, tehát nem igényelnek magasabb szaktudást. Elég a megfelelő, középfokú szakképzettséggel rendelkezni a diagnosztikai rendszerek alkalmazásához.

A légitársaságok és különösen a repülőterek magánosítása az utóbbi időkben jelentősen felgyorsult. Ugyanakkor a multinacionális cégek törekvése, hogy csak azokat a tevékenységeket végezzék, melyekben ők a legjobbak és — talán ez a fontosabb — a leghatékonyabbak. Ennek közvetlen következménye, hogy a légitársaságok igyekeznek mindent, ami nem tartozik a fő és a legtöbb profitot hozó tevékenységükhöz, kivinni a társaságokhoz kapcsolódó, de önálló vállalkozásokba. A jelenlegi szakképzés alapvető feladata tehát, hogy vállalkozó szellemű, önálló vállalkozások szervezésére és megvalósítására alkalmas szakembereket képeznek. Ehhez a vállalkozások viteléhez, azaz a kapcsolódó jogi és gazdasági szabályozásban jártas, a kapcsolódó ismereteket elsajátított szakemberek képzését kell megoldani.

Az elvárásokban megfigyelhető változásokat a nemzetközi szervezetek, légiügyi hatóságok igyekeznek az előírások szintjén is megjeleníteni. Példaként említhetnénk az ICAO „Training Manual Part D–1 Aircraft Maintenance Technician Type II and Type I” dokumentumát, melynek már az első, 1976-os kiadásában felhívják a figyelmet, hogy a követelmények egységesen vonatkoznak a self-taught egyénektől az egyetemi végzettségűekig. A követelmény alapvetően egy részletes mintatantervet tartalmaz. Egyben már az elején kiemelik, hogy a képzés során nemcsak a manuális végrehajtást kell begyakoroltatni, hanem egy munkastílust, munkakultúrát kell elsajátíttatni a hallgatókkal. Ennek a munkakultúrának fontos eleme a felelősségérzet, a kiváló munkakörülmények és munkaeszközök színvonalának az értékelése, a takarékoság, a gazdaságos-

ság és a műszaki korrektség (sőt az angol szöveg szó szerint a műszaki becsülésséget említi).

Ugyanezen dokumentum azonban fontos követelményeket támaszt a képzési központokkal szemben is. Lényegében megköveteli az iskolák szakmai akkreditációját. Az akkreditálhatóság feltétele a megfelelő személyi és műszaki feltételrendszer, az oktatás-technikai gyakorlat, a hosszú távú vállalkozási hajlandóság, illetve az állami támogatottság, vagy a repüléssel foglalkozó vállalatokhoz való szerződéses kapcsolódás. Érdemes volna ezen bővebben elgondolkozni, amikor annyian és annyiféle pilótaképzést folytatnak. Egy fejlett országban a megfelelő szakmai akkreditáció hiányában ezt senki sem tehetné meg. A mai világban az akkreditáció feltétele a megfelelő minőség-biztosítási rendszer kialakítása és elfogadtatása.

Természetesen itt bővebben beszélhetnénk az ICAO, vagy a JAA JAR vonatkozó fejezeteiről, előírásairól. Helyette inkább azt javaslom, hogy sürgősen állítsunk fel egy bizottságot, amely foglalkozna a különböző képzési központok minősbiztosításával, a szervezetek és a szakemberek szakmai akkreditációjával.

A REPÜLŐMÉRNÖK KÉPZÉS SZÍNVONALA

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Karán jelenleg kétféle repülőszakember képzés folyik. Az egyik a repülőgépész mérnök (aeronautical engineer) képzés. A képzés célja, hogy a végzetek alkalmasak legyenek a környezetkímélő, gazdaságos és biztonságos repülőgépek, illetve a repülőgép rendszerek, alkatrészek tervezésére, gyártására és — elsősorban — ezen repülőgépek, rendszerek hatékony üzemeltetésére, azaz használatára, karbantartására, javítására, valamint az említett folyamatok irányítására. A légi közlekedési mérnök (air traffic engineer) képzés célja, hogy a hallgatók a légi közlekedési rendszerek, vállalatok hatékony működtetésére, irányítására készüljenek fel.

Mindkét szakirányra a hallgatók egy erős alapképzés után tudnak jelentkezni. A szakválasztás az ötödik félévtől esedékes, de a szakmai alapozó tárgyak egészen a nyolcadik félévig elhúzódnak. Az ötéves képzés okleveles mérnöki diplomával (MSc.) zárul. A hallgatói létszám a harmadik éven a szakirány választásakor általában 40-50 között alakul. Ugyanakkor az egyetemen angol nyelvű képzés is folyik, melynek keretében a hallgatók az első négy év után BSc. (Bachelor of Sciences), majd további két év után MSc (Master of Sciences) diplomát kapnak. További lehetőség, hogy mindkét szakterületen doktori iskola is

működik. A képzéseket irányító Repülőgépek és Hajók Tanszéken jelenleg is 15 doktorandus dolgozik. Közülük többen külföldön végzik a kutatómunkájukat.

A képzési un. mintatantervet a hasonló képzéseket folytató nemzetközi iskolákkal összehasonlítva, megállapítható, hogy a képzési rendszer lefedi az ICAO és a JAR igényeket a szakmai órák és gyakorlatok tekintetében. Ebben persze meghatározó szerepe van a hazai vállalatokkal és más oktatási intézményekkel való jó kapcsolatnak. A tanszéken állandó jelleggel mintegy 25 meghívott oktató segíti a munkánkat. Többen közülük a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem vezető oktatói, illetve a MALÉV, az Aeroplex, a Légügyi Igazgatóság, a Dunai Repülőgépgyár Rt., az LRI vezető szakemberei.

Az összehasonlítás másik érdekessége, hogy a hallgatóink mintegy 30-40%-kal több kontakt órán (oktatási órán, vagy oktató által irányított gyakorlaton) vesznek részt, mint pl. a müncheni műegyetem, vagy a floridai Embry–Riddle Repüléstudományi Egyetem hallgatói. Részben ennek is köszönhetően lényegesen jobb az általános szakmai és a társadalmi (gazdasági, jogi, környezetvédelmi, stb.) alapképzésük. Nem véletlen, hogy a végzett hallgatók gyorsan tudnak dönteni, hamar be tudnak illeszkedni a vállalati rendszerekbe, és az átlagnál kreatívabbak, innovatívabbak. A külföldre, külföldi egyetemekre került hallgatóink mind sikeresen megállják a helyüket. Az angol nyelvű BSc. képzésben végzettek közül, akik angliai, amerikai egyetemeken folytatták tovább a tanulmányaikat, mindannyian javítottak az itteni eredményeikhez képest.

A nemzetközi gyakorlatot áttekintve megállapítható, hogy azok az egyetemek, amelyek nagy repüléstudományi karokkal, nagy hallgatói létszámmal működnek, az alaptudományokat is a szakmai tantárgyak keretében adják le. Pl. a könnyűszerkezeteket, a rendszertechnikát, vagy az irányítástechnikát nem alap, vagy alapozó tantárgyagnak tekintik, helyette repülőgép könnyűszerkezetek, repülőgép rendszerek, légiközlekedési rendszerek, repülőgépek irányítása, stb. tantárgyakat tanítanak. A másik végletként említhetnénk a müncheni műegyetem gyakorlatát. Ott öt tanszék foglalkozik a repüléstudományok oktatásával, kutatásával. A hallgatók a gépészmérnök képzés keretében szakosodhatnak a repülőgépész irányba. A mintatanterv két év alapképzést és két év szakképzést tartalmaz. Az ötödik évben a hallgatóknak két nagyobb évfolyamtervet és a diplomamunkát kell kidolgozniuk. Így, kevesebb kontakt órájuk van ugyan, viszont egy évet töltenek a szaktanszékek irányításával gyakorlati feladatok megoldásával. Az oktatókkal közvetlen és élő kapcsolatok alakulnak ki. A hallgatók jobban felkészülnek a gyakorlati munkára.

Belátható, hogy a mi képzési rendszerünk valahol a kettő között van. Nem rendelkezünk túlságosan sok gyakorlati lehetőséggel. Az alapozó képzésünk inkább általános szakmai alapképzés. Ugyanakkor több a kontakt óra, és a hallgatók lényegesen több házi feladatot, kisebb évfolyamtervet kapnak. Bizton

állíthatom, hogy a több kisebb évfolyamterv felér a müncheni műegyetemen megkövetelt két, összességében legalább 250 munkaóra ráfordítással megoldható évfolyam feladattal. A diplomamunka pedig a német rendszerhez hasonlít, bár a mintegy 100 oldalas munka megvédésére valamelyest kevesebb időt adunk. Münchenben a diplomázónak 40-50 perces előadásban kell összefoglalnia a munkája eredményeit. Mi csak 15 percet adunk erre, majd további 15-20 percet fordítunk a tényleges védésre, azaz a kérdésekre és azok megválaszolására. Ezzel szemben, pl. a glasgowi egyetemen a repülőmérnökök diplomamunkája csak mintegy 50-60 oldalas és nincs tényleges védés, csak az eredmények bemutatása.

A KÉPZÉSEK TÁMOGATÁSA

Talán ez a magyar repülőszakember képzés legfájóbb pontja. Ezen a téren messze elmaradunk a fejlett országok gyakorlatától.

A szakemberek képzése hasznos:

- az államnak, mert kiművelt állampolgárai lesznek;
- a vállalatoknak, mivel magas tudású munkavállalókat kap;
- és az egyéneknek, mivel növelheti saját munkaerejük piaci értékét.

A modern országokban mind a három oldal jelentős áldozatokat hoz, hogy elérje a céljait. Hazánkban ugyan nincs tandíj, de a hallgatók szüleinek a munkabérébe nincs is beépítve ez a lehetőség. A hallgatók családjai relatíve, a jövedelmükhöz viszonyítva mégis legalább ugyanannyit vállalnak a gyermekeik taníttatásával, mint a fejlett országok állampolgárai. Ráadásul a fejlett államokban olyan széleskörű ösztöndíj rendszer és oktatástámogatási rendszer működik, hogy a tehetséges emberek nem kerülnek hátrányba a szüleik esetlegesen kisebb jövedelmi viszonyai miatt.

Az állami támogatás még az amerikai magánegyetemen is kiteszi az intézményi költségvetés mintegy 30%-át. Európában ez a támogatás alapvetően a kutatási és oktatási feltételek megfelelő kialakításában mutatkozik meg. A hazai viszonyok között a repüléssel foglalkozók eleve hátrányba kerülnek egy sor más tudománnyal szemben. A műegyetem Repülőgépek és Hajók Tanszék évek óta nem tud nyerni az állami pályázatokon, csak akkor, ha igyekszik eltitkolni, hogy repüléssel foglalkozik. Miközben a tanszék jelentős nemzetközi kapcsolatrendszerrel, a nemzetközi konferenciákon való megjelenést tekintve kiváló referenciákkal rendelkezik, a pályázataik elbírálásakor nevetséges, többnyire egymásnak ellentmondó bírálatokat kapnak. Pl. a nem hagyományos repülések, azaz a toló-

erő-irány szabályzású szupermanőverező repülőgépek mozgásának és a jövő nagy utasszállító repülőgépeinek a hagyományos kormányrendszer meghibásodásakor bekövetkező mozgásformáinak a vizsgálatára beadott pályázatukat az egyik bíráló úgy értékelte, hogy az már rég megoldott feladat, a másik bíráló szerint pedig egy aktuális fontos feladat, de olyan szakmai tudást igényel, amelyre a tanszék nem alkalmas. Közben, ezen tanulmány szerzője a feladat megoldásáról csak a tavalyi évben, Skóciában, Németországban, Olaszországban, Japánban tartott előadásokat. Jellemző, hogy a japán kormány másfélmillió forintot költött arra, hogy a szerző a japán Nemzeti Repüléstudományi Kutatóintézetben és a Tokiói Egyetemen egy-egy előadást tartson a témakörrel.

A vállalatok mindenütt a világon kutatási megbízásokkal és adományokkal támogatják a képzési központokat. Erre, a mai magyar gyakorlatban csak elvétve van példa. A repülés vállalataink, felügyeleti szerveink nem érzik szükségesnek, hogy örökjenek a felsőfokú szakmai képzési rendszer felett. Szomorúan látjuk, hogy nem akarják megőrizni a szolnoki képzést, hogy túldimenzionálják a ROK szerepét. Annak ellenére, hogy az egyes vállalatok elég sokat költenek szakmai továbbképzésre, ezekből az „anyaintézmények” rendre kimaradnak.

A helyzetre jellemző, hogy a tokiói egyetemen, évente ötven hallgató választja a repüléstudományokat, és ötvenen vannak a szakirányú doktori képzésben résztvevők is. Ehhez a repüléstudományi tanszéken 13 főállású professzor, további nyolc docens dolgozik. A müncheni műegyetemen szintén mintegy ötven hallgató szakosodik a repüléstudományok irányába. Ott öt tanszék van hat professzorral és hitetetlenül nagyszerűen felszerelt épületkomplexummal. Nálunk, a műegyetemen, a harmadik évfolyamon 40-50 hallgató választja a repülő- és a légiközlekedési mérnöki szakirányokat. Az anyatanszéken lévő doktorandusok száma 15. És még egy adat a főállású, repüléssel foglalkozó professzorok száma egy, ezen tanulmány szerzője.

Az anyagi támogatás az utóbbi időkben valamelyest nőtt, tavaly még számítógépet is tudtunk vásárolni. Egyébként volt egy olyan ötéves időszakunk, amikor az éves tanszéki költségvetés kb. a negyedévi telefonszámlát tudta fedezni. A többi költséget az oktatók az egyéni vállalkozásaik terhére fedezték. Sajnos a vállalkozások főbb tevékenysége nem a repüléstudományokra koncentráldott.

ZÁRÓ GONDOLATOK, JAVASLATOK

Az országnak végre be kellene látnia, hogy a csúcstechnológiát képviselő repüléssel, a technológiai transzfer forrásával, a repüléstudományokkal behatóbban

kell foglalkozni. Ehhez a megfelelő infrastruktúrát és a személyi feltételeket biztosítani kell.

A repülőszakember képzéssel szembeni igények alapvetően megváltoztak. Ezért ki kell dolgozni a képzés szakmai akkreditációs intézményét és a minőségbiztosítási rendszerét.

A szakemberekkel szembeni elvárások alapján a szakmai képzésekben négy alapvető és egymással harmonizáló tananyagrészt kell beépíteni. Ezek az általános szakmai alapozó tantárgyak (matematika, mechanika, irányítástechnika stb.), a társadalmi tárgyak (mikro- és makrogazdaságtan, jogi ismeretek, környezetvédelem stb.), önképző tárgyak (nyelvismeret, döntéshelmélet, csoportmunka, retorika, választható tantárgyak stb.) és a szűkebb szakmai tantárgyak (aerodinamika, repülésmechanika, repülőgép-tervezés, rendszerek, avionika, légi közlekedési rendszerek stb.). Ezeknek a tananyag blokkoknak az elsajátítása vezet el a mai modern szakember kialakulásához, aki a szakismereteken túl megfelelő kultúrával, szakmai intelligenciával rendelkezik, önálló döntésekre képes, kreatív, innovatív, a felügyeletére bízott rendszereket gazdaságosan, biztonságosan irányítja, valamint alkalmas a gazdaságos, környezetkímélő, biztonságos műszaki rendszerek megtervezésére, legyártására.

Javaslom továbbá egy előkészítő bizottság felállítását a szakmai akkreditáció és a képzés minőségbiztosítási rendszereinek a kidolgozására.

**„A” SZEKCIÓ
DOKTORANDUSZ SZEKCIÓ I.**

**A SZEKCIÓ ELNÖKE: FARKAS TIVADAR
TÁRSELNÖK: BÉKÉSI BERTOLD**

SYSTEM SAFETY PROGRAM REQUIREMENTS

Bertold BÉKÉSI

Senior Lecturer

**„Miklós Zrínyi” National Defense University
Department of Aircraft On-board Systems**

The purpose of the author is to present a System Safety Program Requirements in accordance with MIL–STD 882. This article deals with the definitions of system safety, general goals for system safety, organization and responsibility, design criteria, hardware and software analysis, special analysis, accident causes, supportability, accident risk contribution budget, Prediction of maintainability parameters, verification of mean time to repair (MTTR).

INTRODUCTION

After defining main formulas of reliability theory and qualifying parameters, which help us to be able to examine the reliable work of a technical system the main activities will be determined by the author. In the article there will be presented activities and special efforts made by the aircraft constructors and manufacturers in order to create necessary conditions of safety and reliable maintenance. Since the requirements of system safety program are included in the military standard MIL–STD–882, therefore this matter is going to be introduced by me on the base of standard mentioned above. In the following the brief description of main principles, definitions and the process of realization will be outlined.

SYSTEM SAFETY

The optimum degree of safety, for the complete aircraft, equipment and support systems, within the constraints of operational effectiveness, time, and cost attained through specific application of system safety criteria, established in plan development from MIL–STD 882.

By applying these principles, hazards have been identified and risks have been minimized and will be controlled throughout all phases of the system life cycle.

GENERAL GOAL FOR SYSTEM SAFETY

The high level has been achieved through various coordinating measures such as:

- an efficient man–machine interface;
- good flight characteristics;
- high system reliability;
- safety measures;
- high availability;
- and good adaptation to service and maintenance personnel.

Due to material or system failures the low accident rate has been attained through redundancy in all systems, especially those emergency systems designed to make home-flight and landing possible in a situation with degraded system functions.

As a general goal for accident rate, the maximum mean value during service use after 100 000 flight hours (FH) must not exceed a stated number of aircraft lost per 100 000 FH. Of those not more than 50% may be caused by material or system failures.

ORGANIZATION AND RESPONSIBILITY

The general goal for a high level of system safety has been achieved primarily by those responsible for the design of the aircraft and its systems.

A program defining necessary requirements to reach the goal and according to the intentions in the plan has been carried out for each object or system.

The high level function for system safety has the overall responsibility for the requirements of the system safety program plan being followed during the whole project. This function reports directly to the project management, where system safety is concerned.

DESIGN CRITERIA

The design criteria have, in the following order of priority, guided the design of the aircraft in order to minimize potential hazards:

- The design shall eliminate hazards as much as possible.
- Hazards that cannot be eliminated through design, selection or safety devices shall be minimized as to their effect so that they can be controlled.
- When neither design nor safety devices can effectively eliminate or control an identified hazard, an adequate warning system shall be introduced to provide for an emergency procedure, that can minimize the effects.
- Where it is impossible to eliminate or control a hazard through design, safety devices or warning devices, the risks should be avoided through restrictions, special instructions etc.

HARDWARE ANALYSIS

Each system has been analyzed and reviewed to find potential hazards. Procedures used are as listed below:

- Various types of hazard analysis: preliminary hazard list (PHL), preliminary hazard analysis (PHA), fault/failure hazard analysis (FHA) etc.
- Failure mode effects analysis (FMEA) and failure mode effects criticality analysis (FMECA)
- Fault tree analysis (FTA)
- Maintenance analysis, maintenance steering group-3 (MSG-3)
- Analysis related to missions and human factor functions

SOFTWARE ANALYSIS

In the aircraft there are more computers interconnected through a data bus system. Each signal has been analyzed and its criticality determined.

- | | |
|-----|----------------------------|
| I | Catastrophic — critical |
| II | Critical — essential |
| III | Marginal — essential |
| IV | Negligible — non-essential |

Signals belonging to categories I and II are specially processed and tested.

SPECIAL ANALYSIS

Incidents affecting exposed areas of spaces in the aircraft have been analyzed by special cross-functional groups. Types of incidents examined are:

- Bird Strikes;
- Fire;
- Foreign object damage (FOD)

ACCIDENT CAUSES

As it was mentioned previously, it is planned that accident risk may not exceed 50 % of the general goal for accident rate due to technical reasons (material or system).

Accidents can be caused by the following reasons:

- Technical reasons (materiel or system failure);
- Pilot function;
- Technical personnel function;
- Other „external” reasons.

The last three are together called „OTHER REASONS”.

In the following I will briefly review the concrete planning conditions and requirements and some examples concerning them.

SUPPORTABILITY

During planning process and production the main characteristics to be reached are listed below:

- High reliability – determine mean time between failures in flight hours
- Low maintenance requirements:
 - Maintenance man–hour per flight hour (O, I and D level);
 - Mean time to repair in hour.
- Excellent testability:
 - Depends on fact how many % of serviceable faults can be indicated by line replaceable unit (LRU);

SYSTEM SAFETY PROGRAM REQUIREMENTS

- How much maintenance ground support system (MGSS) is needed to cope with the fault.
- Outstanding turn-around performance:
- fighter mission;
 - ground attack.

ACCIDENT RISK CONTRIBUTION

There are about 25 material groups (MG) involved in the system safety program. Each MG has been given an accident risk contribution budget of its own. The budget states the sum of the maximum accident risk contribution of all known flight safety critical failures for the MG.

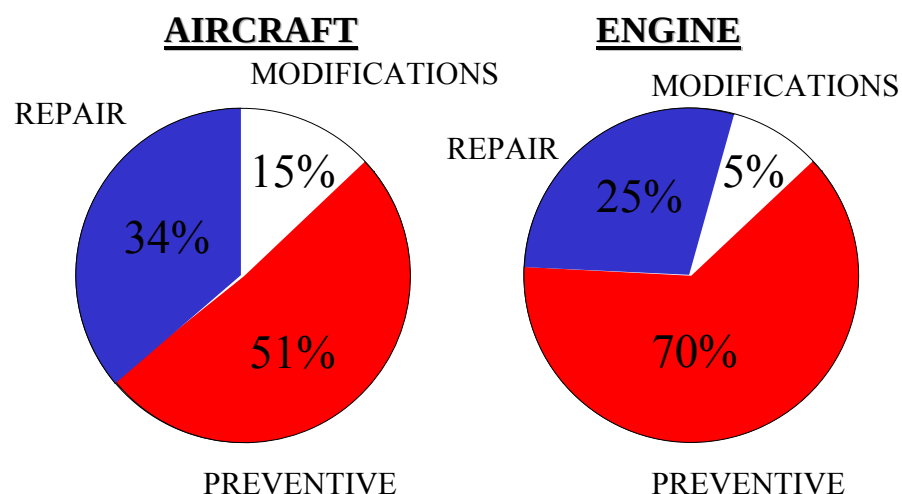
The total sum of all the accident risk contribution budgets of the material groups may not exceed:	25%
Reserve for unquantified and unanticipated failures:	25%
Technical failures total may not exceed:	50%

ACCIDENT RISK CONTRIBUTION BUDGET ADAPTED TO SWEDISH DEMANDS

The general goal for maximum Accident Rate is distributed to the MG in %.

MATERIAL GROUPS	%	MATERIAL GROUPS	%
Aerodynamics	1,0	Gun and Weapon/Ex Stores	0,5
Strength/Structure	1,0	Power Plant/Installation	1,0
Crew escape and oxygen supply	0,5	Engine	10,0
Landing gear	2,0	Avionics	0,5
Flight control	1,0	Target aquisition	0,2
Hydraulic supply	0,5	Display/Video recording	0,2
Environment control system	1,0	Reconnaissance	0,1
Fuel supply	1,0	Weapon delivery	0,5
Auxiliary power supply	0,5		
TOTAL SUM			22%
Reserve for unquantified and not anticipated failures			28%
Technical failures total:			50%

MAINTENANCE COST



DESIGN REVIEW

During the design process of the following special care must be taken of:

- possibility to perform required maintenance;
- feasibility of selected maintenance method;
- access in the aircraft;
- need of tools and other GSE (special or standard).

PREDICTION OF MAINTAINABILITY PARAMETERS

Parameters:

- Downtime per flight hour;
- Maintenance man-hours per flight hour.

DEFINITION OF DOWNTIME PER FLIGHT HOUR

Downtime per flight our includes the following elements:

- Turn around activities;
- Preventive maintenance on-aircraft;
- Corrective maintenance on-aircraft.

MAINTENANCE MAN-HOURS PER FLIGHT HOUR

Maintenance man-hours per flight hour includes the following elements:

- Turn around activities;
- Corrective maintenance on-aircraft;
- Preventive maintenance on-aircraft;
- Corrective maintenance off-aircraft;
- Preventive maintenance off-aircraft.

Preventive maintenance man-hours on-aircraft

The preventive maintenance man-hours on-aircraft includes:

- Include man-hours for minor and major inspections;
- Inspection activities are defined using maintenance need analysis according to MSG-3, adapted to military aircraft;
- Maintenance intervals are based on economic and reliability considerations besides safety requirements;
- Maintenance man-hours per inspection have been predicted by estimating the time for each task, that is included in the inspection;
- Verification of the minor inspections has been made by demonstration.

Preventive maintenance man-hours off-aircraft

The preventive maintenance man-hours off-aircraft includes:

- The preventive maintenance of units has, as for preventive maintenance on aircraft, been defined using maintenance need analysis according to MSG-3 adapted to military aircraft;
- Maintenance intervals have been based on economic and reliability considerations;
- Predictions of man-hours are based on vendor predictions, which have been revised after review and comparison with earlier experience from similar equipment in co-operation with workshop level personnel.

Corrective maintenance man-hours on-aircraft

The corrective maintenance man-hours on-aircraft includes:

- They are depending on mean time between failures (MTBF) and mean time to repair (MTTR) plus the required number of men for the different tasks;
- Have been predicted and verified in the same way as MTBF and MTTR.

Corrective maintenance man-hours off-aircraft

The corrective maintenance man-hours off-aircraft includes:

- They are depending on MTBF and direct man-hours for repair of each unit;
- Direct man-hours for repair of units have been predicted by equipment vendors;
- Vendors' predictions have been revised after review and comparison with earlier experience from similar equipment in co-operation with workshop level personnel;
- Consideration has also been taken to the depth of repair according to decisions from repair/discard analysis.

VERIFICATION OF MEAN TIME TO REPAIR

For a number of selected line replaceable units (LRU) with a significant contribution to the down time a demonstration program for replacement (including preparation work and necessary work after replacement) has been performed.

Prediction of downtime caused by corrective maintenance can be found as:

$$DT_C = MTTR/MTBF = \Sigma(MTTR_i/MTBF_i) \quad (1)$$

$$MTTR_i = R1 + R2 + R3 + R4 + R5, \quad (2)$$

where R1 through R5 represent times for

- R1 Preparation
- R2 Fault localization
- R3 Replacement
- R4 Miscellaneous
- R5 System checkout

Each of these time elements are predicted separately. For example look at the mean time between failure definitions.

The failure rate λ can be determined as follows

$$\lambda = \frac{\text{Failures frequency}}{\text{Flight hour}} \quad (3)$$

$$MTBF = \frac{1\,000\,000}{\lambda} \quad (4)$$

$$\lambda = \frac{1\,000\,000}{MTBF} \quad (5)$$

This is value for example for the 4th generation aircraft GRIPEN:

MTBF 7,6	MTTR 2,5	MTBF 7,6	MTTR 2,5	
-------------	-------------	-------------	-------------	--

Previous Generation Aircraft

MTBF 4,1	MTTR 4,5	MTBF 4,1	MTTR 4,5	MTBF 4,1	
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--

CONCLUSIONS

In this study there was made a brief introduction to system safety program requirements. The main principles, definitions and the processes of realization have been presented. Consequently, the activities during design and development should be the followings:

- Analysis of requirements;
- Formulating goals;
- Experience previous aircraft;
- Discussion Vendors;
- Prediction of reliability and maintainability;
- Impact on design;
- Design reviews;
- Collection of experience;
- Maintenance analysis;
- Definition of logistic resources;
- Establishing of assumptions (maintenance concept);

— Dimensioning of logistic resources.

It can be seen clearly, that the maintenance is accomplished with the close cooperation of the constructor and the manufacturer, where the estimated data taken in advance during planning, are finalized or even corrected with the supervising equipment built by the manufacturer.

REFERENCES

- [1] BÉKÉSI BERTOLD: A repülőszervezetek műszaki karbantartása. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 1999/3, 93–104.o.
- [2] DAVID Learmount: Preparing for safety. Flight International 25. 01. 2000 pp 56-59.
- [3] ÓVÁRI GYULA: Nyugati és Szovjet gyártmányú légi járművek együttes üzemeltetésének, valamint repülő mérnök-műszaki biztosításának lehetőségei az MH repülőalakulatainál. Egyetemi doktori értekezés, 1994.
- [4] DR. ÓVÁRI GYULA: A Magyar Honvédség repülőeszközei típusváltásának és üzemeltetésének lehetőségei gazdaságossági-hatékonysági kritériumok, valamint NATO csatlakozásunk figyelembevételével. A légierő fejlesztése tanulmánygyűjtemény, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1997. pp. (9-117)
- [5] DR. ÓVÁRI GYULA: Korszerű harcászati repülőgépek műszaki üzemeltetésének sajátosságai és gazdasági-hatékonysági kérdései. A harcászati repülőgépek fejlesztésének szükségessége és lehetősége. Konferencia előadás gyűjtemény, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 1998. pp. (33–70)
- [6] DR. PETÁK GYÖRGY: A repülőtechnika üzemben tartása és javítása. Főiskolai jegyzet. KGYRMF, Szolnok, 1981.
- [7] ROHÁCS JÓZSEF, DR. — SIMON ISTVÁN: Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1989.
- [8] USA MIL-STD 478/778B/882 szabvány gyűjtemények.

MERRE? TOVÁBB! MŰHOLDAS NAVIGÁCIÓ!

**Urbán István százados
egyetemi tanársegéd
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Hadtudományi Kar
Repülő tanszék**

Az ICAO megalakulása óta mindig nagy óvatossággal kezelte az új fejlesztésű navigációs berendezések bevezetését, gondoljunk csak a VOR—DME „győztesként” való megnevezésére a LORAN-al szemben.

Ez nem a Szervezet Konzervativizmusából ered, hanem abból a jól felfogott repülésbiztonsági elvből, mely szerint addig, amíg egy új rendszer nem elégíti ki TELJES körűen az önálló fedélzeti berendezések hármasszögletes követelményét (elérhetőség, folyamatosság, teljesség), addig a régi, jól bevált rendszer alkalmazását ajánlja az annexekben. Nem volt (lesz) ez másképp a műhold navigációs rendszerek vonatkozásában sem. Hosszú út vezet majd el addig az időpontig mikortól a legújabb fejlesztésű GPS-vevőket korlátozás nélkül alkalmazhatjuk a légi navigáció bármely (útvonal navigáció, precíziós megközelítések) szakaszában.

Az utóbbi egy évben számos olyan változás történt e téren, amely előrelépést jelent azon vonatkozásokban, melyek az (eddig) ICAO kétségeket csökkentik, esetenként megszüntetik.

Az Amerikai Egyesült Államok Szövetségi Légügyi Hivatala elfogadta a TSO-C-129 szabványt, mely — bizonyos feltételek mellett — engedélyezik a műhold navigációs vevők kizárólagos alkalmazását a repülés ÖSSZES fázisában.

Ezáltal olyan kezdő lépést tett meg a polgári légi közlekedés második legnagyobb szervezete, amely előre vetíti a felhasználók számára azt a jövőképet, melyet talán még a GPS-rendszer megalkotói sem gondoltak volna.

A GPS-RENDSZER ALKALMAZÁSA A REPÜLÉSBEN

A léginavigáció felosztható:

- Útvonal navigációra;
- leszálláshoz történő megközelítés navigációjára.

A GPS RENDSZER ALKALMAZÁSA ÚTVONALNAVIGÁCIÓRA

Az ilyen repülési feladatok végrehajtásában 19 500 láb repülési magasság felett kizárólag műszerrepülési szabályokat (Instrument Flight Rules, IFR) kell alkalmazni [1]. A navigáció alapját földön telepített NDB (a volt Szovjetunió tagországaiiban), VOR–DME, valamint LORAN (Észak-Amerikában) adók képezik. Ezen adóberendezések működési elvének ismertetése nem feladata a cikknek annál is inkább mivel az alapgondolat, a működési frekvencia, a navigáció pontosságára rendszerenként más és más.

Azonosak azonban a fent említett navigációs rendszerek hátrányai a GPS rendszerrel összehasonlítva:

- nem globális, hanem csak regionális jellegűek;
- kisebb–nagyobb mértékben ugyan, de függenek a meteorológia viszonyoktól (például zivatar tevékenység);
- a navigációs lefedettség és más kritériumok teljesítése érdekében régióként több száz földi állomást szükséges telepíteni;
- ezen földi állomások a karbantartások idejére ki kell kapcsolni, a kikapcsolt adók működésképtelenségét külön tájékoztató közlemények (Notice to Airmen, NOTAM) útján kell tudatni az érintettekkel;
- helyzet meghatározási pontatlanságuk akár 10–20 szorosa (0,5–1 NM) is lehet a GPS rendszer C/A kódú S/A hozzáférésű helyzet meghatározási hibájának (0,05 NM);
- kivonásuk a közeljövőben (NDB: 2002-ben, VOR: 2005-ben) várható.

Az ICAO a fent említett időtartamnál előbb is üzemben kívül helyeztethette volna a szóban forgó földi állomásokat és fogadhatta volna el a GPS-vevőket. Amiért nem tette annak az, az oka, hogy a légi járműnek az érvényben levő ajánlás (ANNEX) alapján az elsődleges navigációs berendezés (Primary Navigational Own) működésképtelenségek ezt kijelvezvén át kell térnie egy másik, ún. alpnavigációs, önállóan alkalmazható rendszerre (Stand-alone Navigational Own), ezáltal biztosítva a navigációs berendezések hármas alapkövetelményét: az elérhetőséget (availability); a folyamatosságot (continuity) és a teljességet (integrity). Ezért a GPS-vevők — azon túl hogy önálló rendszerként alkalmazhatók — társíthatók más rendszerekkel is mint hibrid navigációs egységek. Az önálló és hibrid egységek határvonalát képezi az a tény, hogy a GPS vevő önálló integritásfigyeléssel (Receiver Autonomus Integrity Monitoring, RAIM) rendelkezik-e.

Ez a részegység az éppen „látott” NAVSTAR műholdak ideiglenes műkö-

désképtelensége esetén átkapcsolja a berendezést a GPS „meghajtásról” egy másik alpnavigációs rendszerről történő üzemelésre.

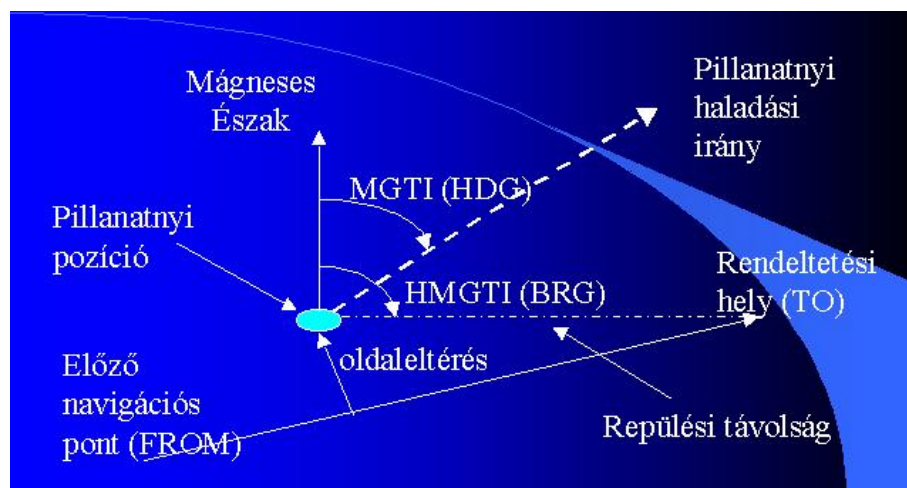
Az USA Szövetségi Légügyi Hivatal-a (Federal Aviation Administration, FAA) a repülésben alkalmazott GPS-vevőkre a végrehajtandó repülési feladat függvényében az alábbi osztályokat és kategóriákat határozta meg. [2]

Műszerrepülésre alkalmas GPS vevőberendezések osztályai és kategóriái (TSO–C129)						
Beren- dezés kategóri- ája	RAIM	RAIM-al megegyező- séget biztosí- tó integrált navigációs rendszer	A repülés végrehajtásának fajtái			
			Óceán	Útvonal	Közelkörzeti	Nem precíziós megközelíté- sek
„A” osztály — GPS-vevő és navigációs képesség						
A1	igen		Igen	Igen	igen	igen
A2	igen		Igen	igen	igen	nem
„B” osztály — GPS-vevő adattovábbítása egy integrált navigációs berendezés pl. FMS felé						
B1	igen		igen	igen	igen	igen
B2	igen		igen	igen	igen	nem
B3		igen	igen	igen	igen	igen
B4		igen	igen	igen	igen	nem
„C” osztály — GPS vevő adattovábbítása egy integrált navigációs beren- dezés felé, mely automatizáltan biztosítja a légi jármű vezetését a repülés- technikai (emberi) hibák csökkentése érdekében						
C1	Igen		igen	igen	igen	igen
C2	Igen		igen	igen	igen	nem
C3		igen	igen	igen	igen	igen
C4		igen	igen	igen	igen	nem

Bővebb magyarázat szükséges a táblázat jobb oldali „nem precíziós megközelítések” oszlopához, melyet a I.1.-es fejezetben fogok részletesebben tárgyalni.

Viszont nem szükséges semmit sem hozzáfűzni az ábra fennmaradó oszlopaihoz, ui. látható hogy az összes útvonalrepülési fajtánál a GPS-vevők minden táblázatban definiált osztálya korlátozás nélkül alkalmazható.

A GPS-rendszer segítségével az útvonalrepülések bármilyen más útvonalnavigációs berendezéshez képest lényegesen egyszerűbben, pontosabban hajthatók végre (1.ábra)



1. ábra
Útvonalrepülés GPS felhasználásával

Európában 1998. április 23. óta minden 10000 láb felett repülő légi jármű számára kötelező egy olyan terület navigációs rendszer (Area Navigation – RNAV) használata, melynek navigációs hibája 0,5 NM lehet. [3.] A légi jármű üzemeltetőknak emiatt modernizálniuk kell repülő eszközeiknek avionikai berendezéseit.

Ez igaz a két legnagyobb hazai „vállalatra” a MALÉV Rt.-re és a Magyar Honvédségre is.

A legnagyobb magyar polgári légiforgalmi részvénytársaságnál a régebbi „nyugati” gyártású (Boeing 737–200) repülőgépeknek, illetve a volt Szovjetunióban gyártott repülőgépeknek (Tupoljev–154) kell átesniük modernizáción.

Az előbbi típussal kevesebb problémája fog adódni a légitársaságnak, mivel ezek a légi járművek lízingelt repülőgépek és a korszerűsítés gyárilag megoldható a következő nagyjavítás alkalmával, míg a magasabb típusszámú Boeinge

(737–300; –400; 767–200) illetve az új Fokkerek eredetileg beépített Flight Management Computer System — FMS/RNAV berendezéssel rendelkeznek.

Nagyobb azonban a probléma a saját tulajdonú volt szovjet gyártású Tupoljev–154 típusokkal. Ezek a légi járművek teljesen új FMS beépítését igénylik, ugyanis eddig (2000. január) egyetlen orosz (volt szovjet) gyártású légi jármű sem rendelkezett gyári tervezésű és beszerelésű, megfelelő pontosságú terület navigációs rendszerrel. A probléma volumenét tovább növeli, hogy a nyári időszakban a légitársaság a megnövekedett charter-járatok igénye miatt további hasonló típusú repülőgépeket szándékozik bérelni. A legutóbbi információk szerint az RNAV-berendezés beépítését egy Észak-Amerikai elektronikai vállalat fogja elvégezni, és e rendszer lelke (meghajtója) GPS-berendezés lesz. Ez a megoldás mindenképpen jobb lesz, mint a jelenleg használt RAIM nélküli, C/A kódú, S/A hozzáférésű GPS-vevő amit már kb. 4 éve üzemeltet a légitársaság a TU–154 repülőgépek fedélzetén.

A Magyar Köztársaság Légierőjén belüli pillanatnyi helyzet nagymértékben hasonló a MALÉV 4-5 évvel ezelőtti GPS üzemeltetési-felhasználási körülményeihez. Figyelembe véve a feladat végrehajtási magasságait a különböző légi jármű típusoknak 10 000 láb útvonal repülési magasság nem tipikus a könnyű és közepes szállító helikopterek valamint a könnyű szállító repülőgépek esetében. Ezért ezen légi járművek avionikailag még ideig-óráig üzemben tarthatóak persze csak akkor ha:

- nem helyezik őket NATO csapatok alárendeltségébe;
- az országhatárt nem repülik át;
- csak kizárólag látvarepülési szabályok (Visual Flight Rules, VFR) szerint hajtják végre feladataikat.

Amennyiben bármelyik feltétel a fenti háromból nem teljesül, a korszerűsítésre sort (pénzt) kell keríteni.

A közepes szállító repülőgépek, valamint a harcászati repülőezredek gépparkjainál a legnagyobbak az avionikai hiányosságok ui. ezek a légi járművek több olyan repülési feladatot hajtanak végre (hazai és nemzetközi légi szállítások, külföldi éleslövészetekre való ki és hazatelepülések, nagymagasságú útvonalrepülések) amelyek szükséges (lenne) az RNAV rendszer.

Ezért a közepes szállító repülőgépek, valamint a harcászati repülőezredek repülőgépparkjainak avionikai korszerűsítése — véleményem szerint — a legfontosabb tennivaló.

Összegzőként megállapítható, hogy az előzőekben említett hiányosságok a Magyar Honvédség légi járművei navigációs téren csak a legszűkebb keresztmetszeten képesek a NATO-val való útvonal navigációs együttműködésre, így nem teljesíti a géppark sem a kompatibilitás sem az interoperabilitás kritériumait.

A GPS RENDSZER ALKALMAZÁSA A LESZÁLLÁSHOZ TÖRTÉNŐ MEGKÖZELÍTÉS NAVIGÁCIÓJÁBAN

Ez a repülési fázis — többek között — közel körzeti navigációra (Terminal Area Navigation) és a végső megközelítés navigációjára (Final Approach Navigation) osztható fel.

Az előbbi eset lényegében útvonalrepülést jelent, melynek helyzet meghatározásához elegendő minden RAIM-al ellátott, C/A kódú, S/A hozzáférésű GPS-vevő. (lásd TSO-táblázat)

A végső megközelítési eljárás kétfelé bontható, ún. precíziós /nem precíziós megközelítésekre (Precision/non Precision Approach), melyek megkülönböztetésének egyik alapfeltétele földet érési zónában (Touchdown Zone) a meteorológia adatok (elsősorban a felhőalap és a vízszintes látás) meghatározott érték alá csökkenése.

A nem precíziós megközelítések földi navigációs adóberendezései viszonylag pontatlanabbak, közel sem nyújtanak olyan minőségű és mennyiségű információt a légi jármű személyzeteknek, mint a precíziós megközelítésekre alkalmas berendezések. Ebből következően a nem precíziós rendszerek „repülőtéri leszállási minimum” jellemzői (az elhatározási/minimális süllyedési magasság és látástávolság értékei) kb. 50%-al kedvezőtlenebbek a precíziós rendszerek hasonló értékeinél.

A fentiek szemléltetésére célszerű megvizsgálni egy adott nemzetközi repülőtér (Budapest — futópályájának 31-es Jobb) „B” kategóriájú légi járművekre vonatkozó leszállási minimum értékeit a különböző leszállító rendszerek függvényében [4].

Leszállító r. típusa			Megjegyzés
ILS	Elhatározási magasság	Futópálya menti látástávolság	Precíziós megközelítési eljárás
	61 m	720 m	
VOR—DME	Minimális süllyedési magasság	Általános látástávolság	NEM Precíziós megközelítési eljárás
	117 m	720 m	
NDB	Minimális süllyedési magasság	Általános látástávolság	NEM Precíziós megközelítési eljárás.
	117 m	1200 m	

2. ábra

Budapest—Ferihegy 31 jobb futópályájának leszállási minimum értékei

A leszállási minimumok mivel sok más tényezőtől függenek (például akadálymagasságok, domborzatok) így értékeikben (azonos leszállító rendszert feltételezve) kisebb-nagyobb eltérések lehetnek.

Az ICAO ajánlásait betartván a polgári légitársaságok „járatgépei” mindhárom rendszert tudják alkalmazni.

Sajnos ugyanez nem mondható el a Magyar Köztársaság Légierőjének légi járműveiről, ui. összesen 4 db (!) repülőgép képes használni mindhárom rendszert. A géppark fennmaradó része csupán a legkedvezőtlenebb minimumokkal bíró NDB rendszert képes alkalmazni, azt is csak kisebb-nagyobb korlátozások (repülés közben nincs lehetőség a földön előre behangolt-beprogramozott adóállomások újrarahangolására) figyelembe vételével.

Még szomorúbb a helyzet, ha figyelembe vesszük, hogy a NATO legelterjedtebb leszállító rendszerét (Tactical Air Navigation, TACAN) egyetlen magyar katonai légi jármű sem tudja alkalmazni.

A fent említett problémákra megoldást jelentene RAIM-al ellátott GPS-vevők beépítése, mivel a TSO-C129 [4] szabvány értelmében — amit a NATO is elfogadott — a GPS A1, B1, C1 valamint a RAIM-hoz hasonló képességeket biztosító GPS vevők közül a B3, C3 osztályba soroltak alkalmasak nem precíziós megközelítési eljárások végrehajtására. (lásd TSO-táblázat)

A *precíziós megközelítések* főbb jellemzői közül — a teljesség igénye nélkül — meg kell említenem:

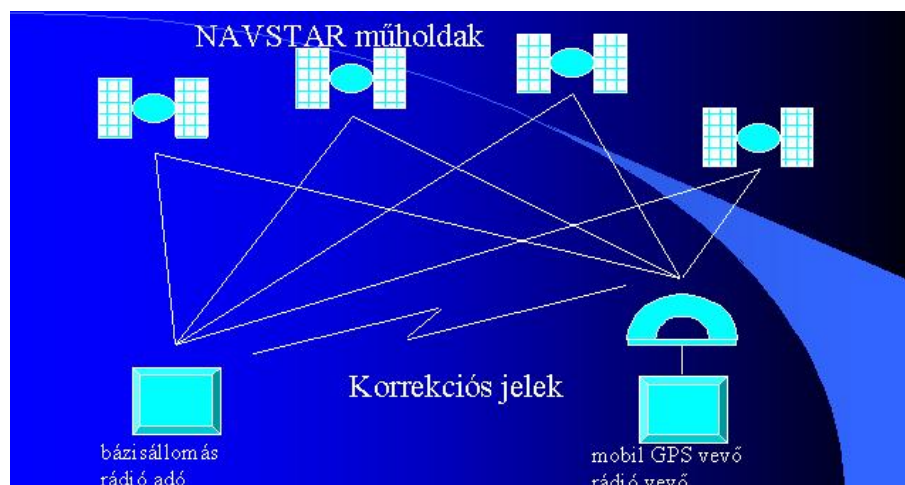
- a jelentékenyen pontosabb (adott esetben 5–10 m) navigációt követel meg;
- a folyamatos süllyedési profil (siklópálya, Glide Path-GP) kijelzést kell biztosítania;
- a folyamatos irányság (Localiser-LOC) információt;
- és a földet érési zónától számított távolságértékeket szükséges jeleznie.

A legutolsó két követelményt bármely GPS vevő teljesíteni tudja, azonban az első két feltétel teljes körű lefedésére sem a C/A, sem a P/Y kódú („katonai”) vevők nem alkalmasak, mivel ezek helyzet meghatározási hibája 2÷20 szorosa a megkívánt értékeknek.

Fentiekhez kapcsolódóan meg kell jegyezni, hogy a GPS helyzet meghatározás egyik legpontosabb módszere az ún. valós idejű (Real-time) differenciális üzemmódban lehetséges, amelyet elsősorban a geodéziában, a térképészetben illetve bizonyos esetekben a precíziós megközelítési eljárások során alkalmaznak. Ebben az üzemmódban egy (vagy több) C/A kódú, S/A hozzáférésű vevő-pár együttes üzemeltetésére van szükség úgy, hogy az egyik vevő (bázis) egy ismert koordinátájú pontra települ, a másik pedig a repülőgépre, mozgó járműre kerül. A bázisvevő határozza meg a vevő és a műholdak közötti távolságkorrekciókat úgy, hogy a mért távolságból kivonja az ismert pont koordinátáit, illetve a

műholdak pályadatai alapján számított távolságokat, majd megfelelő csatornán továbbítja azokat a mozgó vevőbe. (3. ábra) Ezzel a módszerrel a GPS helyzet meghatározásuk pontosságát befolyásoló tényezők közül kiküszöbölhető:

- a műhold pályahibája;
- a műhold órájának hibája,
- az ionoszféra hatása;
- a troposzféra hatása;



3. ábra

A differenciális GPS/DGPS technika elve

Egy adott területen belül a differenciális navigáció pontossága jelentősen jobb lehet a polgári felhasználók kb. 100 méteres helyzet meghatározási hibájánál.

A fentiek bizonyítására megemlíthető, hogy az USA Nemzeti Oceanológiai és Légköri Hivatala (National Oceanological and Atmospheric Agency, NOAA) által még 1990-ben végrehajtott kísérletei során egy 680 km/h sebességgel haladó repülőgépen elhelyezett GPS-vevő 300 kilométeres távolságon 1 cm horizontális, és 2 cm vertikális hibát „gyűjtött” össze. A kísérleti repüléseket rendkívül kedvezőtlen időjárási körülmények közepette is megismételték, de a felhalmozódott hiba nem haladta meg a 3 illetve 6 centimétert.

A fenti eset kuriózumnak tekinthető, ui. a gyakorlati tapasztalatok alapján a navigációs pontatlanság az 1-5 m közötti tartományon belülre „hozható”. Ugyancsak empirikus úton bizonyított tény, hogy a felhasználóknak célszerű egy, a bázisállomás, mint centrum köré rajzolt kb. 50 NM/93 km sugarú körön belül maradni az utóbb említett pontosság érdekében. E kritérium hazánk földrajzi

terjedelmét figyelembe véve könnyen teljesül.

Jelentős egyszerűsítést jelentene, ha a korrekciós jelenet sugárzó rendszert egy már „üzemelő” telekommunikációs frekvenciasávban üzemeltetnénk.

A repülőgép fedélzetén telepítendő berendezések:

- GPS-vevő DGPS-re előkészítve;
- 1 m felbontású barometrikus vagy rádiómagasság mérő (napjainkban már számos GPS-vevő tudja ezt biztosítani!);
- adatátviteli rádió berendezés.

A földön telepítendő berendezések:

- adatátviteli rádió berendezés (korrekciós adatok, barometrikus adatok, DGPS korrekciós jelek képzéséhez);
- intelligens, vezérlő egység (a kommunikációt vezérli a földi berendezés és a repülőgép, illetve a számítógép felé);
- PC-alapú számítógép rendszer.

A DGPS rendszer előnyei:

- nagyobb pontosság;
- az ország egész területére biztosítaná a DGPS korrekciós jeleket;
- az egyetlen nagy pontosságú bázisállomást kell csak telepíteni;
- precíziós megközelítésekre is alkalmassá tehető a rendszer.

Az utolsó kitétel bizonyítására meg kell említenem azt az esetet amikor az FMS rendszerrel egybeépített DGPS-rendszert alkalmazták Észak–Amerikában precíziós leszállító rendszerként. Ekkor az „elért” hiba — egy repülőtér meghatározott bejövetei irányán — húsz centiméter volt mind a siklópályán, mind az irányzávon mérve. Ez azonban földrajzi és technikai értelemben véve nem széleskörűen elterjedt rendszer, főleg azért nem mert talán ez a legköltségesebb konfiguráció a GPS berendezések közül [5].

Az azonban már Európában (szerencsére Ferihegyen a Légiforgalmi és Repülőtéri Igazgatóságnál is) számtalan esetben előfordult hogy a precíziós leszállító rendszerek (ILS, RSZBN) ún. hitelesítő berepülését DGPS-alapú rendszerrel oldották meg, minden eddigi rendszerrel megbízhatóbban és pontosabban.

Sajnos a NATO tagállamok európai hadseregeihez viszonyítva a Magyar Honvédség nincs ilyen kedvező helyzetben ui. nincs önálló DGPS-rendszere sem a Légierőnek sem pedig a Szárazföldi Csapatoknak. A Magyar Köztársaság Fegyveres Erőit és Testületeit képes lenne kiszolgálni egy megfelelően elhelyezett, teljes konfigurációt tartalmazó bázisállomás, mint ahogyan ezt például a Bundeswehr-nél megvalósították még 1996-ban.

BEFEJEZÉS

Összegzőként megállapítható, hogy a NATO csatlakozás után is még számos tennivalónk van a navigációs interoperabilitás és kompatibilitás eléréséig. Ennek egyik alternatíváját (talán az egyik legpontosabbat) kínálja számunkra a különböző GPS konfigurációk alkalmazása.

A költségek elemzése után a döntéshozók felelőssége kiválasztani a megfelelő berendezést.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 44. sz. Egyesített Légügyi Előírás KHVM Légügyi Főosztály, Budapest, 1990.
- [2] Federal Aviation Administration: Advisory Circular ,No: 90-94
- [3] Eurocontrol: Related Order to RNAV Systems DOC 003-93 3
- [4] Légitforgalmi tájékoztató Kiadvány Magyar Köztársaság, KHVM Légügyi Főosztály, Budapest 1992.
- [5] G. WARWICK: A New Approach to Approaches

The ICAO — since his foundation — has been carefully accepting the new developing navigation systems' establish for example let us think it over the VOR–DME's victory by the LORAN in the early sixties.

It is not for the Organisation's conservative point of view, because of the International Civil Aviation Organisation has a triple requirement (availability, continuity, integrity) for every new navaid.

As far as these reqs are not perform the principles of safety as well as the ICAO will not recommend the using of any new systems in his ANNEX.

There was not (will not) any other way for the satellite navigation systems. There is (will) a long way to the accurate date when the newest developing GPS-receivers are (will) able to establish in the any form (en–route precision approaches) of the air navigation. The last year has been bringing a great amount of change, what means a big step forward to us, besides that the ICAO's doubt will have decreased at a minimum rate by 2005.

The FAA accepted the Technical Standard Order No: C–129 in 1999, which is approved the using of the satellite navigations systems in all of the flying's phases.

At last but not least the Earth's No:2 Civil Aviation Organisation made a big footprint that shows us a kind of future which was unbelievable a couple years ago.

A FELSZÍNI ERŐK ELLENI LÉGI MŰVELETEK DOKTRÍNÁLIS ÉRTELMEZÉSE A NATO-BAN

**Krajnz Zoltán mérnök őrnagy
egyetemi tanársegéd
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Hadtudományi Kar
Légvédelmi Tanszék
Palik Mátyás őrnagy
egyetemi adjunktus
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Hadtudományi Kar
Repülőtanszék**

A cikk röviden ismertetést ad a NATO harcászati légierő felszíni erők elleni légi hadműveleti alkalmazási formáinak kialakulásáról, a műveleti struktúráról és az abban tapasztalható, napjainkra beállt változásokról.

BEVEZETÉS

„Aki a levegőt ellenőrzi az általában a felszínt is uralja”, ezért a légtérelőőrzés szerepkörének betöltése után a légi szembenállási műveletek végrehajtását követően, amennyiben a hadműveleti helyzet úgy kívánja, a légierő áttérhet az erő alkalmazásának szerepkörére és felszíni erők elleni műveletekbe kezdhet. A korszerű légierő a harci képességeinél fogva az ellenséges szárazföldi- és tengeri erők elleni harc hatékony eszköze, a mi vizsgálatunk szempontjából azonban csak a felszíni műveletek közül az ellenséges szárazföldi csapatok elleni műveletek jelentősek, ezért mi is erre összpontosítottuk figyelmünket.

AZ ALKALMAZÁS FORMÁI

A korszerű NATO-elvek szerinti felszíni erők elleni műveletek elmélete a légierő klasszikus hadműveleti alkalmazási formáinak a fejlődése során alakult ki. Az

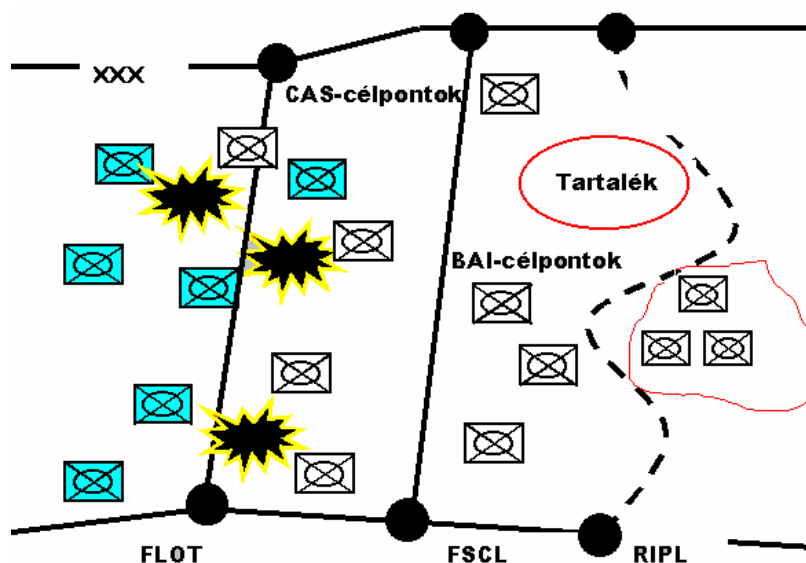
elméletet folyamatosan fejlesztik a harci környezet változó követelményei- és a felszíni erők mindenkori igényei szerint. Az 1980-as évekig a szövetségben a katonai műveleteket a „tradicionális” felfogás szerinti háború belső logikájának feleltették meg. Ebben a fegyveres konfliktus koncepcióban a szárazföldi erők műveleteinek a tömeg hadseregek szembenállásának specifikus követelményeiből fakadó igényeket kellett kielégítenie. Jellemző volt ekkor, hogy a háborúban viszonylag széles-, összefüggő arcvonalat, többlépcsős hadművelati felépítést képzeltek el, ahol a hadművelati mélységben jelentős tartalékokat képeznek. A harctevékenységek tervezése és végrehajtásának a koordinálása szempontjából a harcműzöt jól definiálható terepszakaszokkal felosztották, amelyek kvázi szétválasztották a különböző művelati formákat és segítették a végrehajtást.

A felszíni erők sikeres harcának érdekében, alapvetően a légierő repülőerőforrásaival, a következő műveletek végrehajtását tervezték:

- LÉGI LEFOGÁS — Air Interdiction (AI);
- TÁMADÓ LÉGI TÁMOGATÁS — Offensive Air Support (OAS);
- KÖZVETLEN LÉGI TÁMOGATÁS — Close Air Support (CAS);
- HARCTEVÉKENYSÉGI KÖRZET LÉGI LEFOGÁSA — (BAI);
- TENGERI MŰVELETEK LÉGI TÁMOGATÁSA — (TASMO).

A LÉGI LEFOGÁS az ellenség hadművelati potenciáljának megsemmisítése, a harci képességei kiaknázásának késleltetése céljából tervezték az ellenség hadművelati mélységében, még mielőtt az hatékonyan befolyásolhatná a saját erők tevékenységét az arcvonalban. Célpontjait a szárazföldi csapataik fegyvereinek hatótávolságánál nagyobb mélységekben jelölték ki, és így nem igényelt szoros együttműködést a saját erők tüzével és manővereivel. Elsődleges célja volt megakadályozni az ellenséges erők tartalékainak az előrevonását, korlátozni az ellenség manőver lehetőségeit és elvágni a harcolókat az utánpótlási vonalaiktól. A légi lefogás a legjobb eszköznek minősült a repülők hatótávolságának a kiaknázására az ellenséges szárazföldi erőkkel szemben, ott mérhettek csapást az ellenségre, ahol az a legsebezhetőbb volt, arra készítve, hogy légvédelmét a nagyobb mélységekre is kiterjessze. MINÉL NAGYOBB SZÜKSÉGE VOLT AZ ELLENSÉGES SZÁRAZFÖLDI ERŐKNEK AZ ELLÁTÁSRA ÉS A MEGERŐSÍTÉSRE, ANNÁL HATÉKONYABB LEHETETT A LÉGI LEFOGÁS. Ez a művelati forma a harcműzön a „felderítés és csapásmérés koordinációs vonalától” (RIPL), illetve a hadtest „felelősségi körzetétől” (Area of Responsibility, AOR) mélyebben elhelyezkedő célok ellen irányult, így nem igényelt szoros koordinációt a végrehajtás időszakában a szárazföldi erők és a légierő között.

A TÁMADÓ LÉGI TÁMOGATÁS két hadművelati alkalmazási formája két részre osztotta a harcműzön az arcvonal (FLOT Forward Line of Own Troops) és a támogatandó hadtest (hadosztály) felelősségi körzetének határa közötti területet (AOR, RIPL).



1. ábra

A felszíni erők elleni műveletek a hagyományos felfogás szerint

A HARCMEZŐ LÉGI LEFOGÁSA (BAI) a „tűztámogatás koordinációs vonala” (Fire Support Coordination Line, FSCL) és a „felderítés és csapásmérés tervezési vonala” közötti térrészben zajlott, az ellenség azon földi célpontjai ellen, amelyek voltak, hogy közvetlenül hathattak a saját erőinkre, de még nem voltak közvetlen harcérintkezésben velük. A harcmező légi lefogásának a célja volt, hogy kedvező feltételeket teremtsen a közvetlen harcot folytató erők számára azáltal, hogy már a harcászati mélységben tartózkodó ellenség manőverszabadságát korlátozza, így azok nem voltak képesek az optimális szétbontakozásra és harcrend felvételére. A harcmező légi lefogásának lényegét jól tükrözi, hogy egyes szakirodalmak A FELSZÍNI ERŐK KÖZVETETT LÉGI TÁMOGATÁSÁNAK NEVEZTÉK, mivel a hatása a peremvonalban csak közvetve mutatkozott.

A KÖZVETLEN LÉGI TÁMOGATÁST azon ellenséges célpontok ellen tervezték, amelyek a saját erők közvetlen közelében, a peremvonal és a tűztámogatás koordinációs vonala között helyezkedtek el, amelyek harcban álltak a saját csapatokkal. Minden egyes repülőfeladat részletes összehangolását igényelte a saját erők tüzével és mozgásával. Az alapvető különbség a harcmező lefogása és a közvetlen légi támogatás között a céloknak a saját erőktől való távolságában és emiatt a tevékenységhez szükséges vezetés rendjében mutatkozott meg. A harcmezőt lefogó légitámadásokat az ellenség azon erőinek a késleltetésére, megsemmisítésére, vagy semlegesítésére vezették, melyek a harctevékenység körzetében voltak, de még nem léptek harcba a saját szárazföldi erőkkel.

AZ ALKALMAZÁSI FORMÁK VÁLTOZÁSA

A felszíni erők elleni hadműveleti alkalmazási formák elmélete az utóbbi évtizedben jelentős változásokon ment át, amelyek fő mozgató rugói a lehetséges háború felfogásában történt változások, valamint az egyre jelentősebb szerepet kapó válságkezelési feladatoknak való mind jobb megfelelés igénye volt. A harcmező változásainak a feltárását célzó kutatások szerint a prognosztizálható hadműveleti terület nem lesz ilyen jól strukturálható, mint az sz. ábrán látható. A jövő harcmezőjére a „nonlinearitás” lesz a jellemző, amely szerint az egyes harcok a hadműveleti területen már nem lesznek egyértelműen és egyszerűen egyes terepszakaszokhoz köthetőek, pillanatnyi térbeni helyzetük inhomogénné válik. További változást indukáltak a harcászati vezetést és irányítást támogató információs rendszereknek a fejlődése, valamint az egyre pontosabb- és megbízhatóbb információkat nyújtó harctéri felderítő és monitorozó rendszerek alkalmazásában rejlő lehetőségek is.

FORMAILAG A LEGLÁTVÁNYOSABB VÁLTOZÁST A MŰVELETI STRUKTÚRÁBAN A HARCMEZŐ LÉGI LEFOGÁSA MŰVELETI KATEGÓRIÁNAK A MEGSZÜNTETÉSE JELENTI. Tulajdonképpen a két légi lefogási kategóriát, a harcmező megváltozott struktúrája miatt egyesítették, valamint feloldották a légi lefogás és a stratégiai légi támadás célpontjai közötti esetleges ellentmondásokat.

A legújabb szövetséges elvek szerint a LÉGI LEFOGÁS és a KÖZVETLEN LÉGI TÁMOGATÁS szétválasztása a légi műveleteknek a saját csapatoktól mérhető távolsága és a tervezés- és végrehajtás időszakában megkövetelt integráció szintje alapján történik. Meghatározható egy olyan távolság (Close proximity), amelyen belül még garantálható a megbízható tűzirányítás és a saját erők, valamint a végrehajtó repülő eszközök védelme.

A LÉGI LEFOGÁS, az újkori értelmezés szerint, magába integrálja a korábbi harcmező légi lefogás- és a légi lefogás műveleti formákat, olyan felszíni célpontok megsemmisítésére (bénítására) tervezik alkalmazni, amelyek rendszerint kívül esnek a saját erők tűzeszközeinek a hatótávolságán, mivel nagyobb a távolságuk, mint az előbb említett, „close proximity”, így a végrehajtás során nem igényel, olyan szoros integrálást a saját felszíni erők tűzével- és manőverével. A légi lefogás a rendeltetését az ellenséges célok pusztításával, tevékenységének zavarásával, késleltetésével, valamint szabad manőverezésének akadályozásával tölti be.

A légi lefogás, a célpontokról való információ minőségének függvényében, lehet előre megtervezett-, és ún. nem előre megtervezett. AZ ELŐRE MEGTERVEZETT

(Preplanned air interdiction) légi lefogás, amire a lehetőségek szerint törekedni kell, feltételezi a célpontokról való közel valósídejű felderítési adatok folyamatos meglétét, valamint a saját erők helyzetéről, tevékenységéről és tüzeréről való pontos tájékoztatást. A NEM ELŐRE MEGTERVEZETT (Nonpreplanned air interdiction) formát alkalmazzák, amikor az ellenséges célpontokról nem rendelkeznek megbízható információval, ebben az esetben a csapásmérők számára elsősorban nem célpontokat, hanem területet jelölnek ki, ahol a felderített célokat kell megsemmisíteniük. Ezt a formát „fegyveres felderítésnek” (Armed reconnaissance), „útvonal felderítésnek” (Road reconnaissance) hívják. Speciális változatát az ún. „gyilkos doboz” (Killbox) kijelölése jelenti, amely tulajdonképpen egy légtér felhasználást szabályzó rendszabály, amit akkor alkalmaznak, ha garantáltan létezik olyan terület a harcmezőn, ahol saját erők nem tartózkodhatnak, így az ott megjelenő erők csak ellenséges csapatok lehetnek.

A légi lefogás sikerét csak az alábbi feltételek megléte esetén tartják valószínűnek:

- Légi fölény.
- Fontos és pusztítható célok megléte a harcmezőn.
- Folyamatos nyomásgyakorlás a földről és a levegőből egyaránt.
- Az ellenség logisztikai rendszerének gyengítése.
- Az erő kifejtés összpontosítása.
- Hatékony légtér menedzsment.

A KÖZVETLEN LÉGI TÁMOGATÁS a saját csapatok közvetlen közelében, a tüzeszközök hatótávolságán belül, biztosítja a felszíni erők számára a megfelelő tüzerőt a támadó- és védelmi műveletekben egyaránt.

A végrehajtása során hármas követelménynek kell megfelelnie:

- A saját csapatok harcának hatékony támogatása az ellenséges erők pusztításával, bénításával, vagy akadályozásával.
- A saját felszíni erők biztonságának a szavatolása a műveleteket végrehajtó légi támadó eszközök tüzetől.
- A saját légi támadó eszközök védelme a saját csapatok légvédelmi tüzetől.

A fenti követelményekből adódóan jól érzékelhető, hogy mennyire szoros integráció és koordináció szükséges a légi — és a felszíni komponens tervező — , irányító- és végrehajtó tevékenysége során. Különösen nagy szükség van rá akkor, ha a tüzerő összpontosítására van szükség és a válaszadási (reakció) idő rövid. A légvédelem, vagy a lövész fegyverek tüze olyan veszélyeket jelent a kijelölt repülőerők számára, hogy a feladatot csak speciális, ilyen harci körülményekre tervezett eszközökkel célszerű tervezni.

A szárazföldi erők hadművelési sikeréhez elengedhetetlen a közvetlen légi támogatásnak az integrálása a felszíni erők tüzével, az ellenséges légvédelem elnyomásával. AZ EGYIK LEGFONTOSABB AZT BIZTOSÍTANI, HOGY A LÉGI

TÁMOGATÁS A MEGFELELŐ HELYEN AKKOR VALÓSULJON MEG, AMIKOR ARRA REÁLIS IGÉNY MUTATKOZIK.

Az előbbi követelményt egy rendkívül rugalmas, a mindenkori felszíni harci helyzethez igazodó, igénylési rendszerrel valósítják meg. A felszíni komponens parancsnok előre meghatározza a közvetlen légi támogatással megsemmisítendő célok listáját, amelyet a flexibilis C2-struktúra igénylési rendjének működtetésével a mindenkori elvárásokhoz igazítanak.

Az igénylési rendszer szempontjából a következő közvetlen légi támogatás típusokat különböztetnek meg:

- előre megtervezett (Preplanned CAS), amely lehet:
 - menetrendszerinti (Scheduled CAS);
 - hívásra (On-call CAS) végrehajtott művelet;
 - valamint azonnali légi támogatást (Immediate CAS).

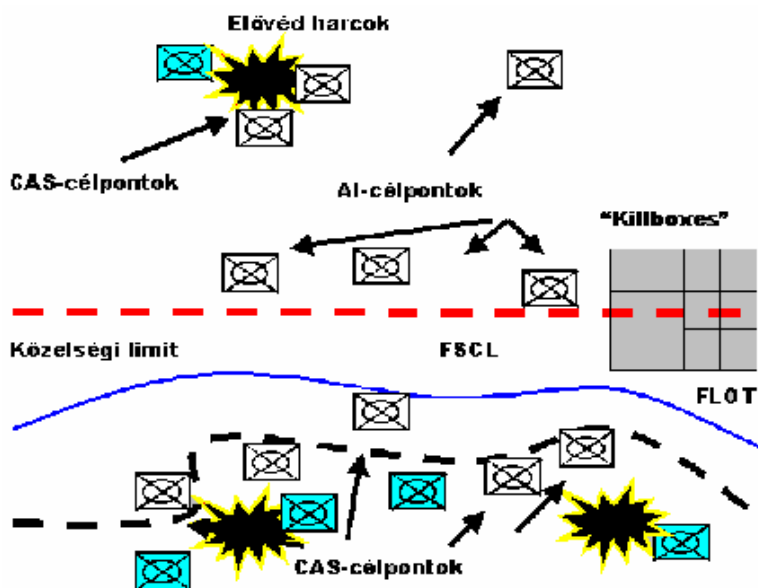
A közvetlen légi támogatás csak akkor lehet igazán hatékony, ha a harcmezőn az ellenség döntő, érzékeny pontjait támadja, amelyet a dinamikusán változó harctevékenység során nehéz meghatározni. A döntő pontok ismeretének a függvényében a közvetlen légi támogatást irányító parancsnokok számára az ún. „húzott” (Pull CAS), vagy a „tolt” (Push CAS) közvetlen légi támogatási harcászati fogások állnak a rendelkezésükre. Az említett harcászati fogások alkalmazásának alapvető feltétele egy jól működő felderítési- és harcmező monitorozó rendszer megléte, amelynek segítségével a repülő bevetések a megfelelő célpontok ellen irányíthatóak.

A „tolt közvetlen légi támogatás” alkalmazásával a csapásokat a vezetési-irányítási rendszer mintegy „tartalékolja” és ha sikerül meghatározni a harcmező döntő pontjait, akkor a szárazföldi parancsnokok igénylése nélkül is „rátolja” a közvetlen légi támogatást a harcmezőre.

A „húzott közvetlen légi támogatás” módszerénél a döntő pontokat először a harcmezőn települt bevetést irányító szervek határozzák meg és „ráhúzzák” a tartalékolt támogatást harcmezőre.

A közvetlen légi támogatás sikeres alkalmazását, a doktrinális felfogás szerint, a következő feltételek meglétéhez kötik:

- Légi fölény megléte.
- Az ellenséges légvédelem megfelelő szintű elnyomása.
- Hatékony célmegjelölő rendszer alkalmazása.
- Kedvező időjárás.
- Rugalmas vezetési rendszer működtetése.
- A hajózó állomány és a végső repülésirányítók jó kiképzettsége.
- Interoperábilis, megbízható híradás a felszíni erőkkel.
- Az igénylési rendszer összehangolt tevékenysége a vezetés-irányítás minden szintjén.



2. ábra

A légi lefogás és a közvetlen légi támogatás tűzkoordinációja a lineáris harcmezőn

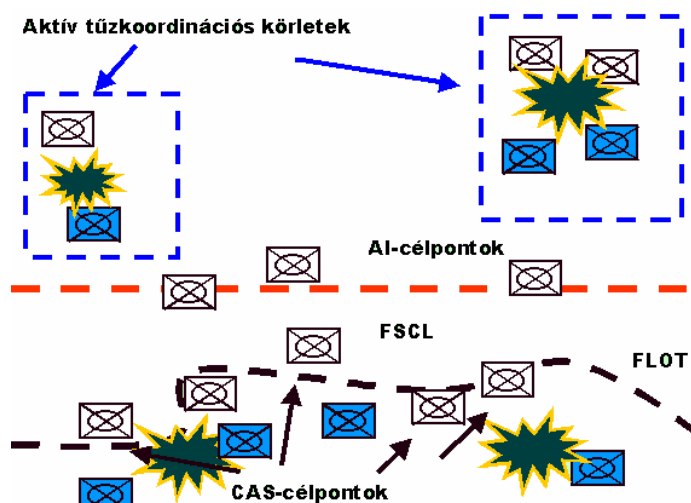
A felszíni erők elleni légi műveletek sikerének egyik legfontosabb feltétele a szárazföldi csapatok tűzének és a támogató repülő eszközök tűzének megfelelő koordinálása. A legújabb nyugati elvek szerint, a harcmező tulajdonságainak a függvényében, ún. lineáris, vagy nonlineáris tűzkoordinációt szükséges tervezni.

A LINEÁRIS HARCMEZŐN a tradicionális FLOT, FSCL koordinációs terepszakaszokkal térben választják szét a légi lefogás és a közvetlen légi támogatás műveleti formákat. Látható, hogy itt már nem tervezik a harcmező légi lefogását, csak az előbb tárgyalt két műveletet alkalmazzák.

A NONLINEÁRIS HARCMEZŐN a harctevékenységek térbeli elhelyezkedése nem a megszokott struktúrát mutatja, így a legfrissebb kutatások szerint a koordináció szempontjából elegendő, ha ún. „aktív tűzkoordinációs körleteket” hoznak létre, ahol szükséges a részletes integráció a közvetlen légi támogatás miatt.

Az aktív tűzkoordinációs körletek közötti térrészekben, ahol légi lefogást tervezik, nem szükséges teljeskörű integráció a felszíni erők tevékenységével.

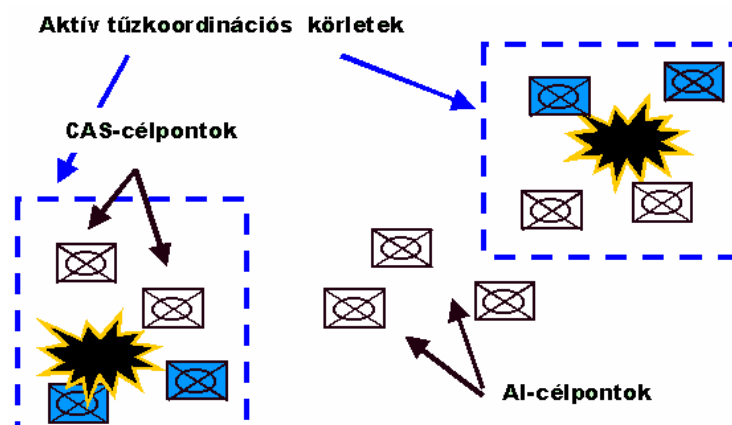
A LINEÁRIS ÉS NONLINEÁRIS KOORDINÁCIÓS RENDSZABÁLYOK KOMBINÁCIÓJÁT is alkalmazhatják, ha a harcmező szerkezete, valamint a szárazföldi csapatok tevékenysége lehetővé teszi. Ebben az esetben a hagyományos FSCL koordinációs vonalat és az aktív tűzkoordinációs körleteket egyidejűleg igénybe veszik.



3. ábra

A felszíni erők elleni műveletek kombinált tűzkoordinálása

A KÖZVETLEN LÉGI TÁMOGATÁS SZÁMOS ÖSSZHADERŐNEMI MEGFONTOLÁST követel meg a saját tüzérség és a „repülő tüzérség” szerepét betöltő légi támadó eszközök tevékenységének koordinálása során. A doktrínális szabályzást összhaderőnemi kiadványok végzik, amelyek szerint a tüzérség- és a közvetlen légi támogatást végrehajtó eszközök tevékenységének az összehangolására az alábbi harcászati eljárásokat dolgozták ki:



4. ábra

Tűzkoordináció a nem lineáris harcmezőn

ZÁRÓ GONDOLATOK

A dolgozattal megpróbáltunk rávilágítani egy, a Magyar Légierőt is igen nagymértékben érintő feladatkörre. Mindenki számára ismert az a technikai feltételrendszer, mellyel repülő csapataink jelenleg rendelkeznek. Ez azonban nem lehet magyarázata annak, hogy a későbbiek során esetlegesen bekövetkező koalíciós feladatvállalásból olyan módon vegyük ki részünket, mint amelyet partnereink elvárnak tőlünk. Ezért fontos az — hangsúlyozzuk újra—, hogy folyamatosan el kell sajátítanunk azon új elveket, eljárásokat is, amelyek a légierő stratégiai koncepciójának megváltozásával napjainkra ilyen formán megváltoztak.

Ajánljuk ezt a rövid kis cikket, mind a légierőnél mind a szárazföldi csapatoknál dolgozó és az ellenséges szárazföldi erők elleni harctevékenységgel kapcsolatban lévő minden tiszt kollegáinknak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] MELLINGER PHILIPS., The ten proposition regarding of the Air Power, Air Power Journal 1996, Spring
- [2] MAJ. GEN DON WILSON, Origins of a Theory Air Strategy, Aerospace Historian, 1971, Spring No.19-25 News, 1998, No.42,3,42
- [3] SCHNEIDER BARRY R., Principles of War for the Battlefield of the Future, www.fas.org

The article reviews shortly the development and structure of the antisurface force Air Operation of the NATO Tactical Air Power and changes what will have been performing by early 2000.

NEMZETKÖZI VIRTUÁLIS LABORATÓRIUM FELÁLLÍTÁSA A NEMHAGYOMÁNYOS REPÜLÉSEK VIZSGÁLATÁRA *

Bitvai István
ötödéves hallgató
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudomány Egyetem
Repülőgépek és Hajók tanszék

A számítástechnika, és ezzel együtt az Internet rohamos fejlődésével egyre nyilvánvalóbb, hogy nem mehetünk el behunyt szemmel a változások mellett. Meg kell értenünk, és ki kell használnunk azokat. A gazdaság globalizációja mára már mindenkinek magától értetődőnek tűnik. Miért ne lehetne elképzelni ugyanezt a tudomány, a kutatások területén is. A dolgozatom célja bemutatni, hogy igenis megvalósítható ez az elképzelés, hogy a közeljövőben sikeresen felállítsunk egy Nemzetközi Virtuális Laboratóriumot, elsősorban a repüléstudományban folyó kutatások segítése érdekében.

BEVEZETÉS

Az a gondolat, hogy létre kellene hozni egy Virtuális Laboratóriumot, már korábban megfogalmazódott a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repülőgépek és Hajók tanszékén. A szintén a tanszék által indított, az Unconventional Flight Analysis, azaz a nem hagyományos repülések vizsgálata címmel tartott konferenciasorozaton meg is győződhattünk arról, hogy ötletünket számos francia, német, orosz, amerikai professzor is támogatja.

A cél az, hogy olyan laboratóriumot hozzunk létre, ami az Internet alapú hálózat adottságait nagymértékben kihasználja. A kutatást globalizálja. Ezzel megkönnyítve a kutatók és a munkaadók dolgát. A rendszer előnyei közül az egyik, hogy a laborok jóval könnyebben tudnának nagy projekteken részt venni, a másik maga a távmunka, vagyis, hogy nem feltétlenül kellene kiutaznia az embernek a laborhoz, ha annak munkájában részt kíván venni. Nem utolsó

* Készült a Magyar Szabadalmi Hivatal diplomamunka ösztöndíj támogatásával.

szempont az sem, hogy a laborokat közelebb hozza egymáshoz, szorosabb együttműködést tesz lehetővé, ezzel párhuzamosan megkönnyíti az új projektek kiválasztását is. Természetesen a nemzetközi laboratórium megalakulása számos szerzői-, és iparjogvédelmi problémát felvet.

A SZERVEZET ELKÉPZELT FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

Az előzetes elképzelések szerint a virtuális laboratórium önálló laboratóriumok laza szövetségeként működne. A közös feladatok ellátást egy ügyvivő (koordináló) központ látná el. Ennek a feladata a laborok menedzselése, negyedévente elektronikus folyóirat kiadása (amire elő kellene fizetni), nagyobb cégekkel a kapcsolat tartása (akiknek, ha megbízásuk lenne, nem a laborokat kellene külön-külön megkeresniük, hanem csak a központot). Egy-egy nagyobb, többoldalú megbízást lehet, hogy nem tud felvállalni egyedül egy labor, viszont a központ már igen, mivel a projektet különböző típusú feladatokra oszthatja, és a részfeladatokat kiadhatja, az adott kérdéskörre szakosodott laboroknak.

A laborok mind egy-egy városhoz, vagy egyetemhez tartoznak. Egymástól függetlenek. Feladatuk (a kutatás mellett) a negyedévente megjelenő folyóiratban minimum egy cikkel képviseltetni magukat. Ebben a cikkben az adott laborban folyó kutatás (vagy kutatások) aktuális állapotáról számolnak be.

A laborok munkájukat, helyesebben a megoldandó problémáikat az Interneten teszik közre. Az Első Szinten az alapvető információk közlése mellett, az adott laborban folyó kutatás leírását, probléma felvetéseket találna az erre járó böngésző. Ha van ötlete, hozzászólhat, vagy megjegyzéseket tehet az ott látottakkal kapcsolatban. Ez a szint teljesen nyitott, bárki bekapcsolódhat a munkába. Ekkor nem elsősorban a tudományos igényesség, inkább a témakör ismertté tétele, népszerűsítése a cél.

A Másodi Szintre már jelszóval lehet csak belépni. A jelszóhoz bárki hozzájuthat, aki megfelelő színvonalú hozzászólásokkal segíti a labor munkáját, és az adott labor vezetője ennek alapján a jelszó megadására őt érdemesnek tartja. A munkába így bevont érdeklődő ezen a szinten már sokkal több információt talál, de nem naprakész, friss információkat, hanem csak annyit, hogy abból a rendelkezésére álló anyagból igazolni tudja, hogy fontos szerepet tölthetne be a labor munkájában.

A Harmadik Szint a legfelső. A Másodi Szintről lehet eljutni ide, és a kapcsolattartáshoz már egy újabb jelszó szükséges. Aki eddig a szintig eljut az

teljes körű munkatárssá válik. Az Internet segítségével akár valós időben követheti figyelemmel a kísérleteket, sőt, akár saját kezűleg irányíthatja is a lefolyásukat. Ezért a munkájáért fizetést kap.

Mindebből az is következik, hogy nem a munkába bekapcsolódni vágyóktól nem a szakmai végzettségeiket igazoló papírokat, hanem használható ötleteket, új megoldásokat várunk. Igaz a programba majdan bekapcsolódó laboratóriumok mind magas színvonalon dolgoznak. Aki nekik segíteni akar, nem árt, ha szintén magasan kvalifikált.

Az Internetes felület egynyelvű, és ez a nyelv az angol. A cikkek is ezen a nyelven jelennek meg.

SZERZŐI ÉS IPARJOGVÉDELMI PROBLÉMÁK

A számos probléma közül először talán nem is a szerzői-, vagy az iparjogi jut az ember eszébe, hanem az adatvédelmi. Ebben a cikkben nem térek ki részletesen erre, nem is feladatom, a lényeg, hogy ezt a kérdést már több esetben sikeresen megoldották. Mi nem írunk elő szabályokat, kötelező érvényű utasításokat az Internetes felületek kialakítására, a laboroknak saját igényük, és lehetőségük szerint kell megfelelni az alapvető elvárásoknak. Mindenkinek saját érdeke, hogy illetéktelen ne férhessen hozzá az információihoz.

A három szinten a kapott jogok, és kötelezettségek, elképzelésünk szerint a következőképpen alakulnak. Nézzük a laborba belépni kívánó, külső személy szemszögéből. Az első szintre belépve, mikor megismeri a labor munkáját, eldönti, hogy szívesen csatlakozna a csapathoz. Ekkor nincs más dolga, mint pár rövid üzenettel felhívni magára a figyelmet. Ezek a levelek nyilvánosak. Nem azt várjuk, hogy egyből megoldást adjon az összes kitűzött feladatra. Ezen a szinten elegendő egy, pársoros tájékoztató arról, hogy a felek kölcsönösen szabadon felhasználhatják egymás információit. Abban az esetben érdekes, ha az elektronikus kiadványban megjelenő cikk esetleg tartalmazza a levélíró gondolatait, feltételen hivatkozni kell az ötletadóra.

A Második Szinten, a regisztrációval együtt, egy szerződést is kell kötni. Ebben a felek tisztázzák, hogy innentől kezdve már nem nyilvánosan kommunikálnak egymással. Az esetleges szabadalmaknak minden hasznos ötletet adó részese lehet. Az internetes folyóiratban közölt cikkeknel már megjelenik a neve, mint külső munkatárs. Evvel együtt jár, hogy meg kell adni a lehetőséget, hogy a cikk végleges formájába beleszólhasson. Minden esetben, meg kell kérdezni, kíván-e változtatással élni. A válasz elmaradása egyenlő a cikk elfogadásával. Ez szintén elektronikus levelezés útján bonyolódik.

A Harmadik Szinten mindenki teljes jogú, fizetett munkatárssá válik. A cikkekre vonatkozó jogai nem változnak, viszont ha szabadalom születik, annak arányosan a részese lesz. Természetesen a labor a találmányának oltalom alá helyezési igényét több országban kell bejelentenie, amennyiben az új munkatárs külföldi (a mi esetünkben nem magyar). Erre kínál lehetőséget a Szabadalmi Együtműködési Szerződés, azaz a Patent Cooperation Treaty (PCT). Ennek segítségével egy helyen, egy nyelven, egy nemzetközi bejelentéssel lehet több országba (akár a szerződő országok mindegyikébe) hatályos bejelentést tenni. A nemzetközi bejelentéseknek egységesített alaki követelményeik vannak, és minden bejelentéssel kapcsolatban nemzetközi kutatást végeznek, amelynek eredményét a bejelentő számára is megküldik. Számos előnye van még, ezeket most nem részletezem. Itt felmerül a kérdés, hogy érdemes-e egyáltalán más típusú szabadalmi bejelentéssel élnie a labornak, amennyiben egy teljesen önálló találmányát kívánná oltalom alá helyezni. Nos, azt gondolom, hogy nem sok értelme lenne. Amúgy is, már a mai nap elmondhatjuk, a Szabadalmi Hivatalba benyújtott bejelentések 75–80%-a PCT bejelentés. Tehát érdemes egy rendszert alkalmazni minden esetben.

ELŐZETES KÖLTSÉGBECSLÉS

A virtuális laboratórium költségigénye előzetesen csak erős közelítésben becsülhető. A tényleges költségek a megvalósítás lehetséges megoldásaitól nagymértékben függenek. Nem mindegy, hogy minden együttműködő laboratórium megőrzi-e az önállóságát, vagy azt részlegesen feladja.

Abban az esetben, ha az egyes laboratóriumok teljesen önálló gazdálkodást fognak folytatni, akkor a központi, ügyvivő laboratórium csak egy néhány fővel dolgozó szövetségi apparátushoz fog hasonlítani. Ebben az esetben egy jelentősebb számítógépközpont, az azt üzemeltető rendszergazda, egy ügyvezető és egyfős titkárságból állna a központi szervezet. Ekkor az együttműködő laboratóriumok szinte csak tagdíjat fizetnének. A havi költségigény 7–9 ezer USD lenne, amely a munkabérek mellett a működési költségeket is magába foglalná. Az iroda felszerelése kb. egyhavi költségből megoldható lenne.

Amennyiben a központon keresztül folynának a szerződéskötések, bevételek, akkor természetesen a központot meg kellene erősíteni egy könyvelővel és a bevételekből 2–8%-ot a központ költségeinek a fedezésére kellene költeni. Vagyis a havi költségigény felmenne a 12 ezer USD szintre.

Hosszabb távon várható, hogy az internetes folyóirat előfizetése és a nagyobb repülőgépgyártókkal kötendő szerződésekből eredő bevételek fedezni tudják a költségigényt.

Az átmeneti időszakra a költségeket pályázatokon elnyerhető bevételekből kellene fedezni. A virtuális laboratórium ötletének újszerűsége remélhetőleg elegendő lesz arra, hogy a laboratórium felállítására szervezendő nemzetközi konzorcium munkáját az EU anyagilag is támogassa.

ÖSSZEGZÉS

Mára elmondhatjuk, hogy elindult a folyamat, aminek a célja, hogy a labor a magyarországi tehetséges mérnököket (és persze a világ összes mérnökét) úgy kapcsolja be a nemzetköz vékeringésbe, hogy közben nem kényszeríti őket az ország elhagyására. Ezzel pénzt, időt takarítva meg mindenkinek.

Kialakult a szervezet lehetséges felépítése, és működése. Előttünk vannak még a jogi problémák, amiket meg kell, de meg is lehet oldani.

Terveink szerint a laboratórium még ez évben, a nyár elején megkezdheti a működését.

With accordance to the quick development in informatics and World NET, we have to understand the changes in science and technology and we have to take into account their influences on the economy. The globalisation of the economy and industry is well understood by everyone. Why, the sciences and technology can not be globalised.

The goal of this lecture is the demonstration of the possible globalisation in the aeronautical science studies. We would like to establish the international Virtual Laboratory of Unconventional Flight Analysis (VILUFA). Some specific problems of establishing the VILUFA are described.

**„B” SZEKCIÓ
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK I.**

**A SZEKCIÓ ELNÖKE: HORVÁTH JÁNOS
TÁRSELNÖK: SZABOLCSI RÓBERT**

ROBUST CONTROLLER SYNTHESIS FOR THE AIRCRAFT PITCH ATTITUDE CONTROL SYSTEM

Róbert SZABOLCSI
Associate Professor, Head of Department
"Zrínyi Miklós" National Defense University
Department of Aircraft Onboard Systems

INTRODUCTION

The most important requirement, which is prescribed for the automatic flight control systems (AFCSS) is the quick tracking ability with respect to a reference signal. The other important design goal is the simultaneous capability as much as possible to reject the unwanted effects from the internal and external disturbances [4,7]. These two requirements conflict and the control system design may be achieved as a consequence of some compromise. The purpose of the author is to summarize main equations of the LQR and LQG design methods and to present a numerical example for application of design methods mentioned above.

TRADITIONAL OPTIMAL CONTROL LAW SYNTHESIS BASED UPON LQR DESIGN METHOD

The most common design performance criterion of the modern optimal control theory used in the aeronautical sciences is the integral performance index given by [1,2,3] to be:

$$J = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} (\mathbf{x}^T \mathbf{Q} \mathbf{x} + \mathbf{u}^T \mathbf{R} \mathbf{u}) dt \rightarrow \text{Min} \quad (1)$$

where $\mathbf{x}$ and $\mathbf{u}$ are state and the input vectors, $\mathbf{Q}$ is a positive definite, $\mathbf{R}$ is a positive definite or positive semidefinite weighting matrices, respectively.

The problem to be solved is as follows: for a given aircraft with the linear time invariant (LTI) model find the control vector $\mathbf{u}$, which will minimize the performance criterion (1). This problem also called as the minimum energy control problem. The linear optimal control law, which is minimizing the performance index (1) defined by [1,2,3] as follows :

$$\mathbf{u}^0 = -\mathbf{K} \mathbf{x} \quad (2)$$

where $\mathbf{K}$ is the feedback gain matrix.

It is assumed, that the dynamics of the aircraft is given with its state space representation in the body-fixed coordinate system in the following manner [1,2,3]:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A} \mathbf{x} + \mathbf{B} \mathbf{u}, \mathbf{y} = \mathbf{C} \mathbf{x} + \mathbf{D} \mathbf{u}, \quad (3)$$

where $\mathbf{y}$ is the output vector, $\mathbf{C}$ and the $\mathbf{D}$ are the output and the feedforward matrices, respectively.

Substituting the optimal control law (2) into the 1st equation of (3) results in:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A} \mathbf{x} - \mathbf{B} \mathbf{K} \mathbf{x} = (\mathbf{A} - \mathbf{B} \mathbf{K}) \mathbf{x} \quad (4)$$

Supposing that the eigenvalues of the matrix $[\mathbf{A} - \mathbf{B} \mathbf{K}]$ have negative values or, if there is any complex with negative real part. Substituting eq. (4) into (1) leads to the following cost function:

$$J = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} (\mathbf{x}^T \mathbf{Q} \mathbf{x} + \mathbf{x}^T \mathbf{K}^T \mathbf{R} \mathbf{K} \mathbf{x}) dt = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \mathbf{x}^T (\mathbf{Q} + \mathbf{K}^T \mathbf{R} \mathbf{K}) \mathbf{x} dt \rightarrow \text{Min} \quad (5)$$

The minimization of the quadratic integral criterion (5) can be achieved using the second method of Liapunov. The second method of Liapunov states, that for any $\mathbf{x}$ state vector takes place the next equation

$$\mathbf{x}^T (\mathbf{Q} + \mathbf{K}^T \mathbf{R} \mathbf{K}) \mathbf{x} = -\frac{d}{dt} (\mathbf{x}^T \mathbf{P} \mathbf{x}) \quad (6)$$

where $\mathbf{P}$ is a positive definite or real symmetric matrix (cost matrix). Taking derivative from the right side of eq (6) results in

$$\mathbf{x}^T (\mathbf{Q} + \mathbf{K}^T \mathbf{R} \mathbf{K}) \mathbf{x} = -\dot{\mathbf{x}}^T \mathbf{P} \mathbf{x} - \mathbf{x}^T \mathbf{P} \dot{\mathbf{x}} = -\mathbf{x}^T [(\mathbf{A} - \mathbf{B} \mathbf{K})^T \mathbf{P} + \mathbf{P}(\mathbf{A} - \mathbf{B} \mathbf{K})] \mathbf{x} \quad (7)$$

By the means of the second method of Liapunov for a given positive definite matrix $[\mathbf{Q} + \mathbf{K}^T \mathbf{R} \mathbf{K}]$ there is exists a positive definite matrix $\mathbf{P}$ such that

$$(\mathbf{A} - \mathbf{BK})^T \mathbf{P} + \mathbf{P}(\mathbf{A} - \mathbf{BK}) = -(\mathbf{Q} + \mathbf{K}^T \mathbf{R} \mathbf{K}) \quad (8)$$

In this case the integral performance criterion J can be rewritten in the following manner:

$$J = \frac{1}{2} \int_0^\infty \mathbf{x}^T (\mathbf{Q} + \mathbf{K}^T \mathbf{R} \mathbf{K}) \mathbf{x} dt = -\left[\mathbf{x}^T \mathbf{P} \mathbf{x} \right]_0^\infty = -\mathbf{x}^T(\infty) \mathbf{P} \mathbf{x}(\infty) + \mathbf{x}^T(0) \mathbf{P} \mathbf{x}(0) \quad (9)$$

It was assumed, that all eigenvalues of the matrix $[\mathbf{A} - \mathbf{BK}]$ have negative real parts, we have in this case $\mathbf{x}(\infty) \rightarrow 0$. Therefore, the quadratic integral criterion may be written as follows

$$J = \mathbf{x}^T(0) \mathbf{P} \mathbf{x}(0) \quad (10)$$

The weighting matrix $\mathbf{R}$ is positive definite Hermitian or real symmetric matrix. One can write that:

$$\mathbf{R} = \mathbf{T}^T \mathbf{T} \quad (11)$$

where $\mathbf{T}$ is the nonsingular matrix. Then eq (8) can be rewritten in the following manner:

$$(\mathbf{A}^T - \mathbf{K}^T \mathbf{B}^T) \mathbf{P} + \mathbf{P}(\mathbf{A} - \mathbf{BK}) + \mathbf{Q} + \mathbf{K}^T \mathbf{T}^T \mathbf{T} \mathbf{K} = 0, \text{ or} \quad (12)$$

$$\mathbf{A}^T \mathbf{P} + \mathbf{P} \mathbf{A} + [\mathbf{TK} - (\mathbf{T}^T)^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}]^T [\mathbf{TK} - (\mathbf{T}^T)^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}] - \mathbf{PBR}^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P} + \mathbf{Q} = 0 \quad (13)$$

The minimization of J with respect to $\mathbf{K}$ requires the minimization of

$$[\mathbf{TK} - (\mathbf{T}^T)^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}]^T [\mathbf{TK} - (\mathbf{T}^T)^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}] \quad (14)$$

Since eq (14) is nonnegative, its minimum occurs, when it is zero or, in that case when

$$\mathbf{TK} = (\mathbf{T}^T)^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P} \quad (15)$$

Hence the optimal feedback gain matrix can be found as

$$\mathbf{K}^0 = \mathbf{T}^{-1} (\mathbf{T}^T)^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P} = \mathbf{R}^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P} \quad (16)$$

Equation (16) determining the feedback gain matrix of the optimal control law defined by eq (2). In case when eq (15) takes place eq (13) can be rewritten as follows

$$\mathbf{A}^T \mathbf{P} + \mathbf{P} \mathbf{A} - \mathbf{PBR}^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P} + \mathbf{Q} = 0 \quad (17)$$

Equation (17) also called as the reduced - matrix Ricatti equation(algebraic Ricatti equation – ARE) for the time invariant $\mathbf{P}$ matrix. The optimal control system design contents the following two steps:

- Solution of the ARE — eq (17) — for determination of the cost matrix $\mathbf{P}$.
- Substituting matrix $\mathbf{P}$ into eq (16). The resulting feedback gain matrix $\mathbf{K}$ is optimal for the chosen $\mathbf{Q}$ and $\mathbf{R}$ matrices.

TRADITIONAL OPTIMAL DESIGN OF THE AFCS USING LQG DESIGN METHOD

The stochastic system optimization is often called as Linear Quadratic Gaussian (LQG) problem [1,3]. The LQG control design is achieved in two stages using the separation principle. First design phase is the solution of the LQR problem (LQR – Linear Quadratic Regulator). The second stage is solution of the LQE problem (LQE – Linear Quadratic Estimator), in other words, the optimal Kalman-Bucy filter design problem.

DYNAMIC MODEL OF THE FIGHTER AIRCRAFT

The longitudinal motion dynamic model of the aircraft is in [4,7] as follows:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}\mathbf{u}, \quad \mathbf{y} = \mathbf{C}\mathbf{x} \quad (18)$$

where: $\mathbf{x}^T = [v_x \quad \Theta \quad \omega_z \quad \alpha]$ – the state vector transpose with the following state variables : v_x – speed component along longitudinal axis of the stability axis system; $\Theta = \vartheta - \alpha$ – flight path angle; ω_z – pitch rate; α – angle-of-attack; ϑ –pitch angle; $\mathbf{u}^T = [\delta_{TH} \quad \delta_E]$ – input vector transpose with the input variables: δ_{TH} – change in thrust δ_E – elevator angular deflection; $\mathbf{y}$ – output vector; $\mathbf{A}$ – state matrix ; $\mathbf{B}$ – input matrix , $\mathbf{C}$ – output matrix.

The hypothetical aircraft data have been taken from [7] to be:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -0.0204 & -0.0208 & 0 & -0.0466 \\ 0.163 & 0 & 0 & 2 \\ -1.021 & 0 & -1.8 & -2638 \\ -0.163 & 0 & 1 & -2 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0.027 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 60 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (19)$$

During design of the LQG controller it is supposed, that aircraft is cruising at constant height of the flight with constant speed. The aircraft dynamics is supposed to be represented only with mathematical model of the short period motion. The following Euler kinematic equation is considered between the pitch rate and the pitch angle [4,7]:

$$\dot{\gamma} = \omega_z \cos \gamma + \omega_y \sin \gamma \quad (20)$$

It is supposed that the lateral motion parameters such as ω_y, γ have negligible small values.

THE LQG PROBLEM APPLIED FOR THE OPTIMIZATION OF THE AIRCRAFT PITCH ATTITUDE CONTROL SYSTEM

When the aircraft motion is analysed in the real environment, its dynamic model is corrupted by the external load factor — e.g. air turbulence — and by the measurement noises. The aircraft linear model representing its longitudinal motion, when the external stochastic turbulent air and internal random measurement noises are considered in the mathematical model can be defined as follows:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}\mathbf{u} + \mathbf{\Gamma}\mathbf{w}, \quad \mathbf{y} = \mathbf{C}\mathbf{x} + \mathbf{v} \quad (21)$$

where: $\mathbf{w}$ and $\mathbf{v}$ are random external disturbance input vector and sensor noise vector, respectively. Both are white Gaussian zero-mean stationary processes with known covariances, $\mathbf{\Gamma}$ is disturbance input matrix.

The problem to be solved is as follows: find a stabilizing LQG controller, which will minimize the following average integral performance index (cost function) [1,3]:

$$J = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} E \left\{ \int_0^T (\mathbf{x}^T \mathbf{Q} \mathbf{x} + \mathbf{u}^T \mathbf{R} \mathbf{u}) dt \right\} \rightarrow \text{Min} \quad (22)$$

There is the separation principle states that the problem may be solved in two separate stages.

1) LQR design stage. The solution is found by solving the following reduced-matrix Ricatti equation:

$$\mathbf{u} = -\mathbf{K} \mathbf{x}(t); \quad \mathbf{K} = \mathbf{R}^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}; \quad \mathbf{A}^T \mathbf{P} + \mathbf{P} \mathbf{A} - \mathbf{P} \mathbf{B} \mathbf{R}^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P} + \mathbf{Q} = 0 \quad (23)$$

where : $\mathbf{K}$ is the static feedback gain matrix, $\mathbf{P}$ is a positive definite cost matrix.

2) LQE design stage. The solution is found by solving the filter Ricatti equation given below [2,3,7]:

$$\dot{\hat{x}} = A\hat{x} + Bu + L(y - C\hat{x}); L = \Sigma C^T R_o^{-1}; A\Sigma + \Sigma A^T - \Sigma C^T R_o^{-1} C\Sigma + \Gamma Q_o \Gamma^T = 0 \quad (24)$$

where L is a stationary Kalman filter static gain, Σ is a positive definite matrix, $\hat{x}$ estimate of the the state vector and R_o , Q_o are weighting matrices of the state and the input vectors used during solution of the LQE problem. The simplified block diagram of control system of the aircraft longitudinal motion can be seen in Figure 1.

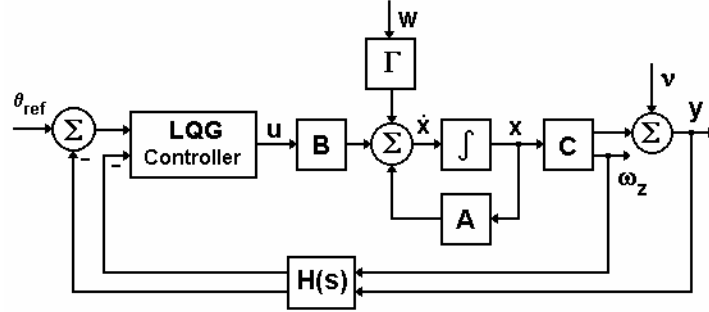


Figure 1. Simplified Block Diagram of the Longitudinal Motion

SELECTION OF WEIGHTING MATRICES

The main goal of the application of the LQG design method is to find the stabilizing controller for the aircraft, which provides robustness for stabilization of the pitch angle in the turbulent air through minimizing of the sensitivity of the control system with respect to the external disturbances.

Let us find elements for weighting matrices in order to have response of the closed loop flight control system with dynamic performance of $\xi = 0,7$ [6].

Let us find weights for the LQE design: the weighting matrices were chosen a constant during optimization as they are listed below

$$Q_o = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; R_o = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (25)$$

Let us find weights for the LQR design: the first set of weights is achieved using the so-called inverse square rule explained in [5,7]. Supposing that all state variables of the cost function are intended to be equally important, the elements of the weighting matrices can be found using the method of determination of the maximum values of the state variables and use these parameters while we find the elements of weights. For the single-engined delta-wing fighter aircraft the limitations in the pitch attitude flight control system are as follows:

$$|\delta_E| \leq 1 \text{ deg}; |\omega_z| \leq 18 \text{ deg/sec}; |\theta| \leq 80 \text{ deg} \quad (26)$$

Setting each term to unity in the cost function of the LQR — when all state variables are at their limits — results in the following weighting matrices:

$$\mathbf{Q}_1 = \begin{bmatrix} 3,086 \cdot 10^{-3} & 0 \\ 0 & 1,562 \cdot 10^{-4} \end{bmatrix}; r_1 = 1 \quad (27)$$

COMPUTER AIDED DESIGN OF THE PITCH ATTITUDE CONTROL SYSTEM

When the computer aided design of the control system has been made, the damping ratio of the closed loop system was found. The damping ratio was $\xi_1 = 0.7795$, which is bigger its desired value of 0.7.

For weighting matrices (25) and (27) the Kalman filter static gain and the state feedback gain was found to be:

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} 0.0822 & 1.0759 \\ 0.2575 & 0.0822 \end{bmatrix}; \mathbf{K}_1 = [0.5556 \quad 0.1200] \quad (28)$$

At second attempt elements of the LQR weighting matrices has been varied and heuristically set as follows

$$\mathbf{Q}_2 = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 0.3 \end{bmatrix}; r_2 = 1 \quad (29)$$

For weighting matrices (29) the static feedback gain matrix $\mathbf{K}$ was found to be:

$$\mathbf{K}_2 = [1.7321 \quad 0.5689] \quad (30)$$

Checking properties of the closed loop control system the damping ratio of the transient behaviour is as follows: $\xi_2 = 1.0000$, which is more than it was in the previous attempt.

At attempt elements of the LQR weighting matrices has been varied and heuristically set as follows:

$$\mathbf{Q}_3 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0 \\ 0 & 0.00003 \end{bmatrix} \quad (31)$$

After setting new weighting matrices the optimal static feedback gain matrix $\mathbf{K}$ of the control system is as follows:

$$\mathbf{K}_3 = [0.5477 \quad 0.1085] \quad (32)$$

The closed loop control system properties were checked and the damping ratio was found: $\xi_3 = 0.7248$.

For these three typical sets of weighting matrices the time domain behavior of the closed loop pitch attitude control system has been analyzed when the input is a reference value of the pitch angle. The transient responses of the inner loop (stability augmentation system) and the outer loop (unity feedback by the pitch angle) can be seen in Figure 2 and in Figure 3, respectively.

RESULTS OF THE COMPUTER SIMULATION

During the computer simulation the input was the reference value of the pitch angle of the aircraft and the output variables were pitch angle and the pitch rate. In Figure 2 can be seen the set of histories of the pitch angle for chosen weighting matrices defined by eqs (25), (27), (29) and (31).

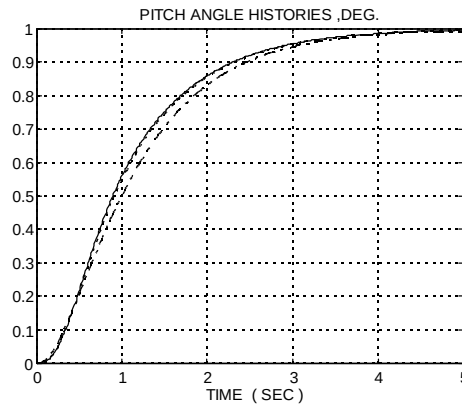


Figure 2. Pitch Attitude Control System Transient Response – Pitch Angle Histories
 Q_1 –dotted ; Q_2 –dash-dot ; Q_3 – solid

The inner loop transient behaviour can be seen in Figure 3. The solid line represents the set of weighting matrices, which is acceptable for the closed loop system dynamics.

ROBUST CONTROLLER SYNTHESIS FOR THE AIRCRAFT PITCH ATTITUDE CONTROL SYSTEM

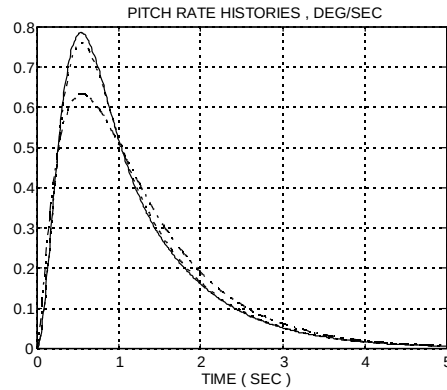


Figure 3. Pitch Attitude Control System Transient Response – Pitch Rate Histories
 Q_1 – dotted ; Q_2 – dash-dot ; Q_3 – solid

From Figure 3. it is easily can be seen that any increase of weigths results in the increase of the maximum value of the pitch rate, which is often limited by the automatic flight control system.

The Bode diagram of the open control system can be seen in Figure 4. The LQG controller provides good disturbance rejection and noise suppressing ability for the control system. From Figure 4. it can be seen that the high frequency signals are well-damped by the control system. Use of the LQG design methodology for controller synthesis provides for the control system dynamic performances such as damping ratio, rise time, gain and phase margins in the pre-defined domain.

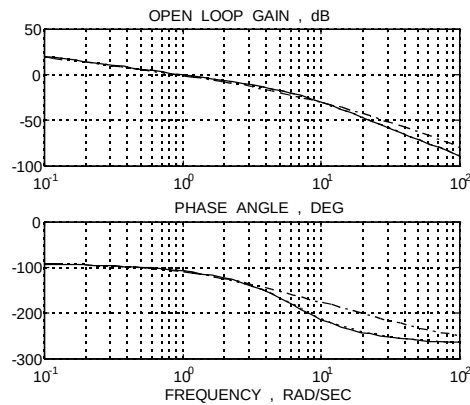


Figure 4. Bode Diagram of the Open Loop Pitch Attitude Control System
 Q_1 – dotted ; Q_2 – dash-dot ; Q_3 – solid

The robustness of the closed loop control system can be analysed using Figure 5, which is the so-called closed loop complementary sensitivity transfer function.

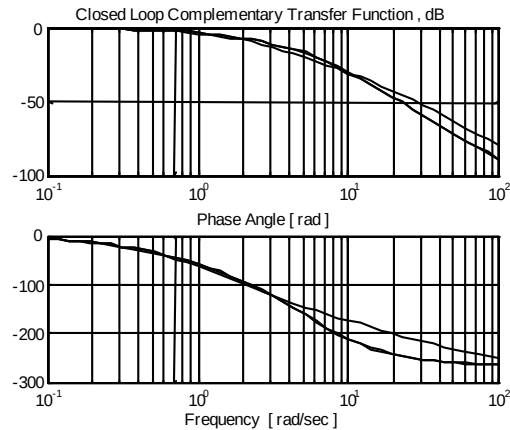


Figure 5. The Complementary Sensitivity of the Closed Loop Control System
 Q_1 – dotted ; Q_2 – dash-dot ; Q_3 – solid

From Figure 5. it can be deduced that the strong robustness of the control system has been reached because of the strong damping of the high frequency signals e.g. sensor noise. The control system, which has been analyzed in this task is equipped with two and three degree-of-freedom electromechanical gyroscopes with the unmodeled natural frequencies (70-90) rad/sec. The designed controller allows to reduce the undesirable effects of the external and internal disturbances.

CONCLUSIONS

This paper demonstrates the design of the LQG controller for the pitch attitude control system of the hypothetical fighter aircraft. The optimal design was carried out in the context of the determination of the LQG controller for a fighter, which is cruising at constant height of the flight. The motion of the aircraft was corrupted by external disturbances.

For solution of the synthesis of the dynamic LQG controller a special MATLAB[®] m-file was created by the author. The first set of the elements of the weighting matrices has been achieved using the inverse square rule. The acceptable dynamic performances have been reached applying the heuristically set weighting matrices.

REFERENCES

- [1] ANDERSON, B.D.O.–MORE, J.B., *Linear Optimal Control*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1971.
- [2] BROGAN, W.L. *Modern Control Theory*, Prentice-Hall, 1991.
- [3] DOYLE, J.C. – STEIN, G., *Multivariable Feedback Design : Concepts for a Classical/Modern Synthesis*, IEEE Trans. Automatic Control, Vol.26, No.1, pp (4-16), 1981.
- [4] MCLEAN, D. *Automatic Flight Control Systems*, Prentice -Hall, 1990.
- [5] PIEPER, J.K. – BAILLIE, S. – GOHEEN, R.K. *Linear Quadratic Optimal Model-Following Control of a Helicopter in Hover*, Optimal Control Applications and Methods, Vol.17, pp (123-140), 1996.
- [6] *MIL-F-8785C Flying and Handling Qualities of Piloted Airplanes*, MoD, 1980.
- [7] SZABOLCSI, R. *The Aircraft Flight Control Sytems' Optimization Using LQR and LQG Design Methods*, Proc. of the 5th Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies, pp (425-434), 1996.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research work has been supported by 'Bolyai János' Fellowship of the Hungarian Academy of Sciences under grant N^o BO/00071/98, which is gratefully acknowledged by the author.

REPÜLŐGÉP MOZGÁSÁNAK SZABÁLYOZÁSTECHNIKAI VIZSGÁLATA ÉS TERVEZÉSI LEHETŐSÉGEI

Kulcsár Balázs

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki Kar Közlekedésautomatikai tanszék**

A repülőgép-vezetés egyes folyamatainak és sok más repülőgépi berendezés működésének automatizálása jelentős mértékben megkönnyíti a pilóta munkáját. A cikk útmutatást ad a repülőgép mozgásának irányítástechnikai alapkérdéseire, és egy példa segítségével bemutatja annak alkalmazási lehetőségét. A repülőgép mozgása egy LTI dinamikus rendszerrel modellezhető, melyet irányítani kell. Az irányítástechnika központi kérdésköréhez tartozik a stabilitás, és egyéb szabályozástechnikai minőségi jellemzők analízise és szintézise.

A REPÜLÉSI ÜZEMMÓDOKHOZ TAROZÓ ÁLTALÁNOS SZABÁLYOZÁSI HATÁSVÁZLATOK BEMUTATÁSA

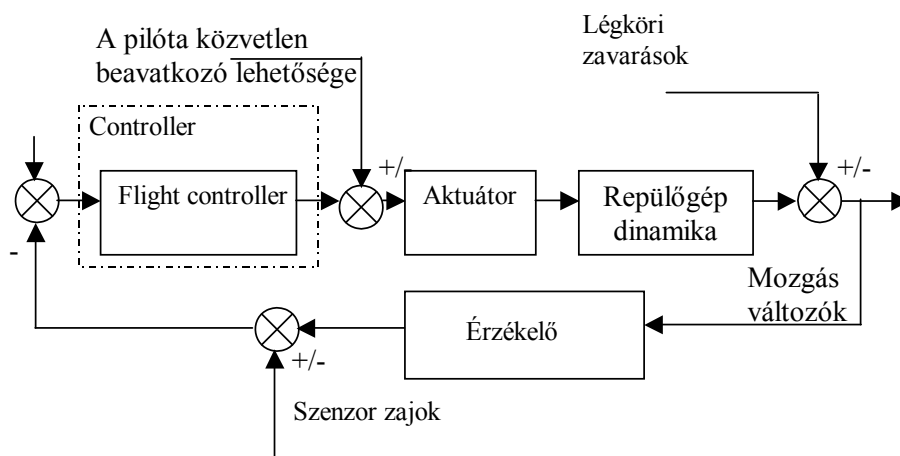
A repülőgép vezetésekor szükség van a légi jármű vezérlésére és szabályozására is, összefoglalóan irányítására. Vezérlés esetében a vezérelt rendszer nem hat vissza a vezérlő bemenetre, ezért nyitott hatásvázlatról beszélünk. A repülőgép mozgásának automatikus irányítása egy zárt szabályozási hurokban történik, ahol a rendszer kimenő jeleit visszacsatoljuk a bemenetre.

A hatásvázlatok legelterjedtebb ábrázolási módja a blokkdiagramokból felépített folyamatábrás ábrázolási mód. A folyamatban a jelek a nyilak irányában különbségképző szerveken, alrendszereken haladhatnak keresztül.

A repülőgép esetében a szabályozási hatásvázlat a 2. ábrán látható módon alakul. A beállított alapjel (magasság, sebesség, dőlés-, bólintás-, irányszög stb.) egy, a kívánt jellel arányos feszültség. Az érzékelő által mért elektromos jelet egy összegző-erősítőn hasonlítják össze a referencia értékkel. Az aktuátor a feszültség szintnek

megfelelő módon kitéríti a kormány szervet. A kitérés hat a repülőgép egész dinamikájára, melyből a szükséges paramétereket (magasság, sebesség, dőlés-, bólintás-, irányszög, stb.) a szenzor segítségével visszacsatoljuk.

A feladat magának a *flight controller*nek az elkészítése, mely azt jelenti, hogy a repülés pillanatnyi állapotából kinyert fizikai paraméterek, valamint az általunk definiált és egyéb előírt kritériumok segítségével történő szabályozást kell készíteni.



2. ábra

A repülőgép szabályozásának általános hatásvázlata

A REPÜLŐGÉP MOZGÁSEGYENLETEINEK VIZSGÁLATA

A repülőgépet, pontosabban annak mozgását mozgási és nyomatéki egyenletekből építjük fel. A repülőgépet merev testként feltételezve hat szabadságfokot veszünk figyelembe, melyekhez tartozó egyenleteket két csoportra osztjuk. Amikor a repülőgép mozgásának szabályozásáról beszélünk, általában egyensúlyi pont körüli kis megváltozásokat vizsgálunk. Egy egyensúlyi pontra felírt mozgásegyenletet vagy linearizálunk, vagy a nemlineáris mozgásra tervezünk szabályozót. Ebben a cikkben

az mozgásegyenleteket linearizáljuk, oly módon, hogy derivatív tényezőket képvisünk, tehát az egyes mozgásváltozók szerint az erő, vagy nyomaték megfelelő komponensét parciálisan differenciáljuk. Így lényegében egy Taylor-sorbafejtést végzünk (a sor első elemét felhasználjuk, a többit elhanyagoljuk), és lineáris függvénykapcsolatot alkotunk a mozgási és nyomatéki egyenletek két oldala között. A mozgásegyenletek nagymértékben egyszerűsíthetők. Az egyenlet-rendszereket, a bennük szereplő paraméterek alapján hosszirányú (longitudinális) és harántirányú (laterális) alcsoportra bontják [5].

SZABÁLYOZÁSTECHNIKAI ALAPOK ÉS A SZABÁLYOZÁS MINŐSÉGI JELLEMZŐI

A RENDSZER FOGALMA

A rendszer egy olyan objektum, mely az őt ért hatásokra reakciót fejt ki. Egy rendszer (pl. repülőgép) az őt ért gerjesztésre (pl. gázkar mozgatása) válaszol (pl. sebességnövelés). A rendszer dinamikus és statikus felosztása ismeretes. A dinamikus rendszerek állandósult állapotban statikus rendszerként viselkednek. A dinamikus rendszerek lehetnek lineáris, vagy nem lineáris (pl. egy repülőgép hosszirányú mozgása) tulajdonságúak. Továbbá fontos kritérium, az időinvariáns tulajdonság, azaz a rendszer dinamikus viselkedése független legyen az időtől. Vizsgálatunkban szintén kritérium a kauzalitás, mely a rendszer jövőtől való függetlenségét írja le. Összességében SISO, lineáris, időinvariáns, kauzális rendszereket tekintünk, $u(t)$ bemenettel, és $y(t)$ válaszfüggvénnyel.

A STABILITÁS FOGALMA

Ha a szabályozott, SISO, lineáris időinvariáns rendszer nem stabil, tehát a BIBO stabilitás szerint korlátos bemenő jelre nem korlátos kimenő jelet ad, olyan szabályozót kell terveznünk, amely stabilizálja rendszert. A bemenő jel korlátossága amplitúdó, vagy energiakorlátosságot jelent.

A rendszer stabil, ha átviteli függvényének pólusai a baloldali komplex félsíkon helyezkednek el azaz:

$$\begin{aligned} W(s) &= L\{w(t)\} \\ \operatorname{Re}(p_i) &< 0, \forall i \end{aligned} \quad (1)$$

ahol p_i a $W(s)$ pólusait jelenti, $W(s)$ a súlyfüggvény Laplace transzformáltja. A szabályozási körök stabilitásvizsgálata a felnyitott szabályozási kör hurokátviteli függvényének pólusaira alkalmazott (1) BIBO stabilitást jelent.

SZABÁLYOZÁSOK MINŐSÉGI JELLEMZŐI

Általános elvárás egy értéktartó szabályozás esetében, hogy a szabályozott jellemzőt minden zavaró hatás ellenére a megfelelő értéken tartsa. Követő szabályozás esetében (pl. előre megadott irányszög), a jellemző az alapjelet kövesse. A szabályozási eltérés (x_{SE}) legyen a lehető legkisebb. A szabályozási idő (T_s) legyen minnél kisebb. Szintén idetartozik a túllendülés, a lefutás alatti lengések számának minimalizálása.

SZABÁLYOZÁSI KÖRÖK SOROS KOMPENZÁCIÓJA

Ha a szabályozási körben a szabályozott rendszer elé kompenzátor, szabályozót iktatunk be, soros kompenzációról beszélünk. A kompenzációk átviteli tulajdonságai alapján megkülönböztetünk arányos (P), arányos-integráló (PI), arányos-differenciáló (PD) és arányos-integráló-differenciáló (PID) típusút.

A P szabályozó szabályozási eltérést hordoz magában. A PI esetén az integráló hatás miatt nincs szabályozási eltérés. A PD kompenzátor a szabályozási idő csökkentését okozza, a szabályozási eltérést nem befolyásolja. Látható, hogy a kompenzátorok közül a PID tartalmazza mind a három kompenzátor pozitív tulajdonságát.

ÁLLAPOTTÉR REPREZENTÁCIÓ

A rendszer állapota egy t_0 időpontban az az információ, mely $u(t)$ bemenőjel ismeretében $t \geq t_0$ a rendszer válaszát $y(t)$ meghatározza. Tehát egy dinamikus rendszer ger-

jesztő jele először a rendszer állapotterét alakítja ki, majd a válaszfüggvény jelenik meg a bemenet hatása. Az állapotteret állapot-dinamika, és megfigyelési egyenletekre bonthatjuk:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du\end{aligned}\tag{2}$$

ahol $u \in \mathbb{R}^r$ a gerjesztőjel, $y \in \mathbb{R}^p$ kimenő jel, (A, B, C, D) paraméter mátrixok, $x \in \mathbb{R}^n$ az állapot vektorok. Egy rendszer állapotteret reprezentációja, mint vektordifferenciál-egyenlet rendszer, levezethető a rendszer átviteli függvényéből. SISO rendszerek esetében $r=1$ és $p=1$ áll fenn. A kapcsolatot folytonos esetben a (3) egyenlet mutatja:

$$G(s) = C(sI - A)^{-1}B + D\tag{3}$$

ÁLLAPOTTÉR REPRESENTÁCIÓK TULAJDONSÁGAI

Ha az A mátrix karakterisztikus egyenlettel jellemzett sajátértékei a baloldali komplex félsíkon vannak, a rendszer stabil.

Az állapot megfigyelhetőség azt jelenti, hogy a rendszer jövőbeli bemeneti és kimeneti függvényeinek ismeretében meghatározható minden $x(t)$ állapot, ha $t \geq t_0$.

Az állapot irányíthatóság azt jelenti, hogy találunk olyan $u(t)$, $t \geq 0$, input függvényt, amivel a rendszert véges idő alatt tetszőleges $x(t_1)$ állapotba juttatom.

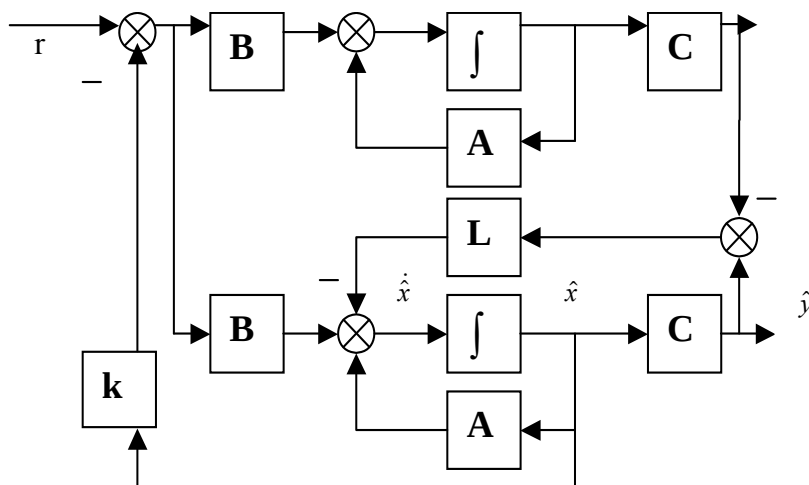
Mind az állapot irányíthatóságnak, mind az állapot megfigyelhetőségnek több ekvivalens definíciója van. Ebben a cikkben az algebrai Kalman-féle rangfeltételt használom (4).

$$\begin{aligned}\text{rang}(O_n(C, A)) &= \text{rang} \begin{bmatrix} C \\ CA \\ \dots \\ CA^{n-1} \end{bmatrix} = \dim x(t) \\ \text{rang}(C_n(A, B)) &= \text{rang} \begin{bmatrix} B & AB & \dots & A^{n-1}B \end{bmatrix} = \dim x(t)\end{aligned}\tag{4}$$

Ha mind a két rangfeltétel teljesül a rendszer minimális.

ÁLLAPOT VISSZACSATOLÁS ÉS MEGFIGYELŐ

Módosíthatjuk a rendszer dinamikáját állapot visszacsatolással, amennyiben a rendszer irányítható. Ekkor egy k erősítési tényezőjű visszacsatolást kell tervezni úgy, hogy $u = -k^T x + v$, ahol $v(t)$ egy külső alapjel.



4. ábra

A kombinált állapot-megfigyelő blokkvázlata.

Mivel a 4. ábrán látható módon a visszacsatolás csak abban az esetben tehető meg, ha az $x(t)$ állapotokat mérni tudjuk, azaz meg kell figyelni, rekonstruálni kell az állapotokat. Ha a rendszer megfigyelhető állapot megfigyelőt alkalmazhatunk. Statisztikai becslésen (feltételes várható érték) alapuló megfigyelőt Kalman szűrőnek hívjuk. A megfigyelt állapotokat felhasználjuk a dinamikus rendszer paramétereinek módosítására (4. ábra).

$$\begin{aligned}\dot{\hat{\mathbf{x}}}(t) &= \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t) + \ell\{\mathbf{y}(t) - \hat{\mathbf{y}}(t)\} \\ \hat{\mathbf{y}} &= \mathbf{c}^T \hat{\mathbf{x}}(t)\end{aligned}\quad (5)$$

ahol a kalappal jelölt állapotok a megfigyelt állapotok.

A k visszacsatolás mértékét érdemes optimalizálni [4]. Ha a rendszerünket modellezzük, és olyan szabályozót kívánunk tervezni, amely mind a modell mind a tényleges dinamikát stabilizálni képes robusztus szabályozót alkotunk [2, 4].

ALKALMAZÁSI PÉLDA

Az L—29, Delfin repülőgép hosszirányú mozgásának folytonos állapottere (SISO):

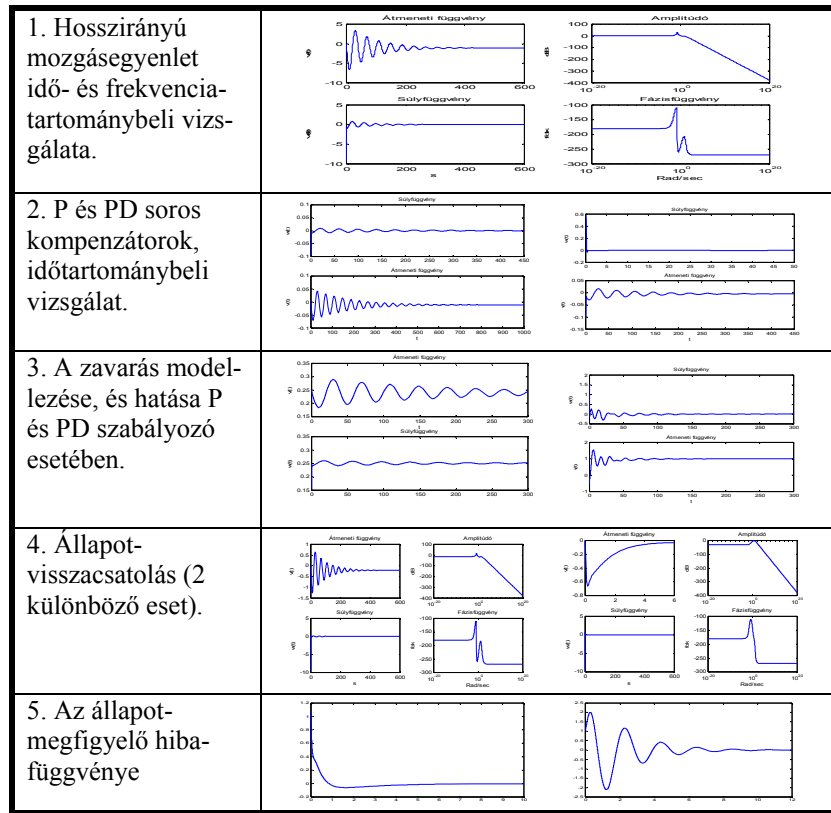
$$\begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{w} \\ \dot{q} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.0217 & 0.0535 & 0.2324 & -9.806 \\ 0.2539 & -5.7307 & 71.9102 & -0.0239 \\ 0.1524 & -1.5128 & -14.0437 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ w \\ q \\ \theta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -11.9686 \\ -328.152 \\ -119.2673 \\ 0 \end{bmatrix} \delta_E \quad (6)$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.07785 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{w} \\ \dot{q} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix}$$

ahol: u a repülőgéphez rögzített koordináta-rendszer x irányú sebessége, q a repülőgéphez rögzített koordináta-rendszer y irányú szögsebessége, w a repülőgéphez rögzített koordináta-rendszer z irányú sebessége, δ_E a magassági kormány-felület kitérítését, θ a bólintási szöget.

A rendszer bemenő jele a magassági kormány kitérítése, a kimenő jele a bólintási szög. Az 5. ábra 1. sorában láthatjuk a szabályozó nélküli modell súly-, átmeneti függvényeit, valamint Bode diagrammját. A repülőgép önmagában stabil viselkedést mutat. Céлом a minőségi jellemzők javítása.

Az arányos $\frac{1}{100}$ és a PD esetében $\frac{1}{100} + \frac{0.04}{10}s$ megalkotott szabályozók viselkedését zavarás nélküli, valamint zavart állapotban a I. táblázat adja meg.



5.ábra
Tervezési eredmények

Mindkét szabályozó esetében, zavarással (mely zavarást a egységugrás függvény) valósítottam meg, és zavarás nélkül is lecseng a súlyfüggvény, és az I. táblázatban szereplő túllendülési és beállási értékekkel szabályoz.

A rendszer pólusait állapot-visszacsatolással módosítottam. A pólusok áthelyezése mutatott rá arra a tényre, hogy az adott esetben a rendszer lengését nagymértékben a zérushoz közelebbi pólusok adják.

$$\begin{aligned} p_1 &= [-29.8870 \pm 9.5620i \quad -0.0110 \pm 0.1589i] \\ p_2 &= [-9.8870 \pm 9.5620i \quad -1.0110 \pm 0.1589i] \end{aligned} \quad (7)$$

Az állapot-megfigyelő tervezése során szintén ügyelnünk kell a megfigyelő pólusainak helyes megválasztására. A megfigyelő hibafüggvényének időbeli változása az 5. ábra 5. sorában található. A megfigyelő pólusait a (8) egyenlet mutatja.

$$\begin{aligned} q_1 &= [-0.5 \quad -20 \quad -14 \quad -2.5] \\ q_2 &= [-0.5+3i \quad -0.5-3i \quad -14 \quad -2.5] \end{aligned} \quad (8)$$

Zavarás nélkül	Zavarással
-0.0108/744%/781s	-0.257/226%/291s
-0.0043/800%/447s	-0.253/242%/89.5s

I. táblázat

P és PD szabályozás minőségi paraméterei (állandósult állapot, túllendülés, beállási idő).

ÖSSZEFOGLALÁS

A repülőgép hosszirányú mozgását leíró dinamika alapjába véve stabilitást mutat.

Az önmagában stabilis dinamikát, szabályozók megválasztásával minőségi paramétereiben pontosítani lehetett. A tervezett megfigyelő állapotait vissza lehet csatolni, így további szabályozási tervezési feladatoknak alapjául szolgálhat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Kurutz Károly Szabályozástechnika I, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1993.
- [2] Dr. Bokor József, Bevezetés az állapottér elméletbe, kézirat, Budapest, 1994.
- [3] Dr. Tuschák Róbert, Szabályozástechnika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1998.
- [4] Kemin Zhou, John C. Doyle, Keith Glover, Robust and optimal control, Prentice Hall, London
- [5] Donald McLean, Automatic Flight Control Systems, Prentice Hall, London.

The automation of the operation of the aircraft equipment lightens and diminishes the manipulation of the pilot during the flight. This article gives some introduction about the fundamental aspects of the control theory using by an aircraft control, and it shows the possibility of an application through an example. The movement of an aircraft can be modeled with a linear time invariant dynamic system, which must be controlled by a flight controller. The main goal of the control theory is the stability. This article contains the synthesis and analysis of the stability and other qualitative control parameter of the flight control.

NETWORK SECURITY PROBLEMS

Gábor Ferenczy
Associate professor
„Miklós Zrínyi” National Defense University

A basic understanding of computer networks is requisite in order to understand the principles of network security. In this document, we'll discuss some of the threats that managers and administrators of computer networks need to confront, and then some tools that can be used to reduce the exposure to the risks of network computing. Following that, we'll take look at computer viruses.

INTRODUCTION

There are two extremes in network security: absolute security and absolute access. The closest we can get to an absolutely secure machine is one unplugged from the network, power supply, locked in a safe, and thrown at the bottom of the ocean. Unfortunately, it isn't terribly useful in this state. A machine with absolute access is extremely convenient to use: it's simply there, and will do whatever you tell it, without questions, authorization, passwords, or any other mechanism. Unfortunately, this isn't terribly practical, either: the Internet is a bad neighborhood now, and it isn't long before some bonehead will tell the computer to do something like self-destruct, after which, it isn't terribly useful to you.

Every user and organization needs to decide for itself where between the two extremes of total security and total access they need to be. A policy needs to articulate this, and then define how that will be enforced with practices and such. Everything that is done in the name of security, then, must enforce that policy uniformly.

TYPES AND SOURCES OF NETWORK THREATS

First of all, we'll get into the types of threats there are against networked computers, and then some things that can be done to protect yourself against various threats.

DENIAL-OF-SERVICE

DoS (Denial-of-Service) attacks are probably the nastiest, and most difficult to address. These are the nastiest, because they're very easy to launch, difficult (sometimes impossible) to track, and it isn't easy to refuse the requests of the attacker, without also refusing legitimate requests for service.

The premise of a DoS attack is simple: send more requests to the machine than it can handle. There are toolkits available in the underground community that make this a simple matter of running a program and telling it which host to blast with requests. The attacker's program simply makes a connection on some service port, perhaps forging the packet's header information that says where the packet came from, and then dropping the connection. If the host is able to answer 20 requests per second, and the attacker is sending 50 per second, obviously the host will be unable to service all of the attacker's requests, much less any legitimate requests (hits on the web site running there, for example).

Such attacks were fairly common in late 1996 and early 1997, but are now becoming less popular.

Some things that can be done to reduce the risk of being stung by a denial of service attack include

- Not running your visible to the world servers at a level too close to capacity
- Using packet filtering to prevent obviously forged packets from entering into your network address space.
- Keeping up to date on security related patches for your hosts' operating systems.

UNAUTHORIZED ACCESS

“Unauthorized access” is a very high-level term that can refer to a number of different sorts of attacks. The goal of these attacks is to access some resource that your machine should not provide the attacker. For example, a host might be a web server, and should provide anyone with requested web pages. However, that host should not provide command shell access without being sure that the person making such a request is someone who should get it, such as a local administrator.

- **Executing Commands Illicitly:** It's obviously undesirable for an unknown and untrusted person to be able to execute commands on your server machines. There are two main classifications of the severity of this problem: normal user access, and administrator access. A normal user can do a number of things on a system (such as read files, mail them to other people, etc.) that an attacker should not be able to do. This might, then, be all the access that an attacker needs. On the other hand, an attacker might wish to make configuration changes to a host (perhaps changing its IP address, putting a start-up script in place to cause the machine to shut down every time it's started, or something similar). In this case, the attacker will need to gain administrator privileges on the host.
- **Confidentiality Breaches:** We need to examine the threat model: what is it that you're trying to protect yourself against? There is certain information that could be quite damaging if it fell into the hands of a competitor, an enemy, or the public. In these cases, it's possible that compromise of a normal user's account on the machine can be enough to cause damage (perhaps in the form of PR, or obtaining information that can be used against the company, etc.)

While many of the perpetrators of these sorts of break-ins are merely thrill-seekers interested in nothing more than to see a shell prompt for your computer on their screen, there are those who are more malicious, as we'll consider next. (Additionally, keep in mind that it's possible that someone who is normally interested in nothing more than the thrill could be persuaded to do more: perhaps an unscrupulous competitor is willing to hire such a person to hurt you.)

- **Destructive Behavior:** Among the destructive sorts of break-ins and attacks, there are two major categories.
 - *Data Diddling.* The data diddler is likely the worst sort, since the fact of a break-in might not be immediately obvious. Perhaps he's toying with the numbers in your spreadsheets, or changing the dates in your projections and plans. Maybe he's changing the account numbers for the auto-deposit of certain paychecks. In any case, rare is the case when you'll come in to work one day, and simply know that something is wrong. An accounting procedure might turn up a discrepancy in the books three or four months after the fact. Trying to track the problem down will certainly be difficult, and once *that* problem is discovered, how can any of your numbers from that time period be trusted? How far back do you have to go before you think that your data is safe?
 - *Data Destruction:* Some of those perpetrate attacks are simply twisted jerks who like to delete things. In these cases, the impact on your computing capability — and consequently your business — can

be nothing less than if a fire or other disaster caused your computing equipment to be completely destroyed.

ATTACKS AGAINST IP

The next source of network threats the protocol of Internet. *TCP/IP* (Transport Control Protocol/Internet Protocol) is the "language" of the Internet. Anything that can learn to "speak TCP/IP" can play on the Internet. This is functionality that occurs at the Network (IP) and Transport (TCP) layers in the ISO/OSI Reference Model.

A number of attacks against IP are possible. Typically, this exploit the fact that IP does not perform a robust mechanism for *authentication*, which is proving that a packet came from where it claims it did. A packet simply claims to originate from a given address, and there isn't a way to be sure that the host that sent the packet is telling the truth. This isn't necessarily a weakness, *per se*, but it is an important point, because it means that the facility of host authentication has to be provided at a higher layer on the ISO/OSI Reference Model. Today, applications that require strong host authentication (such as cryptographic applications) do this at the application layer.

- **IP Spoofing:** This is where one host claims to have the IP address of another. Since many systems (such as router access control lists) define which packets may and which packets may not pass based on the sender's IP address, this is a useful technique to an attacker: he can send packets to a host, perhaps causing it to take some sort of action.
- Additionally, some applications allow login based on the IP address of the person making the request. These are both good examples how trusting untrustable layers can provide security that is — at best — weak.
- **IP Session Hijacking:** This is a relatively sophisticated attack and very dangerous, because there are now toolkits available in the underground community, that allow otherwise unskilled bad-guy-wannabes to perpetrate this attack. IP Session Hijacking is an attack whereby a user's session is taken over, being in the control of the attacker. If the user was in the middle of email, the attacker is looking at the email, and then can execute any commands he wishes as the attacked user. The attacked user simply sees his session dropped, and may simply login again, perhaps not even noticing that the attacker is still logged in and doing things.
- This can be solved by replacing standard telnet-type applications with encrypted versions of the same thing. In this case, the attacker can still

take over the session, but he'll see only "gibberish" because the session is encrypted. The attacker will not have the needed cryptographic key(s) to decrypt the data stream from G, and will, therefore, be unable to do anything with the session.

WHERE DO THEY COME FROM?

How, though, does an attacker gain access to your equipment? Through any connection that you have to the outside world. This includes Internet connections, dial-up modems, and even physical access. (How do you know that one of the temps that you've brought in to help with the data entry isn't really a system cracker looking for passwords, data phone numbers, vulnerabilities and anything else that can get him access to your equipment?)

In order to be able to adequately address security, all possible avenues of entry must be identified and evaluated. The security of that entry point must be consistent with your stated policy on acceptable risk levels.

From looking at the sorts of attacks that are common, we can divine a relatively short list of high-level practices that can help prevent security disasters, and to help control the damage in the event that preventative measures were unsuccessful in warding off an attack.

SECURE NETWORK DEVICES

FIREWALLS

As we've seen in our discussion of the Internet and similar networks, connecting an organization to the Internet provides a two-way flow of traffic. This is clearly undesirable in many organizations, as proprietary information is often displayed freely within a corporate *intranet* (that is, a TCP/IP network, modeled after the Internet that only works within the organization).

In order to provide some level of separation between an organization's intranet and the Internet, *firewalls* have been employed. A firewall is simply a group of components that collectively form a barrier between two networks.

Types of Firewalls

There are three basic types of firewalls, and we'll consider each of them:

- **Application Gateways:** The first firewalls were application gateways, and are sometimes known as proxy gateways. These are made up of bastion hosts that run special software to act as a proxy server. This software runs at the *Application Layer* of the ISO/OSI Reference Model, hence the name. Clients behind the firewall must be *proxitized* (that is, must know how to use the proxy, and be configured to do so) in order to use Internet services. Traditionally, these have been the most secure, because they don't allow anything to pass by default, but need to have the programs written and turned on in order to begin passing traffic.
- These are also typically the slowest, because more processes need to be started in order to have a request serviced.
- **Packet Filtering:** Packet filtering is a technique whereby routers have *ACLs* (Access Control Lists) turned on. By default, a router will pass all traffic sent it, and will do so without any sort of restrictions. Employing ACLs is a method for enforcing your security policy with regard to what sorts of access you allow the outside world to have to your internal network, and vice versa.
- There is less overhead in packet filtering than with an application gateway, because the feature of access control is performed at a lower ISO/OSI layer (typically, the transport or session layer). Due to the lower overhead and the fact that packet filtering is done with routers, which are specialized computers optimized for tasks related to networking, a packet filtering gateway is often much faster than its application layer cousins.
- Because we're working at a lower level, supporting new applications either comes automatically, or is a simple matter of allowing a specific packet type to pass through the gateway. (Not that the *possibility* of something automatically makes it a good idea; opening things up this way might very well compromise your level of security below what your policy allows.)
- There are problems with this method, though. Remember, TCP/IP has absolutely no means of guaranteeing that the source address is really what it claims to be. As a result, we have to use layers of packet filters in order to localize the traffic. We can't get all the way down to the actual host, but with two layers of packet filters, we can differentiate between a packet that came from the Internet and one that came from our internal

network. We can identify which network the packet came from with certainty, but we can't get more specific than that.

- **Hybrid Systems:** In an attempt to marry the security of the application layer gateways with the flexibility and speed of packet filtering, some vendors have created systems that use the principles of both.
- In some of these systems, new connections must be authenticated and approved at the application layer. Once this has been done, the remainder of the connection is passed down to the session layer, where packet filters watch the connection to ensure that only packets that are part of an ongoing (already authenticated and approved) conversation are being passed.
- Other possibilities include using both packet filtering and application layer proxies. The benefits here include providing a measure of protection against your machines that provide services to the Internet (such as a public web server), as well as provide the security of an application layer gateway to the internal network. Additionally, using this method, an attacker, in order to get to services on the internal network, will have to break through the access router, the bastion host, and the choke router.

SECURE MODEMS; DIAL-BACK SYSTEMS

It's important to remember that the firewall only one entry point to your network. Modems, if you allow them to answer incoming calls, can provide an easy means for an attacker to sneak *around* (rather than *through*) your front door (or, firewall). Just as castles weren't built with moats only in the front, your network needs to be protected at all of its entry points. If modem access is to be provided, this should be guarded carefully. The *terminal server*, or network device that provides dial-up access to your network needs to be actively administered, and its logs need to be examined for strange behavior. Its password need to be strong — not ones that can be guessed. Accounts that aren't actively used should be disabled. In short, it's the easiest way to get into your network from remote: guard it carefully.

There are some remote access systems that have the feature of a two-part procedure to establish a connection. The first part is the remote user dialing into the system, and providing the correct userid and password. The system will then drop the connection, and call the authenticated user back at a known telephone number. Once the remote user's system answers that call, the connection is established, and the user is on the network. This works well for folks working at home, but can be problematic for users wishing to dial in from hotel rooms and such when on business trips.

Other possibilities include one-time password schemes, where the user enters his userid, and is presented with a challenge, a string of between six and eight numbers. He types this challenge into a small device that he carries with him that looks like a calculator. He then presses enter, and a "response" is displayed on the LCD screen. The user types the response, and if all is correct, he login will proceed. These are useful devices for solving the problem of good passwords, without requiring dial-back access. However, these have their own problems, as they require the user to carry them, and they must be tracked, much like building and office keys.

No doubt many other schemes exist. Take a look at your options, and find out how what the vendors have to offer will help you *enforce your security policy effectively*.

CRYPTO-CAPABLE ROUTERS

A feature that is being built into some routers is the ability to session encryption between specified routers. Because traffic traveling across the Internet can be seen by people in the middle who have the resources (and time) to snoop around, these are advantageous for providing connectivity between two sites, such that there can be secure routes.

VIRTUAL PRIVATE NETWORKS

Given the ubiquity of the Internet, and the considerable expense in private leased lines, many organizations have been building VPNs (Virtual Private Networks). Traditionally, for an organization to provide connectivity between a main office and a satellite one, an expensive data line had to be leased in order to provide direct connectivity between the two offices. Now, a solution that is often more economical is to provide both offices connectivity to the Internet. Then, using the Internet as the medium, the two offices can communicate.

The danger in doing this, of course, is that there is no privacy on this channel, and it's difficult to provide the other office access to "internal" resources without providing those resources to everyone on the Internet.

VPNs provide the ability for two offices to communicate with each other in such a way that it looks like they're directly connected over a private leased line. The session between them, although going over the Internet, is private (because the link is encrypted), and the link is convenient, because each can see each others' internal resources without showing them off to the entire world.

A number of firewall vendors are including the ability to build VPNs in their offerings, either directly with their base product, or as an add-on. If you have need to connect several offices together, this might very well be the best way to do it.

THE VIRUSES

Not only the network attacks mean risk for us, but the computer viruses also. What is a virus? Virus is a parasitic program written intentionally to enter a computer without the user's permission or knowledge. The word parasitic is used because a virus attaches to files or boot sectors and replicates itself thus continuing to spread. Though some viruses do little but replicate, others can cause serious damage or affect program and system performance. A virus should never be assumed harmless and left on a system.

Viruses, worms, Trojan Horses, and logic bombs are all unwanted, uninvited, potentially dangerous software, but there are important distinctions among them. The differences lie in whether the category requires a host program and *whether* it makes copies of itself. All four may cause damage, but this is not integral to the definitions. The table defines each one

TYPES OF VIRUSES

Virus are classified by the ways they infect computer systems:

- **Program:** Executable program files such as .Com, .Exe, .Ovl, .Drv, .Sys, .Bin
- **Boot:** Boot Record, Master Boot, FAT and Partition Table.
- **Multipartite:** Both program and boot infector.

HOW VIRUSES CONTAMINATE AND SPREAD?

A virus is inactive until the infected program is run or boot record is read. As the virus is activated it loads into the computers memory where it can perform a triggered event or spread itself. Disks used in an infected system can then carry the virus to another machine. Programs downloaded from bulletin boards can also spread a virus. Data files, however, can not transfer a virus but they can become damaged.

- **Boot Infectors:** Every disk contains a boot sector whether it is a bootable disk or not. When the computer is powering up looking for the Boot information and reads an infected disk in the A: drive the virus is transfer to the computers hard drive. Once the boot code on the drive is infected the virus will be loaded into memory on every startup. From memory the boot virus can travel to every disk that is read and the infection spreads. Most Boot virus's could be on a system for a long time without causing problems. However there are some nasty ones that will destroy the boot information or force a complete format of the hard drive.
- **Program Infectors:** When an infected application is run the virus activates and is loaded into memory. While the virus is in memory any program file subsequently run becomes infected. Multiple infections are very common and will certainly cause system problems. Program files may function without any problems for some time but eventually programs have problems or multiple infection brings the system down. The data the program produces may be a first sign of infection such as saving files without proper DOS names.

VIRUS CHARACTERISTICS

Viruses normally have multiple characteristics. Their characteristics are:

- **Memory Resident:** Loads much like a TSR staying in memory where it can easily replicate itself into programs or boot sectors. Most common.
- **Non-Resident:** Does not stay in memory after the host program is closed, thus can only infect while the program is open. Not as common.
- **Stealth:** The ability to hide from detection and repair manifests in two ways.
 - Full — Virus redirects disk reads to avoid detection.
 - Size — Disk directory data is altered to hide the additional bytes of the virus.
- **Encrypting:** Technique of hiding by transformation. Virus code converts itself into cryptic symbols. However, in order to launch (execute) and spread the virus must decrypt and can then be detected.
- **Polymorphic:** Ability to mutate by changing code segments to look different from one infection to another. This type of virus is a challenge for ant-virus detection methods.
- **Triggered Event:** An action built into a virus that is set off by the date, a particular keyboard action or DOS function. It could be as simple as a message printed to the screen or serious as in reformatting the hard drive or deleting files.

- **In the Wild:** A virus is referred to as "in the wild" if it has been verified by groups that track virus infections to have caused an infection outside a laboratory situation. A virus that has never been seen in a real world situation is not in the wild, and sometimes referred to as "in the zoo".
- **Macro virus:** Macro viruses are much like other viruses in many ways: they consist of code written in such a way that under some condition, that code "reproduces", making a copy of itself. Like other viruses, they can be written to cause damage, display a message, or do anything else a program can be made to do. Macro viruses are much like other viruses in many ways: they consist of code written in such a way that under some condition, that code "reproduces", making a copy of itself. Like other viruses, they can be written to cause damage, display a message, or do anything else a program can be made to do. There are some differences between a macro virus and other kinds of viruses: Boot viruses are always written in assembly language; viruses which infect executable programs are usually written in assembly language, but sometimes in a high-level language such as C. Macro viruses are always written in a macro language. To get a boot virus, you must boot your machine with a diskette that is infected with the boot virus. To get a file virus, you need to run a copy of the infected file. To get a macro virus, all you need to do is double-click on an infected document, to view it. When it loads, its macros run, and you are infected.
- **Companion virus:** A companion virus is one which, instead of modifying an existing file, creates a new program which (unknown to the user) gets executed by the command-line interpreter instead of the intended program. (On exit, the new program executes the original program so that things will appear normal.) The only way this has been done so far is by creating an infected .COM file with the same name as an existing .EXE file. Note that those integrity checkers which look only for modifications in existing files will fail to detect such viruses.

HOW CAN WE REDUCE THE DISASTER?

- *We must have backups.* This isn't just a good idea from a security point of view. Operational requirements should dictate the backup policy, and this should be closely coordinated with a disaster recovery plan, such that if an airplane crashes into your building one night, you'll be able to carry on your business from another location. Similarly, these can be useful in recovering

your data in the event of an electronic disaster: a hardware failure, or a breaking that changes or otherwise damages your data.

- *Don't put data where it doesn't need to be.* Although this *should* go without saying, this doesn't occur to lots of folks. As a result, information that doesn't need to be accessible from the outside world sometimes is, and this can needlessly increase the severity of a break-in dramatically.
- *Avoid systems with single points of failure.* Any security system that can be broken by breaking through any one component isn't really very strong. In security, a degree of redundancy is good, and can help you protect your organization from a minor security breach becoming a catastrophe.
- *Stay current with relevant operating system patches.* Be sure that someone who knows what you've got is watching the vendors' security advisories. Exploiting old bugs is still one of the most common (and most effective!) means of breaking into systems.
- *Watch for relevant security advisories.* In addition to watching what the vendors are saying, keep a close watch on groups. Make sure that at least one person (preferably more) is subscribed to these mailing lists
- *Have someone on staff be familiar with security practices.* Having at least one person who is charged with keeping abreast of security developments is a good idea. This need not be a technical wizard, but could be someone who is simply able to read advisories issued by various incident response teams, and keep track of various problems that arise. Such a person would then be a wise one to consult with on security related issues, as he'll be the one who knows if web server software version such-and-such has any known problems, etc.
- *Make the floppy disks write-protected.* So a virus can't infect the disks.
- *Have one or more anti/virus tools.* These programs should upgrade so often it is possible.
- *Scan all new files for viruses.*

CONCLUSIONS

Security is a very difficult topic. Everyone has a different idea of what security is, and what levels of risk are acceptable. The key for building a secure network is to define what security means to your organization. Once that has been defined, everything that goes on with the network can be evaluated with respect to that policy. Projects and systems can then be broken down into their compo-

nents, and it becomes much simpler to decide whether what is proposed will conflict with your security policies and practices.

Many people pay great amounts of lip service to security, but do not want to be bothered with it when it gets in their way. It's important to build systems and networks in such a way that the user is not constantly reminded of the security system around him. Users who find security policies and systems too restrictive will find ways around them. It's important to get their feedback to understand what can be improved, and it's important to let them know *why* what's been done has been, the sorts of risks that are deemed unacceptable, and what has been done to minimize the organization's exposure to them.

Security is everybody's business, and only with everyone's cooperation, an intelligent policy, and consistent practices, will it be achievable.

REFERENCES

- [1] R.T. Morris: *A Weakness in the 4.2BSD Unix TCP/IP Software*. Computing Science Technical Report No. 117, AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey, 1985
- [2] Y. Rekhter, R. Moskowitz, D. Karrenberg, G. de Groot, E. Lear: *Address Allocation for Private Internets* RFC 1918
- [3] J.P. Holbrook, J.K. Reynolds: *Site Security Handbook*. RFC 1244
- [4] Matt Curtin: *Introduction to Network Security*, <http://www.interhack.net/pubs/network-security/network-security.html>
- [5] Virus FAQ: <http://www.cai.com/virusinfo/faq.htm>

SATTELITE PERSONAL COMMUNICATION SYSTEMS

Peter SZÚCS

Assistant Professor

“Miklós Zrínyi” National Defense University

Call them PSMNs (*Public Skyline Mobile Networks*) or SPCSs (*Satellite Personal Communication System*). Satellite Personal Communication Systems, SPCSes for short, promise to change the way all of us live.

Communication does miracles. It brings people closer. For a change, it is now bringing satellites closer, to earth. Yes, communication satellites today do not necessarily mean INSATs and INTELSATs, revolving at an altitude of 35,000 km. They are now closer to us, much smaller, and of course, much smarter. Soon, they will be crowding the skies.

By the turn of the century, more than a hundred of them would be orbiting around the earth. Above a distance of as low as 400 km. These are called the Low Earth Orbit (LEO) satellites, to distinguish them from the traditional communication satellites like INSAT and INTELSAT, often called geostationary satellites. Then, there are satellites that can be placed at a distance of between 8000 and 11 000 km, with similar kind of functionalities. Placed between the high orbit geostationary and low-orbit LEO satellites, these are expectedly called Medium Earth Orbit (MEO) satellites.

Landline cellular networks do have certain limitations. Most of the times, you are deprived of a communication link where you need it most in villages, rural roads, forests, and such remote locations. It is uneconomical for any landline cellular operator to cover these places. Mobile satellite services expand the service territory to cover the entire world. "It is like having base stations in the sky," explains Ming Louie, vice-president, Globalstar.

Put simply, SPCSes are LEO and MEO satellite constellations that will provide mobile voice and data communication facilities the world over.

Since an LEO or an MEO can cover much less geographical area than a geostationary satellite, usually more satellites are used to provide global connectivity.

APPLIED SATELLITE ORBITS

The satellite communication systems operate on three orbits : LEO (Low earth orbiter) MEO (Medium earth orbiter) and GEO (Geostacioner earth orbiter)

The height of the satellites is determined by different physical factors. One of these determining factors is the magnetic field of the earth, and the zones created as the interaction of day and wind, the employment of which would result in ruining the satellites. These zones are called the Van Allen zones.

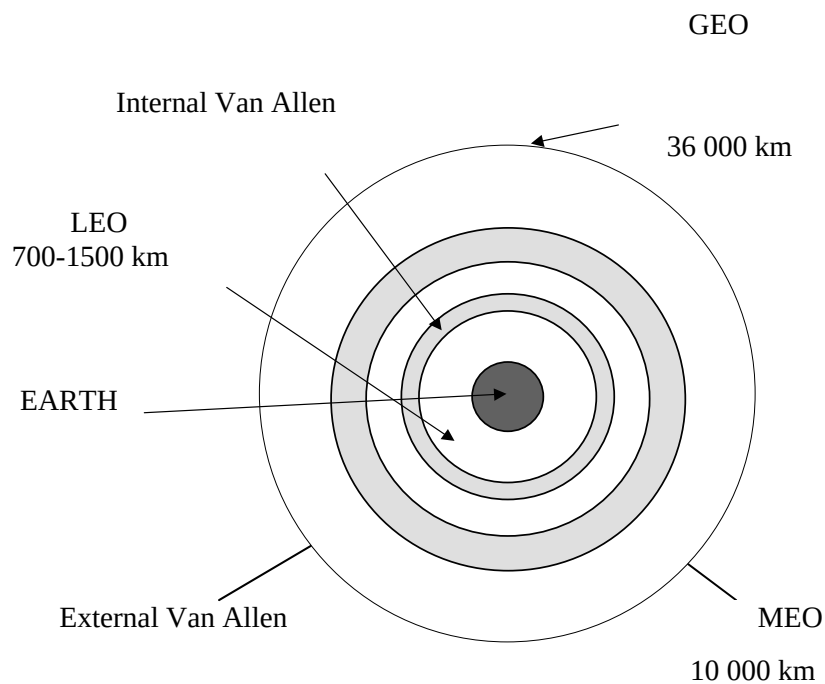


Figure 1. Applied Satellite orbits

There is something called the Clarke Orbit (some also call it the Clarke Belt) or GEO. It is an orbit in the space about 35 860 km above the equator where the period of revolution of an object is roughly 24 hours, the same amount of time that the earth takes to revolve around itself. A satellite, which is placed there, can maintain a con-

stant elevation and angle from a particular point on the earth, always. In other words, it appears stationary to that particular point. Hence, the name geostationary. All the geostationary satellites are placed in the Clarke Orbit. Geostationary orbit is just one orbit at a single altitude. Satellites are many. There is, of course, no possibility of physical collision or congestion. Because, even a spacing of two degrees is actually a distance of about 1300 km in the Clarke Orbit. The problem, however, is that the antennas on the ground fail to discriminate among satellites, if they are too close in the sky, for all practical purposes, two to four degrees. That means, there cannot be more than 180 satellites, even if we assume a two degree space.

LEOs and MEOs, on the other hand, do not have to operate at fixed orbit. They can be placed anywhere between altitudes of 400 to 10 000 km. So, we have no orbit constraint. Hence, no crowding. No problems for antennas on the ground. If tomorrow, there is a need to add new satellites, or to launch a completely new system, that can be done without pains.

Another fact that works in favour of LEOs and MEOs is what is called the inverse square law for signal power. According to this, a signal in space attenuates in direct proportion to the square of the distance it travels. The lower the altitude of a satellite orbit, lower is the required transmitting power for a signal. Of course, there is an alternative — that of using large antennas. But, that is also not an attractive proposition. LEOs and MEOs, which are at a lower altitude, require less power while using smaller antennas.

The LEOs also offer another advantage. There is negligible transmission delay as the distance traveled by a call using an LEO is several times lower than the same using a geostationary satellite. This means, for mobile communications, which is predominantly voice communications, they are better. The final deciding factor is, of course, cost of satellites and the cost of launch. LEOs are much cheaper.

THE IRIDIUM SYSTEM

The Iridium system is planned to operate with the employment of global, digital LEO satellites, the father of which is Motorola. The satellite orbit was set in 1997, while the test operation started on 23 August 1998.

SATELLITE ORBITS

The 66 satellites will revolve on six 780 km high Earth Orbits. Eleven satellites will revolve on the 6 orbits altogether.

THE OPERATION OF THE IRIDIUM SYSTEM

Calls can be started and received with the small, mobile units from any part of the world. The central unit of the system is provided by the intelligent satellite network connected to each other and to the controlling on the earth. The LEO satellites are connected with each other (direct satellite signal transmission) and with the earth system (bent-pipe) through the MSC (Mobile Switching Center).

In order to provide continuous service, call-transmissions are needed between the satellites. Some of the call-transmissions are within the satellite, while others are between the satellites.

There is naturally a need for the harmonised co-ordination of the satellited directed from the earth. This is the task of the system-directing sub-system, SC (System Control), which controls the orbit data of the satellites, and supervises the condition of the service units providing the operation of the satellites. The celestial system will also be controlled by SC (System Control) and will set an alternative route in case of a failure.

The disadvantage of the system is that it depends how far the earth system is built and a great number of gateways is needed. (Figure 2.)



Figure 2. The Iridium System

The Iridium use TDMA access technique. The TDMA frame includes 4 up-link and 4 downlink channels, which are separated from each other with defined protective time-gaps. As to the user equipment, the Iridium system will operate

in the K-band frequency zone in the inter-satellite and in the connection between the satellite and gateway (33-36 GHz and 10.9-36 GHz).

As to the satellite and user relation (phone, fax, etc.) the system use the L-band frequency zone (1618.25-1625 MHz).

THE GLOBALSTAR SYSTEM

SATELLITE ORBITS

The satellites will be equally distributed on 8 orbits and will be located 1414 km far from the earth. Globalstar covers the globe from the north latitude of 70 till the south latitude of 70, leaving the polar regions out. This means that full coverage cannot be realised.

SERVICES

GLOBALSTAR offers voice, data, message, facsimile and position location services in four primary environments:

- Mobile users working in and/or residing in areas with-out terrestrial mobile coverage.
- Mobile users roaming into areas without terrestrial mobile coverage.
- Fixed terrestrial users in areas without fixed telecommunications service.
- Private or specialized networks.

In addition to voice service, GLOBALSTAR provides transmission at rates up to 9600 bits per second for asynchronous message, data, and facsimile terminals. Subscribers will be able to access remote databases, send and receive electronic mail, and perform data transfer functions. Paging will also be available.

THE OPERATION OF THE GLOBALSTAR SYSTEM

In contrary to the Iridium system, there is no connection between the satellites. The satellite based on the so called 'Bent-Pipe' architecture will send back the signs from the mobile units to the starting cell without any processing.

The satellites are located in the space segment of the Globalstar system, the portable units, the moving vehicles and the fixed phones in the user segment,

while the earth-built networks in the earth segment. Similarly to Iridium, the dual-operation radio phones are also used here.

In the earth section of the system, SOCC, the Satellite Operations Control Centre supervises the operation of the satellites as defined.

GOCC, the Ground Operations Control Centre has the task to direct the earth segment of Globalstar. The Globalstar system bases on the already existing telecommunication infrastructure in each case.

Gateway creates the connection with the satellite network and the earth segment, the mobile users will enter the existing public and private phone networks. (Fig. 3.)

The GLOBALSTAR system utilizes the code division multiple access (CDMA) technology developed by QUALCOMM, Incorporated. Thus modulation provides an excellent voice quality, relatively low RF power levels, security, reliability and capacity benefits. With CDMA, and the use of satellite diversity, permitted by the coverage of service areas by multiple satellites, continuous communication will be provided even when a path to one satellite may be blocked. CDMA also permits sharing of the user link with other satellite system, and permits capacity limits to be exceeded when traffic requires.

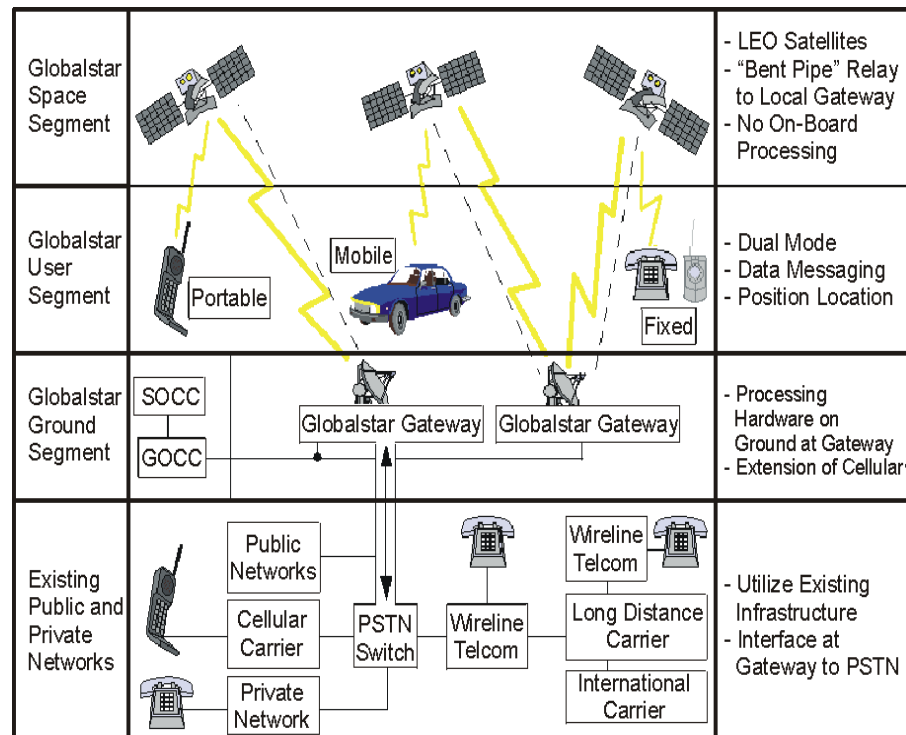


Figure 3. The Globalstar System

The mobile satellite connection is created in the L-band (1610-1625.5 MHz), while the satellite-mobile in the S-band (2483.5-2500 MHz). The satellite and earth station connection operates in the C-band (uplink 5091-5250 MHz, downlink 6875-7055 MHz).

TELEDESIC SYSTEM

PRESENTATION OF THE TELEDESIC SYSTEM

The basic idea of Teledesic came from Bill Gates and Craig McCaw in 1990. They wish to create a system which would provide the full range of communication with the help of 288 low-orbit satellites. Teledesic is building a global, wide-range 'sky-Internet'. Teledesic is planned to start operation in 2002.

Teledesic will operate in the K-band of the big frequency (uplink frequency at 28,5-29,1 GHz, downlink at 18,8-19,3 GHz).

THE TELEDESIC NETWORK

The Teledesic Network consists of a ground segment (terminals, network gateways and network operations and control systems) and a space segment (the satellite-based switch network that provides the communication links among terminals). Terminals are the edge of the Teledesic Network and provide the interface both between the satellite network and the terrestrial end-users and networks. They perform the translation between the Teledesic Network's internal protocols and the standard protocols of the terrestrial world, thus isolating the satellite-based core network from complexity and change. (Figure 4.)

Teledesic terminals communicate directly with the satellite network and support a wide range of data rates. The terminals also interface with a wide range of standard network protocols, including IP, ISDN, ATM and others.

Although optimized for service to fixed-site terminals, the Teledesic Network is able to serve transportable and mobile terminals, such as those for maritime and aviation applications.

Most users will have two-way connections that provide up to 64 Mbps on the downlink and up to 2 Mbps on the uplink. Broadband terminals will offer 64 Mbps of two-way capacity. This represents access speeds up to 2,000 times faster than today's standard analog modems.

The ability to handle multiple channel rates, protocols and service priorities provides the flexibility to support a wide range of applications including the

Internet, corporate intranets, multimedia communication, LAN interconnect, wireless backhaul, etc. In fact, flexibility is a critical network feature, since many of the applications and protocols Teledesic will serve in the future have not yet been conceived.

Terminals also provide the interconnection points for the Teledesic Network's Constellation Operations Control Centers (COCC) and Network Operations Control Centers (NOCC).

COCCs coordinate initial deployment of the satellites, replenishment of spares, fault diagnosis, repair, and de-orbiting.

The NOCCs include a variety of distributed network administration and control functions including network databases, feature processors, network management and billing systems.

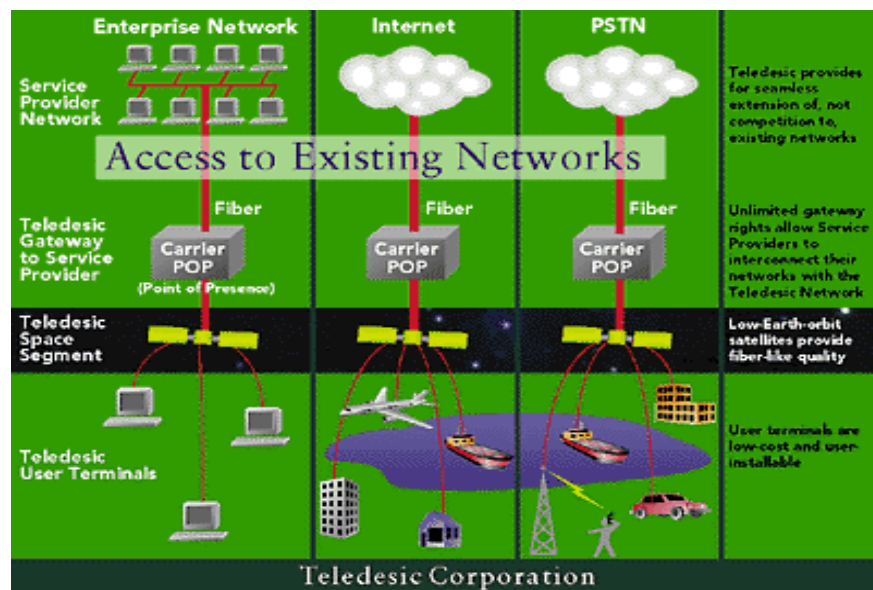


Figure 4. The Teledesic System

FAST-PACKET SWITCHING

Teledesic's space-based network uses fast-packet switching. Communications are treated within the network as streams of short, fixed-length packets. Each packet contains a header that includes destination address and sequence information, an error-control section used to verify the integrity of the header, and a payload section that carries the digitally-encoded user data (voice, video, data,

etc.). Conversion to and from the packet format takes place in the terminals at the edge of the network.

The topology of a LEO-based network is dynamic. The network must continually adapt to these changing conditions to achieve the optimal (least-delay) connections between terminals. The Teledesic Network uses a combination of destination-based packet addressing and a distributed, adaptive packet routing algorithm to achieve low delay and low delay variability across the network. Each packet carries the network address of the destination terminal, and each node independently selects the least-delay route to that destination. Packets of the same session may follow different paths through the network (figure 5.). The terminal at the destination buffers and if necessary reorders the received packets to eliminate the effect of timing variations.

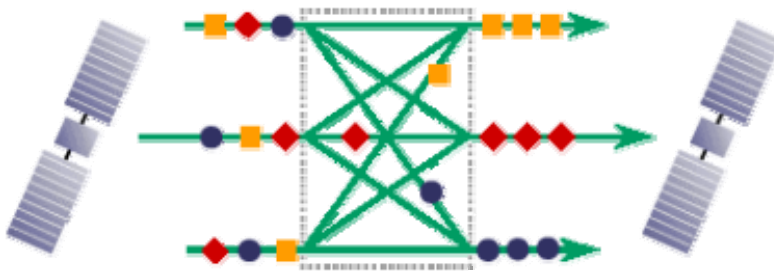


Figure 5. The Teledesic's Distributed Adaptive Routing Algorithm

THE SATELLITE CONSTELLATION

Each satellite is a node in the fast-packet-switch network and has intersatellite communication links with other satellites in the same and adjacent orbital planes. This interconnection arrangement forms a robust non-hierarchical mesh, or "geodesic," network that is tolerant to faults and local congestion. The network combines the advantages of a circuit-switched network (low delay "digital pipes"), and a packet-switched network (efficient handling of multi-rate and bursty data).

From a network viewpoint, a large constellation of interlinked switch nodes offers a number of advantages in terms of service quality, reliability and capacity.

To achieve high system capacity and channel density, each satellite is able to concentrate a large amount of capacity in its relatively small coverage area. Overlapping coverage areas plus the use of on-orbit spares permit the rapid repair of the network whenever a satellite failure results in a coverage gap. In essence, the system reliability is built into the constellation as a whole rather than being vulnerable to the failure of a single satellite.

MULTIPLE ACCESS

Since the Teledesic Network uses wireless access, communication channels are not dedicated to terminals on a permanent basis. The channel resources associated with a cell are shared among terminals in that cell, with capacity assigned on demand to meet their current needs. This flexibility allows Teledesic to handle efficiently a wide variety of user needs: from occasional use to full-time use; from bursty to constant bit-rate applications; from low-rate to high-rate data; from low usage-density areas to areas of relatively high usage density.

A multiple access scheme implemented within the terminals and the satellite serving the cell manages the sharing of channel resources among terminals. Within a cell, channel sharing is accomplished with a combination of Multi-Frequency Time Division Multiple Access (MF-TDMA) on the uplink and Asynchronous Time Division Multiplexing Access (ATDMA) on the downlink.

NETWORK CAPACITY

To make efficient use of the radio spectrum, frequencies are allocated dynamically and reused many times within each satellite footprint. The Teledesic Network supports bandwidth-on-demand, allowing a user to request and release capacity as needed. This enables users to pay only for the capacity they actually use, and for the Network to support a much higher number of users. Thus, the Teledesic Network is designed to support millions of simultaneous users. The Network scales gracefully to much higher capacity by adding additional satellites.

SUMMARY

There are saying that the space communication will soon appear also in the households – in a form of telecommunication. Nowadays TV programmes already come from satellite, even the latest car alarm systems are connected to sky channels. It is however sure that space communication is a long-term investment with a great number of technical difficulties and risks.

The appearance of such systems is already a big step forward compared to the GSM cellular systems and also to the satellite communication systems on the geostationary orbits. It is important to note that these are not to be regarded as

successors to them, but they represent totally new technical trends. Moreover these will be capable of providing wide-band multimedia service as well.

PREFERENCES

- [1] Nils Rydbeck, Sandeep Chennakeshu, Paul Dent, Amer Hassan: Mobil-Satellite Systems: A perspective on technology and trends. IEEE *Vehicular*
- [2] *Tech. Conf.* 1013-1017p., 1996.
- [3] M. A. Sturza and F. Ghazvinian: The Teledesic satellite system. Journal on communications Volume XLVIII.
- [4] H. Dodel: The GLOBALSTAR system. Journal on communications Volume XLVIII.
- [5] M. Barry: Satellite free the mobile phone. IEEE Spectrum 1998. 03.
- [6] Internet

**„C” SZEKCIÓ
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK II.**

**A SZEKCIÓ ELNÖKE: KESZTHELYI GYULA
TÁRSELNÖK: ÓVÁRI GYULA**

GÁZTURBINÁS HAJTÓMŰVEK JELLEMZŐINEK JAVULÁSA AZ ÁRAMLÁSI FELÜLETEK TISZTÍTÁSAKOR, A JAVULÁS MEGHATÁROZÁSA

Dr. Pásztor Endre
Prof. Emeritus, egyetemi docens
ZMNE Repülő Sárkány-Hajtómű Tanszék

A szerző a sugárhajtómű paramétereinek, a hajtómű áramlási felületei tisztításakor bekövetkező javulását határozta meg. Megállapította, hogy az áramlási felületek tisztítása minden esetben kedvezően javítja a hajtómű jellemzőit. A javulás mértékének megállapítására, a közvetlenül mérhető paraméterekre támaszkodva, kétáramú hajtómű figyelembevételével, számítási eljárást dolgozott ki. Vizsgálatai kimutatták, hogy a hajtómű alapvető jellemzőinek javulása, jól sikerült tisztítás esetén eléri az 1%-ot. Megfontolásokat végzett a nagyjavítási időszakok közötti tisztítások optimális elosztására és számára vonatkozóan, figyelemmel arra, hogy a tisztítás számának növekedésekor már a tisztítás költségei és a repülési idő kieséséből származó veszteség sem elhanyagolható. Vizsgálatai szerint két nagyjavítási időszak között 2-3 tisztítást célszerű végezni.

A HAJTÓMŰVEK ELSZENNYEZŐDÉSÉNEK FOLYAMATA, JELENTŐSÉGE ÉS TISZTÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

A hajtóművek belső áramlási felületeinek durvulása és elszennyeződése következtében a tolóerő csökken, és a tüzelőanyag-fogyasztás növekszik. Az áramlási veszteség növekedéséből adódó kedvezőtlen hatásokat a munkafolyamat maximális hőmérsékletének (tüzelőtér utáni hőmérséklet) növelésével egy ideig még lehet ellensúlyozni a tüzelőtér utáni hőmérséklet megengedett maximális értéke eléréséig. A tüzelőanyag-fogyasztás természetesen ilyenkor már növekszik. Amikor a munkafolyamat maximális hőmérséklete tovább már nem emelhető, az áramlási veszteség további növekedésekor a tolóerő már csökken. Elsősorban a kompresszor belső felülete érzékeny a kvarc-szemcsék (por) okozta koptató hatásra és a szennyeződésre. A szennyeződés jelentősen növekszik abban az esetben, ha a felületekre olajgőzök csapódnak le, pl. a csapágylabirintok tömítő

képessége csökkenésekor. A tisztítás különösen fontos a földön üzemelő gázturbinák esetében. Erre tipikus példa a MOL gázvezetékei mellett üzemelő gáznyomás-fokozó gázturbinás telepek gázturbináinak problémája, ahol az igen gondos levegőszűrés mellett a gázturbinák belső feleletét pontosan előírt technológiával és gyakorisággal tisztítják (mossák). Hasonló a helyzet, bár nem ennyire szigorúan előírt, a szállító repülőgépek hajtóművei belső felületei tisztításakor is.

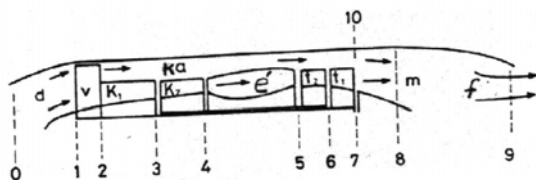
A tisztítással csak a szennyeződés távolítható el, az áramlási felületek (döntően a lapátok felületei) durvulása nem állítható meg. Ennek következtében a hajtóművek paramétereinek romlása a leggondosabb tisztítás mellett sem akadályozható meg, csupán mérsékelhető. A tisztításkor elsősorban a kompresszor jellemzői (hatásfoka) javulnak, mivel a kompresszor-lapátokra az olajgőzökkel dúsított szennyeződés oldható formában rakódik le. A kompresszor utáni áramlástechnikai részegységekre a szennyeződés kokszt formában ég rá, azt a hajtómű megbontása nélküli tisztítással eltávolítani már nagyon nehéz.

A szétszerelés nélküli tisztításra eddig két, egymástól nem jelentősen különböző tisztítási eljárás alakult ki. A leggyakrabban valamilyen, megfelelő hígítású mosófolyadékot fecskendeznek be a hideg-indítással forgatott gázturbinába. A másik módszer szerint, ugyancsak hideg-indítással, megörölt dióhéjat vagy rizst juttatnak be a kompresszor elé, ilyenkor a kaptató hatás tisztít. A koptatással történő tisztítás hátránya, hogy nehezen szabályozható, a túlzott tisztítás a lapátokra felvitt védőbevonatot is megbonthatja. A mosófolyadékossal történő tisztítás komplikáltabb, de jól szabályozható és eredményessége vizuálisan is jól érzékelhető. A mosófolyadékossal történő tisztítás látványos jelenség. Először erősen barnás-feketes mosóhab áramlik ki a fúvócsövön, majd a hab lassan világosodik és a hab színének stabilizálódása után a mosás befejezettnek tekinthető. A mosást jelentős (kb. negyed-, félóra) szünetekkel többször ismétlik, a szennyeződés fellazulása folyamatának elősegítése, másrészt a hideg-indításkor felmelegedett indítómű lehűtésére [1].

A TERMIKUS-ÁRAMLÁSI JELLEMZŐK JAVULÁSÁNAK FOLYAMATA A VIZSGÁLT TÍPUSÚ HAJTÓMŰ TISZTÍTÁSA FOLYAMÁN

E tanulmány az NK-8-2U jelű, kétáramú repülőgép sugárhajtómű tisztításával foglalkozik és a szerző erre a típusra dolgozott ki a javulás meghatározására számítási eljárást. Azért választotta ezt a típust vizsgálódása tárgyául, mert erre a

típusra rendelkezett legtöbb adattal a tisztításra vonatkozóan is, és erre merült fel igény a javulást számítási eljárással meghatározni [2].



1. ábra
A hajtómű jelölési rendszere

A vizsgált hajtómű tisztításakor (vázlata és az alkalmazott jelölések az 1. ábrán) csökken az áramlási ellenállás, elsősorban ott, ahol még levegő és nem forró gáz (égéstermék) áramlik. Ennek következtében javul a ventilátor (V), a kisnyomású (K_1) és kisebb mértékben a nagynyomású (K_2) kompresszor hatásfoka, valamelyest csökken a diffúzor (d) és a külső áramkör (K_a) nyomásvesztése is. Az eddigi vizsgálatok szerint elsősorban a ventilátor és a kisnyomású kompresszor hatásfoka javulásának van jelentősége, a továbbiakban csak ezek hatását vesszük figyelembe. A kisnyomású kompresszor és a vele együttforgó ventilátor teljesítményfelvétele hatásfokaik javulása következtében csökken, így a kisnyomású turbina (t_1) még változatlan teljesítmény-leadása következtében a kisnyomású tengely n_1 fordulatszáma növekszik, ennek következtében nő a nagynyomású tengely n_2 fordulatszáma is.

A tisztítás után megnövekedett n_2 fordulatszámot, a tüzelőtér utáni T_5 hőmérséklet csökkentésével, az eredeti n_2 értékre kell visszazabályozni. A T_5 hőmérséklet csökkenése a tüzelőanyag-fogyasztás csökkenését és a hajtómű gazdaságossága növekedését eredményezi. A T_5 csökkenése a t_1 turbina után mért T_7 hőmérséklet csökkenésén keresztül érzékelhető.

Az üzemmentartó a tisztítástól a turbinák körüli hőmérsékletek nem elhanyagolható csökkenésén kívül a tolóerő növekedését és az üzemanyag-fogyasztás csökkenését várja. Eddigi irodalmi [3] és saját eredményeink szerint e két jellemző változása még igen eredményes tisztítás esetén is 1%-on belül mozog, így ezen változásokat közvetlen méréssel megállapítani nem lehet. Ezért a szerző a javulás megállapítására számítási eljárást dolgozott ki, melyet az alábbiakban vázlatosan ismertet.

SZÁMÍTÁSI ELJÁRÁS A TISZTÍTÁS UTÁNI TOLÓERŐ NÖVEKEDÉS ÉS A TÜZELŐANYAG-FOGYASZTÁS CSÖKKENÉSÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA

ALAPELVEK, ALAPADATOK

A számítási eljárást azon alapgondolatra felépítve dolgoztuk ki, hogy a javulás a ventilátor és a kisnyomású kompresszor hatásfok növekedése következtében jön létre. Ezen alapgondolatnak megfelelően a számítási eljárás két főrésze osztható. Először a mérhető jellemzők változásából meghatározzuk a ventilátor és a kisnyomású kompresszor hatásfok javulását, majd a hatásfokok javulása segítségével a tisztítás utáni hajtómű paramétereit. Tanulmányunkban elsősorban a számítás első részével foglalkozunk, mivel a számítás második része már ismertebb elemekből épül fel. A számítás végrehajtásához szükségünk van a hajtómű matematikai modelljére a vizsgált üzemállapotban. Ez szolgáltatja azt a bázisállapotot, melynek termikus-áramlási jellemzői megegyeznek a hajtómű tisztítás előtti jellemzőivel. A matematikai modellt eddigi munkásságunk [2] eredményei segítségével hoztuk létre. A modellt legfontosabb termikus-áramlási jellemzői felszálló (start) üzemállapotban (jelölések az 1. ábra szerint):

— Nyomásveszteségi tényezők:

$$\sigma_d = \frac{p_1}{p_0} = 0,995; \sigma_e = \frac{p_5}{p_4} = 0,97; \sigma_{ka} = \frac{p_7}{p_2} = 0,99; \sigma_m = \frac{p_8}{p_7} = 0,99$$

— Hatásfokok:

$$\eta_e = 0,975; \eta_{zv} = 0,86; \eta_{zk_1} = 0,855; \eta_{zk_2} = 0,845;$$

$$\eta_{zt_2} = 0,86; \eta_{zt_1} = 0,865; \eta_{zf} = 0,95$$

— Kétáramúsági fok:

$$m = \frac{m_{ka}}{m_{k1}} = 1$$

Az 1. ábrán látható kitüntetett metszetek lefékezett jellemzői:

*GÁZTURBINÁS HAJTÓMŰVEK BELSŐ ÁRAMLÁSI
FELÜLETEINEK TISZTÍTÁSA*

$$p_0 = 0,104 \text{ MPa}; T_0 = 288 \text{ K}; \pi_v = \frac{p_2}{p_1} = 2,0515; \pi_{k1} = \frac{p_3}{p_2} = 1,7548$$

$$\pi_{k2} = \frac{p_4}{p_3} = 3; T_5 = 1274,85 \text{ K}; T_7 = 903 \text{ K}; T_8 = 649,501 \text{ K};$$

$$p_7 = 0,2054 \text{ MPa}; p_8 = 0,2034 \text{ MPa}; p_9 = p_0 = 0,104 \text{ MPa}.$$

$$\text{Tolóerő: } 103,714 \text{ kN}; \text{Levegőfogyasztás: } \dot{m}_{ka} = \dot{m}_{k1} = 108,816 \frac{\text{kg}}{\text{s}};$$

$$\text{Teljes tüzelőanyag-fogyasztás: } 6292,52 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

A MÉRÉSI EREDMÉNYEK PONTOSÍTÁSA

A tényleges számítás megkezdése előtt a tisztítás előtti és utáni mért adatokat pontosan azonos környezeti állapotra kell vonatkoztatni, mert egy esetleges, a tisztítás alatti jelentősebb környezeti állapotváltozás nagyobb eltérést okozhat a hajtómű jellemzőiben, mint maga a tisztítás. Az azonos állapotra történő átszámítást a gépkönyv idevonatkozó utasítása [4] alapján végeztük el.

Az 1. számú táblázatban azonos környezeti állapotra vonatkoztatva ($p_0=0,104$ MPa; $T_0=288$ K), példaképpen látható egy kiválasztott hajtómű tisztítás előtti és utáni mért jellemzői.

1. számú táblázat

	n_1	n_2	T_7
Tisztítás előtt	96,5%	98,2%	890 K
Tisztítás után	96,6%	98,0%	883 K

A mérési eredmények pontosításának második alapkövetelménye az, hogy az n_2 fordulatszám pontosan azonos legyen tisztítás előtt és után. E feltétel nem teljesülése esetén e szabályozási pontatlanságból (n_2 tisztítás előtt $\neq$ n_2 tisztítás után) szintén nagyobb változás jöhet létre, mint a hajtómű tisztításából. A hajtómű fékpadi jelleggörbéi felhasználásával korrekciós összefüggéseket hoztunk létre, hogy a hajtómű tisztítás előtti és utáni üzemállapota pontosan azonos n_2 fordulatszám mellett legyen összehasonlítható.

A start teljesítménye érvényes korrekciós összefüggések:

$$t_{7\text{kor}} = t_{7\text{mért}} - (n_{2\text{mért}} - 95,5) 13,333 \quad (1)$$

$$n_{1\text{kor}} = n_{1\text{mért}} - (n_{2\text{mért}} - 95,5) 1,6 \quad (2)$$

Az összefüggésekben a hőmérsékleteket $^{\circ}\text{C}$ -ban, a fordulatszámokat %-ban kell behelyettesíteni. A 95,5 értékű konstans, a start üzemállapotban az n_2 fordulatszám előírt %-os értéke.

A 2. számú táblázatban az 1. számú táblázat korrigált értékei láthatók. (A „kor” indexet elhagytuk, mivel a továbbiakban csak a korrigált értékekkel számolunk).

2. számú táblázat

	n_1	n_2	T_7
Tisztítás előtt	92,18%	95,5%	854 K
Tisztítás után	92,6%	95,5%	849 K

A SZÁMÍTÁSI MÓDSZER ISMERTETÉSE

Figyelembe véve, hogy a nagynyomású tengely fordulatszáma nem változott, $n_2 = n_2^*$ (a továbbiakban a tisztítás utáni jellemzőket csillag értékkel jelöljük), ezért igen jó közelítéssel $\pi_{k2} = \pi_{k2}^*$.

A kisnyomású tengely n_1 fordulatszáma a 2. számú táblázat adatai szerint megnőtt, így $\pi_v^* > \pi_v$ és $\pi_{k1}^* > \pi_{k1}$.

Az Euler impulzus-nyomatéki egyenletből igen jó közelítéssel:

$$\frac{\Delta T^*}{\Delta T} = \left(\frac{n_1^*}{n_1} \right)^2 \quad (3)$$

ahol ΔT^* és ΔT a valóságos hőmérsékletek emelkedése a ventilátorban és a kompresszorban mosás után és előtt.

A nyomásviszonyok növekedése a Poisson egyenletből:

$$\frac{\pi^*}{\pi} = \left[\frac{1 + \frac{\Delta T^*}{T}}{1 + \frac{\Delta T}{T}} \right]^{\frac{n}{n-1}} \quad (4)$$

ahol: T a vizsgált kompresszor előtti hőmérséklet, n a kompresszió folyamatok politropikus kitevője.

Az n politropikus kitevő és a kompresszorok izentrópikus hatásfoka közötti kapcsolat:

$$\eta_{iz} = \left(\frac{\pi_k^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1}{\pi_k^{\frac{n-1}{n}} - 1} \right) \quad (5)$$

ahol: $\kappa = 1,395 - 1,392$ a kompresszió folyamat átlagos izentrópus kitévője.

A keverőtérre érvényes összefüggések:

$$p_2 \cdot \sigma_{ka} = p_{10} = p_7 \quad (6.a.)$$

$$p_2^* \cdot \sigma_{ka} = p_{10}^* = p_7^* \quad (6.b.)$$

A turbinák össz-nyomásviszonya:

$$\pi_{t\Sigma}^* = \pi_{t2}^* \cdot \pi_{t1}^*$$

Az m keverőtérbe belépő közegek (külső és belső áramkör) statikus nyomásainak jó közelítéssel egyenlőnek kell lenni, különben valamelyik közeg fojtásos állapotváltozást szenvedne a belépéskor. A keverőtérbe belépő közegek sebességei sem különbözhetnek jelentősen egymástól, mert megnövekedne a keveredés közbeni impulzuscseréből származó veszteség. Fentiek következtében a keverőtérbe belépő közegek lefékezett (torló) nyomásai is egyenlők egymással. Ezeket a gondolatokat a matematikai modellek összeállításánál használtuk fel.

A belső és külső áramkörök matematikai rész-modelljei felhasználásával [5, 6]:

$$p_5^* = p_0 \sigma_d \pi_v^* \pi_{k2}^* \sigma_e \quad (7)$$

$$p_2^* = p_0 \sigma_d \pi_v^* \quad (8)$$

A (6.b.) és a (8) egyenletek felhasználásával

$$p_7^* = p_0 \sigma_d \cdot \pi_v^* \sigma_{ka} \quad (9)$$

$\pi_{t\Sigma}^*$ értéke a (7) és (9) egyenletek felhasználásával:

$$\pi_{t\Sigma}^* = \frac{p_5^*}{p_7^*} = \frac{\pi_{k1}^* \cdot \pi_{k2}^* \sigma_e}{\sigma_{KA}} \quad (10)$$

A vizsgált esetben tisztítás után:

$$\pi_v^* = 2,0659; \pi_{k1}^* = 1,7671; \pi_{k2}^* = \pi_{k2} = 3; \pi_{t\Sigma}^* = 5,1942 \quad (11)$$

Feltételünk szerint tisztítás után csak a ventilátor és a kisnyomású kompresszor fokozat hatásfoka javul, a többi gépegység jellemzői változatlanok. Figyelembe véve, hogy a kis- és nagynyomású tengelyeken forgó gépegységek tisztítás után is teljesítmény – egyensúlyi állapotban üzemelnek, e feltételből meghatározható a ventilátor és a kisnyomású kompresszor tisztítás utáni hatásfokai. Tekintettel a rend-

kívül kicsi (maximum 1%-os) változásokra, a számítás folyamán lineáris interpolációt alkalmaztunk. Számításaink folyamán η_{izv}^* és η_{izkl}^* értékeit arányosan változtattuk, mivel feltételeztük, hogy mindkettő javul.

A számítás kiinduló alappontjai a következők voltak. Ismeretes a turbinák össznyomásviszonya: $\pi_{\Sigma}^* = 5,1942$, valamint az alacsonynyomású turbina utáni, tisztítás hatására bekövetkező hőmérsékletcsökkenés, $\Delta T_7^* = 5$ K. Ezt a hőmérsékletcsökkenést levonva a matematikai modellben szereplő $T_7 = 903$ K-ből, megkaptuk a tisztítás utáni matematikai modellhez tartozó $T_7^* = 898$ K értéket, mint kiindulási alappontot. A lineáris interpoláció folyamán η_{izv}^* és η_{izkl}^* értékeit addig változtattuk, míg a matematikai modell fenti alappontokat kielégítette.

A SZÁMÍTÁS EREDMÉNYEI

Az előző pontban vázlatosan ismertetett számítás eredményei szerinti ventilátor és kisnyomású kompresszor hatásfok javulásokat a 3. Táblázat mutatja be.

3. számú táblázat

Tisztítás előtt	$\eta_{izv} = 0,86$	$\eta_{izkl} = 0,855$
Tisztítás után	$\eta_{izv}^* = 0,866$	$\eta_{izkl}^* = 0,861$

Látható, hogy a hatásfokok a tisztítás hatására közelítően 0,5%-kal javultak. Ezzel a tisztítás utáni matematikai modell minden jellemzője meghatározható, többek között a tolóerő és a tüzelőanyag-fogyasztások értékei is.

A 4. táblázat a tisztítás előtti és utáni tolóerő és fogyasztási jellemzőket, a változások abszolút és százalékos értékeit tartalmazza.

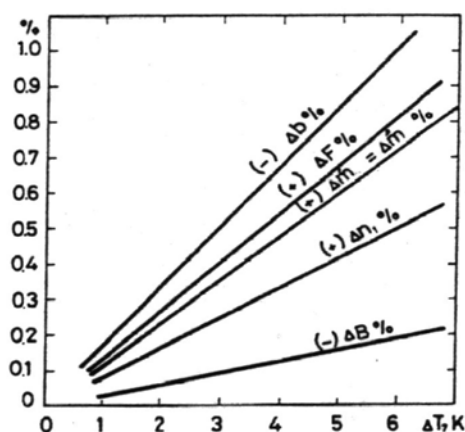
4. számú táblázat

Tisztítás után	Tisztítás előtt	Abszolút javulás	Százalékos javulás
$F_t = 103,714$ N	103,005 N	709 N	0,688 %
$B_{tüz} = 6282$ kg/h	6292,5 kg/h	10,5 kg/h	0,167 %
$m_{lev} = 109,47$ kg/s	108,82 kg/s	0,65 kg/s	0,597 %
$b_{fajl} = 0,06057$ kg/Nh	0,06109 kg/Nh	0,00052 Kg/Nh	0,851 %
$F_{t\ fajl} = 947,42$ Ns/kg	946,56 Ns/kg	0,86 Ns/kg	0,091 %

A hajtómű paramétereinek javulása közül külön figyelmet érdemel a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás, mely közel 1%-os csökkentésével alapvetően meghatározza az áramlási felületek tisztításának gazdasági előnyeit. Amennyiben tisztí-

tás után is a tisztítás előtt tolóerőt kívánjuk létrehozni, akkor a hajtómű terhelésének csökkenése következtében tovább csökken a tüzelőanyag-fogyasztás és a csökkenés eléri az 53-54 kg/h értéket.

A számítás általánosított eredményei a 2. ábrán láthatók, ahol $\Delta T_7 = T_7^* - T_7$ hőmérséklet-csökkenés függvényében ábrázoltuk a különböző paraméterek szempontjából elérhető %-os javulásokat. A kisnyomású kompresszor Δn_1 % növekedésének értékét mérési eredményekből kaptuk, így ez az összefüggés közelítően érvényes. Az ábrában az egyes paraméterek indexeit elhagytuk, mivel azok a 4. táblázatban egyértelműen megtalálhatók.



2. ábra

A hajtómű jellemzőinek javulása a ΔT_7 csökkenése függvényében

Az eddigiekből megállapítható, hogy a hajtómű áramlási felületei tisztításának minden szempontból kedvező hatása van. Elsősorban jelentősebben elszenyveződött hajtóművek (legalább 3000-4000 óra üzemidő tisztítás nélkül) esetében tisztítás után a T_7 hőmérséklet 8-10 fokot is csökkent, miközben az n_1 fordulatszám közel 1%-ot növekedett. A T_7 csökkenése következtében nő a szabályozási tartalék, az üzembiztonság és az élettartam.

A tisztításnak vannak azonban negatív hatásai is. Egy tisztítás ideje legalább 6-8 óra, a szükséges személyzet 3-4 fő, a tisztítás utáni hajtóműpróbán elfogyasztott tüzelőanyag kb. 500 kg.

Ezek után felmerül az igény a nagyjavítási időszak közötti optimális tisztítási szám meghatározására a maximális összeggazdaságosság elérése érdekében. Sajnos ez a kérdés az előírt terjedelemtől következően részleteiben nem tárgyalható, de az eddigi ilyenirányú vizsgálatok szerint [5; 7] két nagyjavítási időszak között 2-3 tisztítás látszik optimálisnak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Cleaning the compressors of aircraft engines. Aircraft engineering. January 1983.
- [2] Az Nk8-2U hajtómű termikus – áramlási analízise. Budapesti Műszaki Egyetem, Aero- és Termotechnika tsz. Budapest, kézirat. Témavezető: Dr.Pásztor Endre egy.tanár 1978. Készült a MALÉV megbízásából.
- [3] Dvigatjel szemeisztva NK-8 promüvka gazovozdusnavo trakta dvigatyelej i proverka parametrov dvigatyelej imejuschih bolsuju narabotku v ekspluatacii. Metodika N⁰ MT-0053-78 Moskow.
- [4] Az NK8-2U hajtómű jellemzőinek átszámítása normál paraméterekre. Kézirat, MALÉV.
- [5] E.Pásztor: A mathematical model for the investigation of aging processes with the two-flow turbofan jet-plants. Acta Technica Academiae Scientiarum Hungaricae, 97 (1-4), pp.259-272 (1984)
- [6] Az NK8-2U hajtómű belső felületei tisztítása utáni paramétereinek számításával történő meghatározása. Budapesti Műszaki Egyetem, Aero- és Termotechnika tsz. Témavezető: Dr.Pásztor Endre egy.tanár. Kézirat 1983. Készült a MALÉV megbízásából.
- [7] A hajtóművek belső felületei tisztítása gyakoriságának közelítő meghatározása. Kézirat. MALÉV 1982.

The author determined the improvement of the parameters of jet-plants as a result of cleaning of flow-space boundary surfaces of jet-plants. It was found that cleaning affected the economy of the jet-plant favourably in every case. To determine the rate of improvement, a calculation method based on directly measurable parameters has been elaborated by the author to find that an improvement of around 1 % of the basic parameters (thrust, fuel consumption, etc.) of the jet-plant can be achieved under favourable cleaning conditions. Based on approximate economical considerations, the optimum number of cleanings between two general overhauls, and the optimum intervals at which cleaning shall be made within the service period of the jet-plant, has been determined, considering that the costs of cleaning are not negligible as the number of cleanings increase. According to the investigations, 2-3 cleanings shall be made in the period between two general overhauls.

GÁZTURBINA-EGYSÉGEK KARAKTERISZTIKÁJA, A GÁZTURBINA MATEMATIKAI MODELLJE

Ailer Piroska

Ph.D. hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Repülőgépek és Hajók Tanszék

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repülőgépek és Hajók Tanszékén működik egy gázturbina próbapad, melynek mérőrendszere lehetővé teszi:

- *a gázturbina-körfolyamat jellegzetes pontjaiban a torlóponti nyomás és hőmérséklet mérését,*
- *a dinamikai paraméterek (fordulatszám, terhelő nyomaték) mérését,*
- *és a fajlagos fogyasztás meghatározását.*

A mérési eredmények feldolgozása után eredményül a gázturbina-egységek karakterisztikáját kapjuk, melyek segítségével, összeállításával elkészíthető a gázturbina matematikai modellje.

A későbbiekben szükséges lesz a modell linearizálására. Ez a linearizált modell lesz a szabályozandó objektum modellje, melyhez a modern szabályozáselmélet (kontrollélmélet) alkalmazásával különböző szabályozók tervezhetők, vizsgálhatók.

BEVEZETÉS — A GÁZTURBINA LEÍRÁSA

A vizsgált gázturbina (DEUTZ T216) [1] egy egytengelyes hajtómű, egyfokozatú centrifugális kompresszorral és egyfokozatú centripetális turbinával.

Ez a hajtómű egy speciális konstrukció, amely kifejezetten műszaki egyetemek, főiskolák, ill. kutatólaboratóriumok számára készült. Ennek megfelelően a gázturbina kis teljesítmény/tömeg-arányú, kis helyigényű, rezgésmentes működésű és egyszerűen karbantartható.

Legfontosabb paraméterei ($p_0 = 101\,325$ Pa, $T_0 = 288$ K, $n = 50\,000$ 1/perc esetén):

- | | |
|---|-------------------------|
| — Teljesítmény: | $P = 80$ kW; |
| — A levegő tömegárama: | $m_{lev} = 0,9$ kg/sec; |
| — A kompresszor nyomásviszonya: | $\pi_k^* = 2,8$; |
| — A turbina utáni torlóponti hőmérséklet: | $T_4^* = 938$ K. |

A FÉKPAD ÉS A MÉRŐRENDSZER LEÍRÁSA

Az alkalmazott mérőrendszer lehetővé teszi a fogyasztás, a terhelő nyomaték, a torlóponthi hőmérsékletek és nyomások, valamint a fordulatszám mérését [2]. A kialakítás egy gázturbina-próbapadi mikroszámítógépes vezérlő, adatgyűjtő és adattároló rendszer. A különböző paraméterek mérése a következőképpen történik:

- A torlóponthi hőmérsékletek mérése Ni–CrNi termoelemekkel történik. Mért lehet a gázturbina-körfolyamat jellegzetes pontjaiban a torlóponthi hőmérsékleteket, azaz a környezeti hőmérsékletet (T_0), a kompresszor előtti (T_1^*) és utáni (T_2^*) torlóponthi hőmérsékleteket és a turbina előtti (T_3^*), és utáni (T_4^*) torlóponthi hőmérsékleteket. Mivel a turbina előtti keresztmetszetben a hőmérséklet-eloszlás nem egyenletes, azaz a turbina előtti keresztmetszetben a termoelem radiális irányú mozgatásával jelentősen eltérő hőmérséklet-értékeket kapunk eredményül, ezért a T_3^* hőmérsékletet nem vesszük figyelembe az adatok feldolgozása során, hanem számítással határozzuk meg. A hőmérséklet-mérések tartománya: 0–1200 °C. A Ni–CrNi termoelemek kompenzációs vezetékkel vannak a mérőcsatornákra bekötve. A mérőrendszer a mérőpultban elhelyezett panelen méri a környezeti hőmérsékletet, és ehhez viszonyítva számítja a többi mérési pont hőmérsékletét.
- A torlóponthi nyomások mérésére a nyomással arányos jelet szolgáltatató nyomásjeladók szolgálnak. A jelek erősítés után kerülnek a számítógépes mérőrendszerbe. A mérési pontosság növelése céljából nem abszolút nyomásokat, hanem két pont közötti nyomáskülönbségeket mérünk a következőképpen:
 - környezeti nyomás (abszolút nyomás): p_0 ;
 - kompresszor előtti nyomásesés: $p_0 - p_1^*$;
 - a kompresszorban bekövetkező nyomásnövekedés: $p_2^* - p_1^*$;
 - az égéstér nyomásesése: $p_2^* - p_3^*$;
 - a gázvezető nyomásellenállása: $p_4^* - p_0$;
 - valamint a gázturbina tömegáramának meghatározása céljából a mérőperemen bekövetkező nyomásesés nagysága: $\Delta p_{\text{mérő}}$.

A nyomásmérések tartománya: 0–3000 Pa, 95–105 kPa, 0–36 kPa, 0–200 kPa.
- A gázturbina különböző terhelésekkel való működtetése, mérése céljából, valamint a gázturbina teljesítményének felhasználása, ill. elemész-

tése céljából egy ZÖLLNER típusú vízárammérőt alkalmazunk. A gázturbina vizsgálata a vízfék által meghatározott teljes tartományban lehetséges. A fellépő terhelő nyomaték mérésére az 500 Nm terhelhetőségű nyomatékmérő cella szolgál, mely a gázturbina és a fékgép közötti kardántengelybe van beépítve. Működés közben az örvényáramú fékgép fékezőerőt fejt ki a hajtómű tengelyére. A tengelyen mérhető csavarási erőt érzékeli a cella. A számítógép a mért erőből és a kalibráló kar hosszából számítja ki a nyomatékot. A fékezés mértékét a fékgépen lévő karokkal lehet beállítani.

- A fordulatszám mérésére a fékgépre szerelt ABS jeladó és a hozzá tartozó 60 osztású tárcsa szolgál. A tárcsa forgásakor a jeladó minden osztásonál egy-egy impulzust ad. Ezen impulzusok számából és a közben eltelt időből a fordulatszám meghatározható. A fordulatszám-mérés tartománya: 0–100 000 1/min.
- A fogyasztás mérésére az ÜFM-2000 jelű tüzelőanyag-fogyasztásmérőt alkalmazzuk. A fogyasztásmérő a súlymérés elvén alapul. A mérés megkezdésekor a számítógép a fogyasztásmérő töltő szelepét elzárja, és leolvassa a mérőedényben lévő tüzelőanyag szintet. Ezt a szintet (tömeget) a berendezésbe épített erőmérő cella érzékeli. A mérés befejezésekor a számítógép ismét leolvassa a szintet, majd az előző adatok segítségével óránkénti és fajlagos fogyasztást számít. A fogyasztás-mérés tartománya: 0–200 l/óra, pontossága: $\pm 0,5\%$.

A mérések vezérlését, az adatok gyűjtését és kiértékelését IBM AT kompatibilis számítógép végzi, és a mérési eredményeket a hozzá csatolt printeren nyomtatni is tudja.

A gázturbina-fékpár beépített mérési szolgáltatásai:

- az eddigiekben felsorolt mérések elvégzése;
- az adatok folyamatos kijelzése;
- a mért adatok eltárolása;
- számított mennyiségek számítása, kijelzése;
- statikus állapot-figyelés;
- dinamikus mérési lehetőség;
- folyamatos felügyeleti rendszer (hibafigyelés, vészjelzés);
- automatikus gázkar szabályozás;
- és jelszóval védett egyéb funkciók: teszt, hibakereső, nullázó és beállító funkciók, hitelesítő mérések.

A MÉRÉSI ADATOK FELDOLGOZÁSA, A GÁZTURBINA-EGYSÉGEK KARAKTERISZTIKA SZÁMÍTÁSA

A gázturbina-egységek karakterisztikáinak meghatározásához első lépésben a munkaponti, mért paraméterek feldolgozása szükséges, amely magába foglalja a kompresszor, az égéstér és a turbina hatásfokainak kiszámítását; a kompresszor és a turbina nyomásviszonyainak meghatározását; az égéstérben való felmelegedés mértékének megállapítását; majd e számított paraméterek karakterisztikán történő ábrázolását. Mivel a karakterisztikák leírják a gázturbina teljes működési tartományában való viselkedését, ezért a karakterisztikák összességét, együttesét ill. az azokat számító összefüggések egészét a gázturbina termodinamikai-matematikai modelljének tekinthetjük. A szokásos gázturbina számítástól két helyen térünk el:

— A számítás pontosságának növelése céljából változó gáz-jellemzőkkel (állandó nyomáson mért fajhő, adiabatikus kitevő) számoltunk a következőképpen [5]:

A T hőmérséklethez tartozó entalpia alatt a következő kifejezéssel számított entalpiát értjük és $i(T)$ -vel jelöljük (az entalpia nullértékét $T_0=273,15$ K hőmérsékletnél kitűzve):

$$i(T) = i(T, T_0) = c_{pT_0} \cdot (T - T_0) \quad (1)$$

A keverék entalpiája:

$$i(T) = \frac{(1 - q_T \cdot L_0) \cdot i(T)_{lev} + q_T \cdot (L_0 + 1) \cdot i(T)_{\alpha=1}}{1 + q_T} \quad (2)$$

ahol

$$i(T)_{lev} = \sum_{j=0}^5 a_j \cdot \left(\frac{T}{1000} \right)^j \quad (3)$$

$$i(T)_{\alpha=1} = \sum_{j=0}^5 b_j \cdot \left(\frac{T}{1000} \right)^j \quad (4)$$

a_{lev} – index a tiszta levegő, míg az _{α=1} – index az elméleti légviszony mellett keletkező égéstermék jellemzőjét jelöli, L₀ az elméleti légviszony mellett 1kg tüzelőanyag tökéletes elégetéséhez szükséges levegő mennyiséget jelöli, míg q_T a tüzelőanyag és a levegő tömegáramainak hányadosa.

A képletben szereplő konstansok értékei a következők:

a ₀ = -293,3678	a ₁ = 1097,97	a ₂ = -184,812
a ₃ = 417,1935	a ₄ = -233,2832	a ₅ = 46,34816
b ₀ = -279,3845	b ₁ = 1066,107	b ₂ = -257,1421
b ₃ = 427,4263	b ₄ = -228,0005	b ₅ = 43,87954

A gázállandó:

$$R = \frac{R_{lev} \cdot (1 - q_T \cdot L_0) + q_T \cdot (L_0 + 1) \cdot R_{\alpha=1}}{1 + q_T} \quad (5)$$

ahol: R_{lev}=287 J/kgK és R_{α=1}=290,1 J/kgK.

A T₁ és T₂ hőmérsékletek közötti közepes fajhők és az adiabatikus kitevő:

$$c_{pT_1} / T_2 = \frac{i(T_2) - i(T_1)}{T_2 - T_1} \quad (6)$$

$$c_{vT_1} / T_2 = c_{pT_1} / T_2 - R \quad (7)$$

$$\kappa_{T_1} / T_2 = \frac{c_{pT_1} / T_2}{c_{vT_1} / T_2} \quad (8)$$

Az így számolt fajhők és adiabatikus kitevő tehát pontosabb számítást tesz lehetővé.

— A turbina előtti hőmérséklet mérésének pontossága nem megfelelő, ezért ezt a paramétert számítani kell az égéster energia-egyenletéből. Az égéster egyenlete szerint [4]:

$$q_T = \frac{c_p T_3^* - c_p T_2^*}{H_a \cdot \eta_e - i T_3^* + c_p T_2^*} \quad (9)$$

ahol: T₃^{*} — a turbina utáni hőmérséklet,
T₂^{*} — a kompresszor utáni hőmérséklet;
H_a — a tüzelőanyag alsó fűtőértéke (H_a=42800 kJ/kg);
η_e — az égőtér hatásfoka;
iT₃^{*} — az Iljicsov-féle függvényérték.

A kifejezést átrendezve, a T_3^* értékét meghatározva:

$$T_3^* = \frac{-BJ + \sqrt{BJ^2 - 4 \cdot AC \cdot BI}}{2 \cdot AC} \quad (10)$$

ahol:

$$BJ = 1,07626 + 1,823 \cdot q_T$$

$$BI = -71,972 - 168,206 \cdot q_T - BH$$

$$BH = H_a \cdot \eta_e \cdot q_T + c_p T_2^* (1 + q_T)$$

$$c_p T_2^* = 18,107 + 0,912577 \cdot T_2^* + 1,151786 \cdot 10^{-4} \cdot T_2^{*2}$$

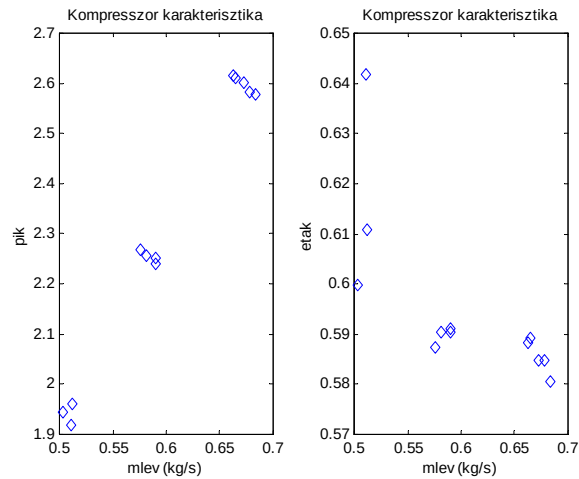
$$AC = 4,05714 \cdot 10^{-5} + 6,568 \cdot 10^{-6} \cdot q_T$$

Így a hiányzó T_3^* turbina előtti hőmérséklet meghatározható, kiszámítható.

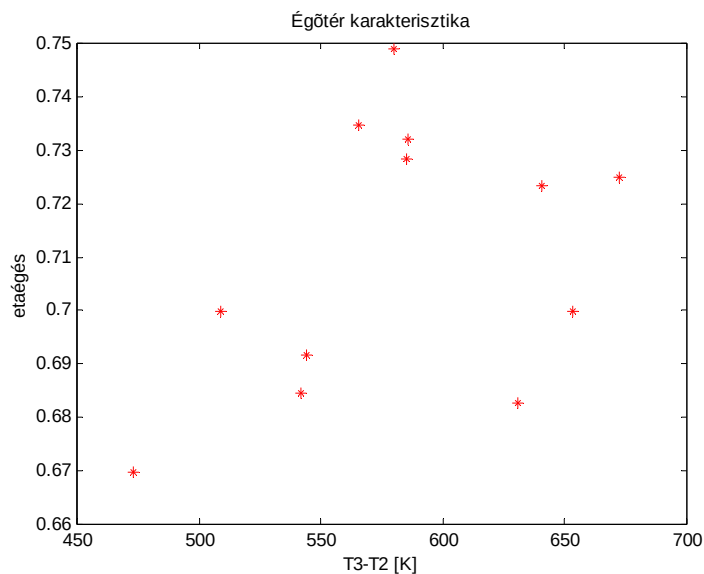
A KARAKTERISZTIKÁK

A mérések során statikus munkapontok paramétereit mértük. A mérések eredményeinek feldolgozása MatLab 5. 3 szoftver segítségével történt.

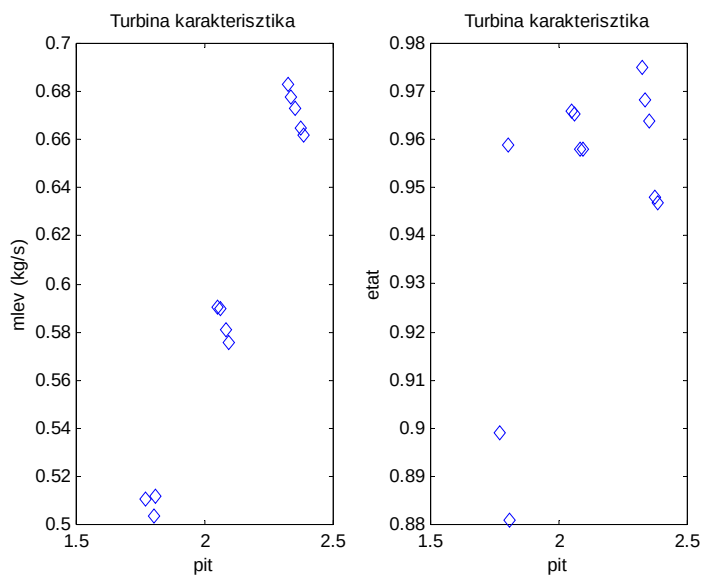
— A kompresszor karakterisztika [3]. A kompresszor karakterisztikája a gázturbinán átfolyó levegő tömegáramának függvényében ábrázolja a kompresszor nyomásviszonyát és a kompresszor izentrópikus hatásfokát.



— Az égőtér karakterisztikája [3]. Az égőtér karakterisztikája az égőtérben történő felmelegedés függvényében az égés hatásfokát ábrázolja.



— A turbina karakterisztika [3]. A turbina karakterisztikája a turbina nyomásviszonyának függvényében a gázturbinán átfolyó levegő tömegáramát és a turbina izentrópikus hatásfokát ábrázolja.



ÉRTÉKELÉS, ÖSSZEFOGLALÁS

A karakterisztikákon az áttekinthetőség érdekében csak 3 fordulatszám érték lett ábrázolva ($n=40\,000, 45\,000, 50\,000$ 1/min.).

A kompresszor és a turbina karakterisztika formailag megfelel az elméleti karakterisztikáknak, a mérési eredmények tehát jól közelítik várakozásainkat. Két jelentős eltérés mutatkozik:

- Az égéstér karakterisztikáján látható, hogy a munkaponti értékek igen nagy szórást mutatnak, és az égéstér hatásfoka rendkívül alacsony (általában ez az érték $0,95-0,99$ szokott lenni).
- A turbina hatásfoka viszont nagyon nagy, bizonyos munkapontokban eléri, ill. meghaladja $0,95$ -öt. Mivel a turbina centrifugális, ezért ennek hatásfoka legfeljebb $0,8$ a vonatkozó irodalom szerint.

Az időközben elvégzett ellenőrző mérések szerint a problémát az egyik nyomásmérő okozza, mégpedig a mérőperemen létrejövő nyomásesés értékével van gond. Az ismételt mérések és számítások után a közeljövőben javítják meg, ill. cserélik ki a nyomásérzékelőt. Várható, hogy az új méréssorozat már minden szempontból elfogadható eredményt ad.

A karakterisztikák leírják a gázturbina működésének teljes tartományát, Ezzel lehetőség nyílik, hogy a karakterisztikák egyenletekkel történő felírása után a matematikai modellt átalakítsuk egy, a szabályozástechnikában használatos formába, az állapotteres reprezentációba. Az állapotteres reprezentáció pedig már alkalmas forma a szabályozó rendszer megtervezéséhez.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DEUTZ Gas Turbine T216 típusleírás
- [2] ENERGOTEST: Gázturbina-próbapad kezelési utasítás
- [3] DR. PÁSZTOR ENDRE: Repülőgép-hajtóművek elmélete I., Előadásvázlatok, 1996.
- [4] DR. PÁSZTOR ENDRE, DR. LÉVAI ZOLTÁN, DR. SANTA IMRE: Diagnosztikai elemzések I., Tanulmány 1982.
- [5] DR. SANTA IMRE: Segédlet gázturbinás repülőgép hajtómű évfolyamterv készítéséhez, Budapest, 2000.

*GÁZTURBINA-EGYSÉGEK KARAKTERISZTIKÁJA, A GÁZTURBINA
MATEMATIKAI MODELLJE*

In this paper a gas turbine - test stand will be presented, which is used in the Budapest University of Technology and Economics Department of Aircraft and Ships. Its measuring system is able to:

- measure the dynamic pressure and temperature in the characteristic points of the gas turbine cycle;*
- measure the dynamic parameters (number of revolution, moment of load);*
- determine the specific consumption.*

After the elaboration of the measured values the result will be the characteristics of the gas turbine – units. With these characteristics the mathematical model of the gas turbine can be prepared.

Later the linearization of this mathematical model will be needed; this linearized model will be the model of the object of the control system and with the modern control theory special controllers can be designed, and investigated.

AKTÍV SZÉN REGENERÁLÁSA MIKROHULLÁMÚ TÉRBE

**Szilágyi Mihály mérnök alezredes
tanársegéd
Magyar Honvédség
Szolnoki Katonai Középiskola és Kollégium**

Mottó: "Az ördög, mindig a részletekben van elrejtve!"

A mikrohullámú készülékek ipari alkalmazása még ma is nagyon szűk körű, pedig ez az elektromos energia átalakító berendezés igen jó hatékonysággal (70% feletti) dolgozik. A szűk körű alkalmazás a folyamat nehezen automatizálhatóságára vezethető vissza. A cikkünkben ezzel a problémával szeretnénk foglalkozni.

BEVEZETÉS

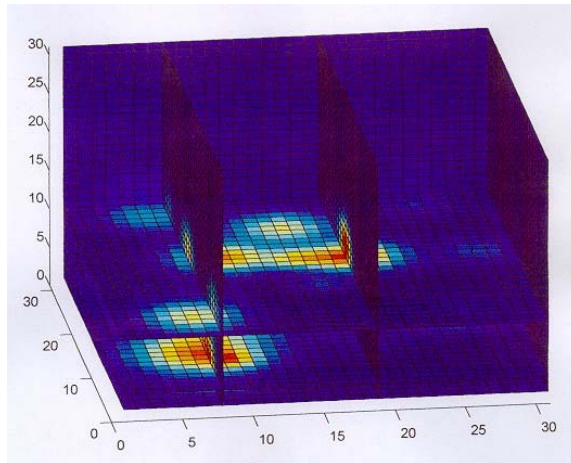
A mikrohullámú készülékek, mint elektromos gépek az iparban szűk területen találhatók meg jelenleg. Az elterjedésük nagy korlátja az, hogy a mikrohullámú térben lejátszódó folyamat nehezen mérhető, továbbá nehezen található olyan korrekt jel, ami a folyamat szabályozásához alapjelként felhasználható lenne.[1] Ez idáig az idő szerinti vezérlést alkalmazták, ez nem igazán korrekt, hiszen a be- és kikapcsolások közötti időben a besugárzott térben bármi lejátszódhat. Problémát okoz az is, hogy a besugárzott térben a mikrohullámú energia nem egyenletes, hideg és meleg pontok alakulnak ki (1. ábra) [2].

A mikrohullám nem termikus hatásai még nincsenek felkutatva. Nem bizonyított a "sugárnyomás", nem ismerjük a mikrohullám hatását az élő organizmusokra, élelmiszerekre. Ez utóbbiról több tudományos cikk jelent meg. A cikk írói egy feladatot vállaltak fel, egy a gyakorlatban ez idáig nem létező — működőképes — mikrohullámú készülék megtervezését, megépítését.

Szolnok város és környékének az ivóvíz ellátása csak a Tiszából kivett felszíni folyóvízre épül. A gyakori vízszennyeződés megköveteli a többlépcsős víztisztítást. Ebből az egyik vegyi, amelyik aktív szénen alapszik. Az aktív szén mennyisége 40 tonna. Az aktív szén elhasználódása körülbelül 2 év.

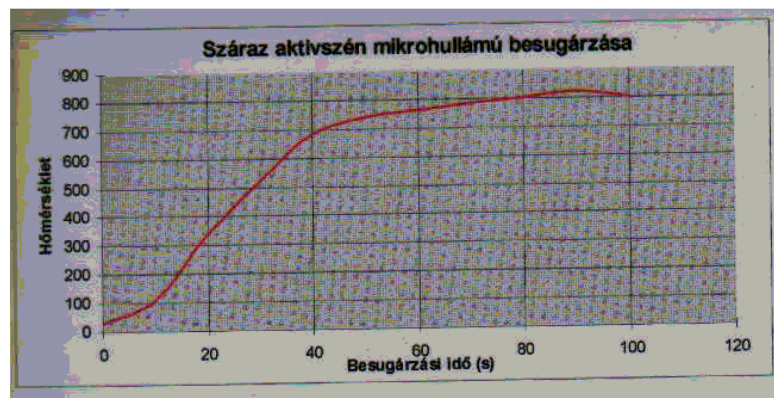
A jelenlegi technológia szerint az elhasználódott aktív szén mennyiséget külföldről hozzák, és oda viszik vissza regenerálásra, ez jelentős költsége a Vízműnek.

1. ábra

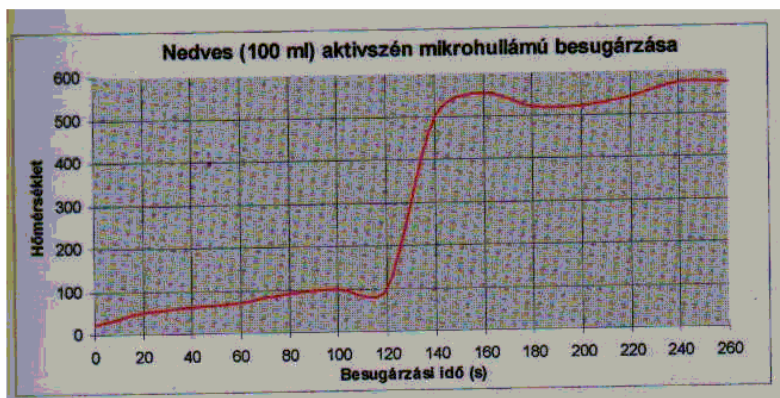


A feladat tehát az, hogy az elhasználódott aktív szenet itt helyben regeneráljuk, és jelentős költségmegtakarítást, esetleg bevételt érjünk el.

Az általunk javasolt megoldás lényege [3] a következő (2. és 3. ábra). A mikrohullám — már ismert — termikus hatásának kihasználásával az aktív szenet több lépcsőben felhevítjük körülbelül 600°C-ra.



2. ábra



3. ábra

A hevítés hatására az élő organizmusok bizonyítottan elpusztulnak, ezzel tehát tovább már nem kell foglalkoznunk. Az aktív szén azonban tartalmaz kémiai szennyező anyagokat is, mint például ólom, réz, klór, stb. Ezeknek az anyagoknak az eltávolítására a felhevült szenet át kell mosatni forró, túlhevített vízgőzzel. Az oldott állapotban lévő szennyeződések ezen a hőmérsékleten gőz halmazállapotban vannak, és így a szén felületéről eltávolíthatók.

A folyamatban nem ismert a mikrohullám egyéb nem termikus hatása. Véleményünk szerint ez alacsonyabb hőmérsékleten és jobb hatásfokkal távolítja el a szennyeződések, illetőleg pusztítja el az élő organizmusokat.

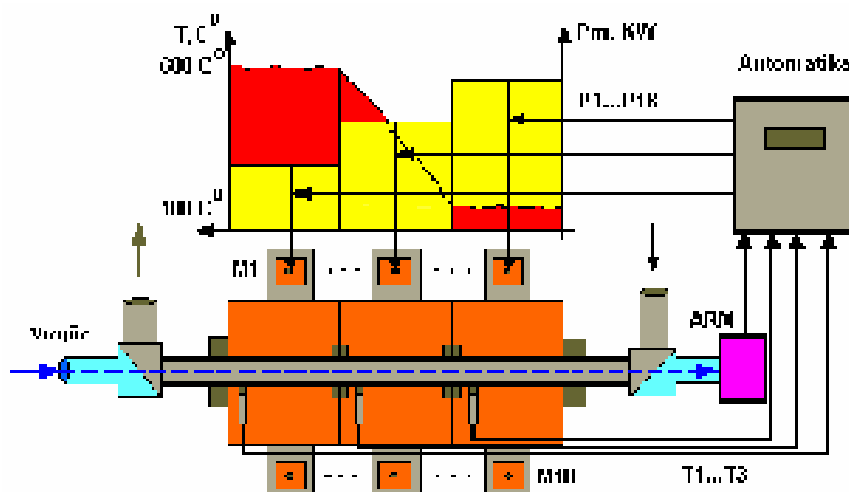
Milyen is legyen a berendezés?

Mindenképpen átfolyó rendszerű egyenletes tömegáramot kell biztosítani. A felmelegítést legalább három lépcsőben kell végrehajtani, a „lépcsők” egymástól jól, hullámcsapdával elkülönítettek.

Legyen automatikus, a folyamatba ne legyen szükség emberi beavatkozásra, csak felügyeletre. A mikrohullámú térben lejátszódó folyamatok jól nyomon követhetők legyenek. A folyamat olcsó és jó hatásfokú legyen, a gép feleljen meg az érintésvédelmi és környezetvédelmi előírásoknak. A mottó itt lesz érdekes. A felvázolt cél- és követelményrendszert hogyan lehet teljesíteni? (4. ábra)

Az átfolyó rendszer lehetne szállítószalag, amelyre a ráfolyó aktív szén mennyisége, és a szalag haladási sebessége szabályozható. De miből legyen a szalag? A nagy teherbírás mellett a magas hőmérsékletnek ellen kell állnia, a mikrohullámú teret nem zavarhatja, és a mikrohullámokat a legkisebb mértékben nyelje el. A szalagot a hevítők belsejében nem lehet görgőkkel alátámasztani,

csak a kamrák között. A szalag be- illetve kilépésekor a mikrohullámnak nem szabad kilépni, ugyanakkor a vízgőznek be- és ki kell áramolnia. Az egész rendszernek hőszigeteltnek kell lennie, és illetőleg a vizet gőz halmazállapotból át kell alakítani folyékony halmazállapotúvá.



4. ábra

A szalagos rendszer a hengeres rezonátorok miatt nem alkalmazható, mert a magnetronok becsatolása nem lehetséges, azaz a hengerszimmetrikus tér nem alakítható ki.

Másik megoldás lehet egy ferde, cső alakú hevítő. A felső végén, csigás-adagoló szerkezettel. A cső alsó végén történne a gőz befűvése. Ez több szempontból előnyös. A töltőcsiga fordulatszáma jól mérhető, szintén úgy a gőz nyomása. A két paraméterből jól számítható a tömegáram, és ha szükséges, egyszerű a beavatkozás. A két paraméter alapján könnyű és egyszerű szabályozási program létesíthető. A gőz be- illetve kiáramlása, és a mikrohullám bezárása a hevítő térbe itt is megoldandó probléma marad. A ferde cső alakú hevítőben a széngranulátum a szembe áramoltatott gőz hatására lebegne, és így a gőz tisztítómosó hatása maradéktalanul érvényesülhet. További probléma az, hogy a töltő-adagolóban a széngranulátumok mennyire sérülnek meg.

Egy további harmadik megoldás lehet a függőleges tengelyű, cső alakú hevítő. A felső vége egy zsákos adagoló szerkezethez csatlakozik, tehát a befolyó széngranulátum mennyisége mérhető. Az alsó csővéghez a gőzbetáplálás és a forgólapátos kiadagoló szerkezet csatlakozik. A cső alakú hevítő így biztosan mindig tele van széngranulátummal és a szén negatív hőfoktényezője maximálisan érvényesül. A gőz befűvés szabályozásával a széngranulátumok lebegő álla-

pota a szükséges mértékre beállítható. A folyamat szabályozásához jól mérhető alapjelek, (hevítő hőmérséklet, tömegáram, gőznyomás, gőzmennyiség) állnak rendelkezésre. A folyamat irányítása közben egyszerű és biztonságos a beavatkozás.

A berendezés kialakítását két lépcsőben szándékozunk megvalósítani. Az elsőben egy kis méretű, 3 kW teljesítményű kísérleti berendezést, ezzel igazolni kell a regenerálódás mértékét, a folyamat gazdaságosságát. A következőben — megfelelő eredmények után — az ipari méretű gép megépítése a feladatunk.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. LUDÁNYI Lajos: A mikrohullámú szárítás hő- és nedvességmérési problémái 3. Magyar Szárítási szimpózium, Nyíregyháza, 1999. pp. 10–16
- [2] Assist. Prof. L. Ludanyi — Assoc. Prof. R. Szabolcsi: The 3D visualization of the electromagnetic field of the microwave cavities BAM–1635/99 (LXXXIX).
- [3] Dr. LUDÁNYI Lajos: Mikrohullámú üregrezonátorok elektromágneses térindikálása Kutatási jelentés, Szolnok, 1998.

A STEALTH TECHNOLÓGIA HATÁSA A XXI. SZÁZAD KATONAI REPÜLŐESZKÖZEINEK ALKALMAZHATÓSÁGÁRA

Keszthelyi Gyula mk. ezredes
MH Logisztikai főigazgató helyettes
Dr. Óvári Gyula mk. alezredes, egyetemi docens
ZMNE, BJKMFK, Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék

A XXI. század katonai repülőeszközeinek létrehozásánál meghatározó konstrukciós elv a stealth (lopakodó) technológia alkalmazása. Ennek eredményeként átalakul a fegyveres küzdelem tartalma, formája, várható eredményessége. A néhány év múlva repülő fegyverzetváltás előtt álló Magyar Honvédségnek e tény — a felelős döntés-előkészítés és beszerzés során — nem célszerű figyelmen kívül hagynia, amennyiben a kor színvonalának megfelelő honvédelemre és egyenrangú partner-kapcsolatra törekszik.

BEVEZETŐ

A XXI. század várható háborús tevékenységének formáira és eszközeire vonatkozó kutatások az *alacsony felderíthetőségű (lopakodó = STEALTH) légi járművek* és a *precíziós fegyverek* alkalmazásának túlsúlyát prognosztizálják. A előrejelzések helyességét az Öböl- és Balkáni háborúk tapasztalatai, trendjei egyértelműen igazolják. A megsemmisítő eszközök találati pontossága, pusztító ereje ugyanis olyan mértékben megnövekedett, hogy az ellenük való hatékony védelemre — legalább is repülőeszközök esetében — kevésnek bizonyultak az eddig alkalmazott passzív és aktív módszerek (páncélozás, rendszerek dublázása, dipól- és infracsapda alkalmazása, rádió-elektronikai zavarás stb.). Megnyugtató védelmet csak a megsemmisítési folyamat — *felderítés, észlelés → azonosítás → célzás → fegyver működtetés (rávezetés) → találat* — elemeiből már az első(k) konstrukciós kiküszöbölése jelentheti.

Az elmúlt évtizedek tudományos- technikai fejlődése lehetővé tette a felderítést, észlelést a hagyományos vizuális és auditív módszerek mellett lokátorok, lézerek, hőpelengátorok stb. segítségével. Ennek következményeként szükségessé vált a *felderítést, észlelést kizáró új módszerek* kutatása, e tevékenység tudományos igényű komplex vizsgálata. Ennek eredménye, a Stealth technológia megjelenése, melynek

elterjedése, alkalmazása gyökeresen megváltoztatja a harctevékenység formáját, tartalmát, eszközeit, vezetésének lehetőségeit, biztonságpolitikai értelemben a *támadó fegyverek dominanciájához vezet*.

A hozzáférhető hézagos információk ellenére is biztosan megállapítható, hogy a *STEALTH technológia* nem egyetlen csodamódszer vagy anyag felhasználását jelenti, hanem azon *elméletek, műszaki megoldások és anyagok komplex gyakorlati alkalmazását*, amelyek segítségével a légi jármű a repülési *magasságtól és sebességtől függetlenül teljesen*, vagy döntő részben *rejtve marad valamennyi felderítő eszközzel szemben az észlelhetőség teljes spektrumában*.

A STEALTH-TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA

Ismert, hogy a hagyományos repülőeszközökről széles frekvencia-tartományban nyerhető felderítésre alkalmas információ, melyek közül:

- sárkány és hajtómű tükröző felületeiről visszavert fény- és rádióhullámok;
- a fedélzeti berendezések által kibocsátott elektromos, elektromágneses jelek, a hajtómű hő- és hang jelenségei, a kondenzcsík, áramlási turbulenciák alkalmasak leginkább detektálásra.

Ezeket célszerű rangsorolni a felderítés és a megsemmisítő fegyverrendszerek vezérlésére szolgáló eszközök működési elve, hatékonysága, hatótávolsága stb. alapján. E szerint a *lokátor* és a *hőpelengátor* jelenti a legnagyobb veszélyt felderítő-, illetve megsemmisítő eszköz (vezérlő) elemeként, így a védelem konstrukciós biztosításánál is ezekre kell a legnagyobb figyelmet fordítani [5].

Ebből adódóan a STEALTH-technológiával épült légijárműveknél:

- nagymértékben csökkenteni szükséges a sárkány és a hajtómű lokátor-hullámokat visszaverő felületeit olyan formai kialakítás, illetve szerkezeti anyagok, berendezések felhasználásával, amelyek visszatükrözési tulajdonságai gyengék, és az őket érő lokátor-hullámok teljes vagy döntő részét elnyelik;
- a repülőgép és rendszerei által kibocsátott hő, elektromos, mágneses, fény, hang stb. kisugárzásokat meg kell szüntetni (vagy gyengíteni!).

A fenti elveknek megfelelő STEALTH építési mód néhány ismertté vált megoldása az alábbiakban foglalható össze.

A SÁRKÁNY VISSZATÜKRÖZŐ FELÜLETEI NAGYSÁGÁNAK ÉS VISSZAVERŐ KÉPESSÉGÉNEK CSÖKKENTÉSE HAGYOMÁNYOS SZERKEZETI ANYAGOK ALKALMAZÁSÁVAL

A különböző méretű és szerkezeti kialakítású repülőgépek rádiólokációs felderíthetőségének elemzése nyomán kiderült, hogy a legerősebb jelek a sárkány nagy összefüggő sík fémfelületeiről (szárny, vezérsíkok, törzs, szívócsatornák külső és belső falai, a hajtómű kompresszorának első fokozata stb.), valamint a külső függesztményekről, főként oldalirányba verődnek vissza. A felderíthetőség a *céltárgy hatásos visszatükröző keresztmetszetétől* függ. (A dB-ben megadott reflektált jel nagysága arányos a hatásos keresztmetszettel, amely egyebek között függ még a céltárgy geometriai méreteitől, valamint ezek arányától az alkalmazott elektromágneses hullámok hosszához képest, a hullámok polarizációs síkjától, a gép felületi egyenetlenségeitől, a megvilágítás irányától stb.).

A repülőgépről visszaverődő rádióhullámok intenzitása nagymértékben csökkenthető, ha a sárkány külső felületét olyan ívelt és/vagy egymással szöget bezáró síklapból alakítják ki (ld. F—117!), melyek a rájuk eső lokátor sugarakat a tér minden irányába (de döntően a világűr felé!) szétszórják. A hagyományosan külső függesztményeket (rakéták, póttartályok) a sárkányon belül helyezik el, a hajtómű szívócsatorna belépő-keresztmetszetét — lehetőleg — a törzs felső részén alakítják ki (bár ez a szívócsatorna és a hajtómű hatásfokát is csökkenti!).

Azoknál a konstrukciónál, amelyeknél nem lehet eltekinteni a szívócsatorna, hajtómű vagy külső függesztmények törzsön, szármányon kívüli elhelyezésétől, körültekintő meghatározást igényel a sárkány-elemek olyan optimális elrendezése, amelyekkel a gépet érő hullámok legnagyobb mértékű belső áttükrözése biztosítható. A visszatükrözési tulajdonságok tovább gyengülnek, amennyiben a rádióhullámokat átbocsátó áramvonalas borítólemezek alatt a sárkány fém teherviselő elemeinek (pl. bordák) kialakításánál is belső áttükrözést biztosító felületeket képeznek ki.

A SÁRKÁNY VISSZATÜKRÖZŐ KÉPESSÉGÉNEK MEGSZÜNTETÉSE (GYENGÍTÉSE) SPECIÁLIS ESZKÖZÖK, ANYAGOK ÉS BEVONATOK ALKALMAZÁSÁVAL

A korszerű rádiólokátorok általában széles frekvenciatartományban üzemelnek, így a repülőgép szerkezeti elemeit, illetve az alkalmazott speciális anyagokat az

ehhez tartozó sugárzás elnyelésére kell optimalizálni. A lokátor-technika fejlődése és az üzemi frekvenciatartomány kiszélesedése is szükségessé teszi az elnyelési tartomány kiszélesítését, ennek eredményeként az utóbbi években gyors fejlődésnek indult a rádióhullámokat elnyelő anyagok gyártási technológiája.[6]

A repülőgép rádiólokátor hullámokat átbocsátó-, illetve a kompozitok visszatükröző képessége anyaguk fizikai jellemzőitől, mindenekelőtt a *dielektromos permittivitásuktól* (ϵ) és *mágneses permeabilitásuktól* (μ), valamint az elektromos karakterisztikáiktól függ (utóbbihoz értve az R-L hullámok elhajlási szögét is). További fontos jellemzők a dielektromos állandó és a *veszteség szögének tangense* ($\tan \delta$), amely az alkalmazott kompozit szálának és mátrixának anyagától függ. A mágneses kompozitok elnyelő-képességét a mágneses hiszterézis fajtája határozza meg.

Ennek megfelelően az *R-L hullámokat elnyelő anyagok* kétfélek, *dielektromosak* és *mágnesesek* lehetnek. A dielektromos és mágneses sajátosságai, vastagságuk, veszteségeik, impedanciájuk, belső optikai tulajdonságaik szabályozásával optimalizálható a rádióhullám elnyelő képesség egy, több, vagy a teljes frekvenciatartományban. (A jel teljesítményének 99 %-a elnyelődik, visszatükrözési együtthatója 20 dB.)

A *rezonáns-elnyelők* szendvics szerkezetében a visszatükröző felülettől a beeső hullámhossz egynegyedének ($\lambda/4$) megfelelő távolságra vékony ellenállásréteget (ekránt) helyeznek el, amely felületi ellenállásának impedanciája megközelelti a külső tér impedanciáját, ezáltal minimális lesz az elektromágneses anyagról a visszaverődés. Az ekránt érő sugárzás egy része közvetlenül visszaverődik (R), további része a felületen megtörve a fémrétegről tükröződik vissza. Mivel az ekrán és a fémfelület távolsága $\lambda/4$, az utóbbi hullám 180°-os fáziskésésbe kerül az R hullámhoz képest, interferálnak és kioltják egymást.

A *raszteres sugárzáselnyelő* (PD) olyan többrétegű dielektromos bevonat, amit fémek vagy szilícium (fémkerámia) gőzeinek kicsapódásával állítanak elő. Felületére a rádiólokációs sugarakat gyengítő, négyzethálós mintázatot maratnak, amelyek a hullámhossztól függően egy-, vagy több frekvenciát visszavernek, míg a többit átbocsátják.

Fizikai-kémiai elven működő *sugárzást elnyelő anyag*, ún. *ATRSBS-bevonat* (Anion Transverse Reduction of Salt on Base Schiff) is. A Schiff-bázisú sók csoportjába tartozó, bonyolult vegyület szénláncához ún. perklorát ionok kapcsolódnak. A három oxigén és egy klóratomból felépülő ionok elektrosztatikus kötése annyira labilis, hogy akár már egyetlen fénnyfoton becsapódásának hatására is felbomlik csekély mennyiségű hőenergia felszabadulása közben és terjed szét, majd a perklorát ion visszakapcsolódik a szénláncához. A fény adszorbeálódása és a visszarendeződés a másodperc tört része alatt tetszőleges gyakorisággal, reverzibilisen, végbemehet.

A szárny éles belépőéle és a kilépőél között több millió volt feszültségkülönbségű elektrosztatikus mezőt létesítve számottevően kisebb a hatásos visszatükröző felület, miközben az ionizált levegőben megszűnik, illetve lecsökken a lökeshullámok intenzitása, ezáltal kisebb a légellenállás és így szükséges hajtómű teljesítmény is [8].

A REPÜLŐGÉP SAJÁT KISUGÁRZÁSAINAK CSÖKKENTÉSE

A repülőgép *hőkisugárzását* alapvetően az üzemelő forró hajtómű és annak fűvócsőve, valamint a belőle távozó gázok okozzák, mely a hozzájuk vezetett, illetve kevert környezeti hűtőlevegővel csökkenthető leghatékonyabban. A felderíthető hőkisugárzás csökkentésének további, az előzővel kombinálva is alkalmazható módszerei:

- a törzs felső részén, lehetőleg a függőleges vezérsíkok között elhelyezett, szabályozható keresztmetszetű fűvócső és hőcserélő pajzs (rács) beépítése;
- hangsebesség feletti repüléshez is utánégetés nélküli hajtómű-üzemmód alkalmazása.

A hajtóműből távozó gázokba klór-fluor szulfonsav adagolásával a kondenzcsík képződés megelőzhető, így a *vizuális észlelhetőség* csökken. (E módszer hátránya, hogy a sav erőteljesen korrodáló hatása és a kiáramló gázok ultraviola tartományban változatlanul észlelhetők).

A repülőeszközök valamennyi *bekapcsolt elektromos berendezése* működés közben mérhetően *kisugároz*. Kedvezőtlen, hogy többségüket harctevékenységek közben, az ellenség aktív felderítésének idején kell üzembe helyezni. Ezenkívül a rádió és lokációs berendezések antennái kikapcsolva is jelentős sugárzásmennyiséget képesek visszaverni. E berendezések felderíthetőségének csökkentésére (megszüntetésére) az alábbi főbb módszerek kínálkoznak:

- a jelenleg használatos berendezések cseréje kisebb kisugárzásúra, vagy más elven működőre (pl. Doppler-elven működő helyett lézer);
- a kisugárzást végző berendezések lehető legrövidebb idejű, legalacsonyabb energiaszintű működtetése és kisugárzását át nem bocsátó konténerbe történő elhelyezése a sárkányon belül;
- többségében passzív (vevő üzemi) navigációs, rávezető és parancsadó rendszerek használata;
- műholdas és asztronavigációs rendszerek alkalmazása;
- a rádió és lokátor antennák törzsbe történő bevonása vagy a földfelszínnel ellentétes irányba fordítása üzemen kívüli, esetleg rádióhullámot elnyelő, mozgatható zsaluzat mögé történő beépítése.

A STEALTH technológiával épült gépek felderíthetősége csak a felsorolt megoldások célszerű kombinációjának következményeként is több nagyságrenddel csökkenthető. Például 100 m²-nek véve hagyományos építésű B—52-es bombázó hatásos visszatükröző felületét, a STEALTH követelmények szerint kialakított B—1B-é ennek már kevesebb, mint 1/100-a, a B—2-é 1/1000-e, az F—117A-é pedig nem éri el az 1/10 000-et.

A STEALTH REPÜLŐESZKÖZÖK FELDERÍTÉSÉNEK, ALKALMAZÁSÁNAK ÉS MEGSEMMISÍTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

A lopakodó repülőeszközök felderítés elleni védelmét döntően földi telepítésű lokátorokkal szemben optimalizálták. Ennek eredményeként egy hagyományos frekvencia tartományban üzemelő lokátor, amely a vadászipülőgép típusú célt 350 km-es távolságról képes észlelni, a B—2 megjelenését 50 km-nél kisebb távolságról jelzi, ami alig több mint három perces hátralévő repülési időt (illetve helyzetértékelést, ellentevékenységet!) jelent. Figyelembe véve, hogy az ún. "radargyilkos" AGM—88 (HARM), vagy az AGM—45 (Shrike) L-F rakéták a lokátor állomásoktól 16, illetve 29–40 km távolságról, M>2-vel indíthatók, az 50 km-es távolság és hárompercnyi rendelkezésre álló idő is inkább csak hipotetikus adatnak tekinthető.

A jelenlegi és eljövendő *lopakodók elleni védelmet* a további mérhető jelek keresése, a hagyományos mérési módszerek mérési intervallumának kiszélesítése, új detektálási eljárások kimunkálása biztosíthatja. Belátható, hogy a Stealth harceszközök alkalmazása, illetve az ellenük való hatékony harceljárások kimunkálása a jövő harctevékenységének eredményességét alapvetően befolyásolják..

A FELDERÍTÉS ESZKÖZEI

A hagyományos lokátorok felderítési hatékonysága (távolsága) teljesítményük 2–3 szorosára és antennaméreteik növelésével, jelfeldolgozó-képességük és iránykarakterisztikájuk javításával fokozható. Repülőgép fedélzeten telepített, fázisvezérelt rácsantennák esetében a méretnövelés lehetőségei korlátozottak (a szárny belépőél és/vagy a törzs oldala mentén), ezért legjobb esetben is csak 60–70%-os felderítési távolság növekedést (+10 dB) eredményezhet. Így e módszer inkább a földi telepítésű állomásoknál és az AWACS rendszernél realizálható.

Utóbbi a felülről történő "rálátás" és saját térbeli helyzetének változtathatósága miatt további 10–13 dB-es jelnövekedést képes elérni. A bejövő jeleket keskeny sávokra bontva, nagy műveleti sebességű számítógép digitális szűrőin keresztül dolgozzák fel.

A felderítési távolság hagyományos módszerrel történő növelésének másik lehetősége a *horizonton túli rádiólokátorok* bejövő jeleinek felerősítése. Kedvezőtlen, hogy ez az eljárás alacsony felbontóképességű és zavarvédetségű, időjárás függő, nem tesz lehetővé pontos helymeghatározást, valamint nem megoldott a céltárgy átadása más működési elvű közel-felderítő lokátornak.

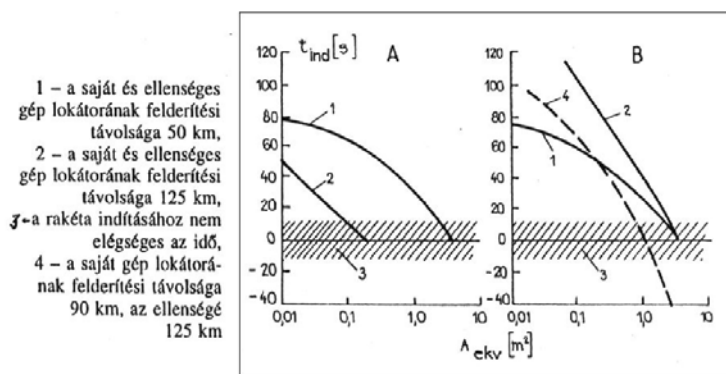
Mivel a Stealth technológiát döntően a jelenleg alkalmazott, földi telepítésű lokátorok üzemi frekvenciatartománya ellen fejlesztették ki, azok szokásos üzemi mérés tartományának kiterjesztésével (1–20 GHz-ig) növelhető a Stealth repülőeszközök felderíthetőségének távolsága. A repülőgépekről 30 MHz és 10 GHz-es frekvencia közelében nyerhetők a legjobb felderítési adatok. 30 MHz közelében a sárkány egyes geometriai méretei (pl. 0,75–10 m, szárny-, stabilizátor kilépőél, stb.) a lokátor rezonancia frekvenciájának megfelelő hosszúságú visszatükröző elemet alkotnak, ami nagymértékben növeli a jelvisszaverődést. Ilyenkor a sárkányelemek éles csatlakozásai nem befolyásolják a visszatükröző képességet. Amennyiben a lokátor kisugárzási frekvenciája meghaladja a 10 GHz-et a sárkány éles, szögletes csatlakozó elemeinek, valamint felületi egyenetlenségeinek visszatükröző képessége növekszik rohamosan, hasonló ok miatt. Számítások szerint a *lopakodó repülőgépek felderíthetősége* 1-2 GHz tartományban 1,75-szerese a 2–4 GHz-nél elérhetőnek és 2,2-szerese a 4–8 GHz intervallumban mérhetőnek. Így valószínűsíthető a méteres és deciméteres lokátorok újjászületése. A felderítés ez a formája a repülőgép „konstrukciós-oldaláról” nehezen hárítható el, mivel például a szűk hullámsávban (300 MHz körül) 99%-os védelmet biztosító ferrit alapú, súlyos *ecosorb*-ból 5–6 mm vastagságú réteget kell a sárkányra felvinni, míg a könnyebb fenoplasztból, az 1 GHz-es besugárzás „semlegesítésére” 300 mm-es védőrétegre lenne szükség.

A *perspektivikus felderítő lokátorok* várhatóan széles frekvencia tartományban pásztázva, térben tagoltan telepítve, nem szinuszos jeleket kibocsátva működnek. A pásztázás 0,5–10 GHz tartományban, 0,1–1 ms időközönként, Δ 0,15–0,015 m-es hullámhossz intervallumokban történik. Az eddig alkalmazott bevonatok a nem szinuszos jeleket csak alacsony hatásfokkal képesek elnyelni, gyengíteni. A közvetlen besugárzás által generált felharmonikus jelek detektálására és feldolgozására speciális „nonlineáris” lokátorok fejlesztése folyik. Az együttműködő lokátorok térbeli tagolásával, más felderítő eszközökkel történő összekapcsolásával (pl. infrakereső) és szinkronizált üzemével (beleértve föld- és vízfelszínt, repülőgép fedélzetet, léghajót és üreszközöket), a felderítés hatékonysága lényegesen javulhat.

A STEALTH REPÜLŐESZKÖZÖK ALKALMAZHATÓSÁGA ÉS AZ ELLENÜK FOLYTATOTT TEVÉKENYSÉG LEHETŐSÉGEI

A hatásos rádiolokációs visszaverő felület (A_{ekv}) csökkentésével csökkenthető a felderítési távolság (L_{lok}) is. Célszerű azonban megvizsgálni a hatásos rádiolokációs visszaverő felület (A_{ekv}), a lokátor felderítési és rakéták indítási távolságai, valamint az utóbbiak indításához rendelkezésre álló idő (t_{ind}) közötti összefüggéseket is (Northrop kutatások feltételezik, hogy a rakétákat 50km-es távolságról indítják és ehhez 15 mp-es előkészület szükséges).

A saját és ellenséges gépek egyaránt $M=0,9$ -el haladva szemből közelednek, az utóbbiak hatásos lokátor sugárzás visszaverő felülete $A_{ekv} = 4 \text{ m}^2$ (MIG—21/29!). (1. ábra)



1. ábra

Az 1. A. ábra 1-es görbéje alapján megállapítható, hogy a saját gép számára a legkedvezőbb a kölcsönösen 50 km-es felderítési távolság. Ez az előny rohamosan csökken a felderítési távolság növekedésekor (2-es görbe), mivel az indítás nem valósítható meg csak 50 km-es távolságon belül. Amennyiben a felderítési és az indítási távolság lényegesen növekszik, úgy kisebb visszaverő felülettel rendelkező gép kerül kedvezőbb rakétaindítási pozícióba (2. B. ábra 2-es görbe). Abban az esetben, ha az ellenség felderítési távolsága meghaladja a saját repülőgépet, úgy az utóbbinak minél kisebb rádiolokációs visszaverő felület nyújthat hatásos védelmet (4-es görbe). Gyakorlatilag $A_{ekv, saját} \leq 1 \text{ m}^2$ esetén a saját repülőgép megsemmisül.

lési valószínűsége elhanyagolható. Vagyis a jó „Stealth” tulajdonságok lényegesen javítják a harci hatékonyságot, illetve túlélőképességet.

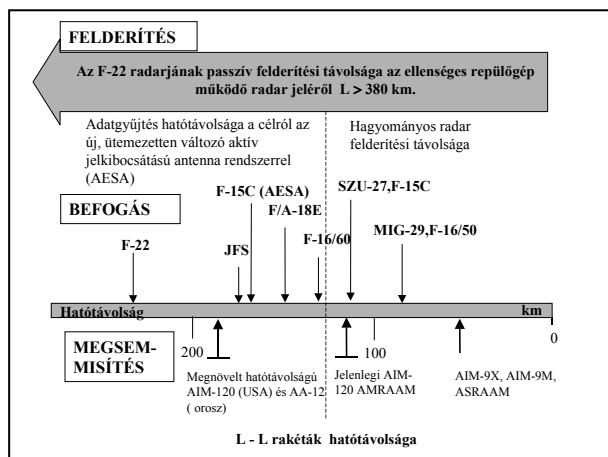
Az egyénileg kiváló manőver, felderítési és megsemmisítési jellemzők mellett a korszerű vadászgépekkel szemben meghatározó *követelmény a kötelékben vívott légi harcban való hatékony részvétel képessége*. Természetesen az ilyen légi harc kimenetelét még számos további tényező befolyásolhatja, melyek közül csak néhány fontosabb:

- a résztvevő repülőeszközök számbeli és minőségi jellemzőinek egyezése vagy eltérése;
- a támadó és oltalmazó repülőgépek harcrendjének, alkalmazott fegyverzetének, tüzelőanyag feltöltési mennyiségének és módozatának, a rávezetés módjának stb. megválasztása;
- a repülőgép-vezetők kiképzettsége és kreativitása.

Kötelékek közötti légi harcnál — adott korlátozások mellett — olyan modellek alkothatók, melyek segítségével meghatározhatók a jövő csoportos légi harcában résztvevő korszerű repülőeszközökkel szembeni elvárásokról.

Amennyiben a szemben álló feleknek különböző manőverező képességű, de azonos fegyverzetű és felderítési távolságú lokátorral felszerelt repülőgépei vannak, úgy megállapítható, hogy minél nagyobb a résztvevők száma, annál kevésbé érvényesíthető a jobb manőverező képességből adódó fölény, mivel a nagy célsűrűség miatt a fedélzeti fegyvereké a meghatározó szerep. Az előző ok miatt, ha a gyengébb manőverező képességű repülőgépekkel rendelkező fél számszerű fölénybe kerül, úgy győzelmi esélyei is lényegesen javulnak. Amennyiben a jobb manőverező képességű repülőgépek fedélzeti fegyverei vagy/és lokátorai lényegesen jobb minőségűek az ellenfélénél a számbeli fölényből adódó előny nem, vagy csak lényegesen magasabb arányok mellett érvényesíthető.

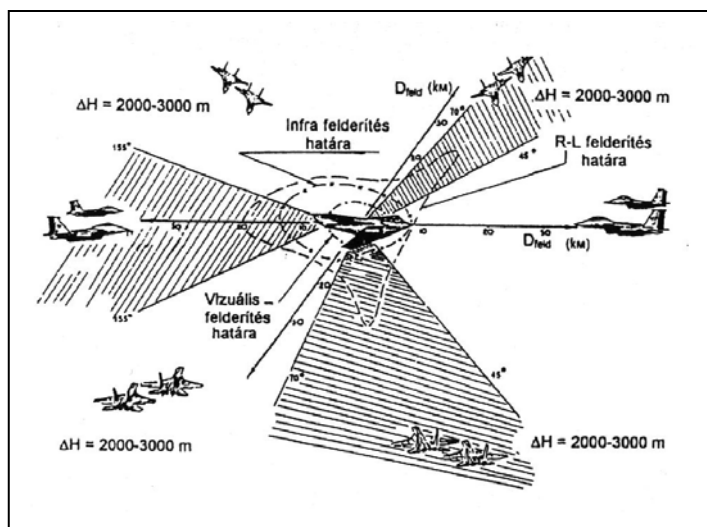
Markánsan szemléltetik ezt az F—22 és JSF radarjának lehetőségei. (2. ábra) A nagy jelfeldolgozó képességű számítógéppel összekapcsolt lokátor *passzív* és *aktív üzemmódon* is képes dolgozni. Az első esetben saját kisugárzás nélkül, több mint 380 km-es távolságról képes fogni és azonosítani az ellenség működő lokátorának jeleit, miközben maga „láthatatlan” marad. Aktív üzemmódban a hagyományosnál jóval szélesebb hullámhossz tartományban kibocsátott, rendkívül rövid időtartamú jelek, sztochasztikusan váltakozva amplitúdó és frekvencia moduláltak, miközben a jel karakterisztikák is változnak, így az ellenfél lokátorán sok különböző sugárforrásként jelentkeznek. Az azonos hullámparaméterekkel bíró jelek rövidecsége, váltakozása és a lokátorral megvalósított zavarás miatt az ellenség a mért adatai birtokában sem képes rakétát indítani.



2. ábra

Mivel a lopakodó repülőeszközök felderíthetősége hagyományos eszközökkel nem, illetve csak alacsony hatásfokkal megoldott, jelenleg még, döntően másodlagos jelek, ismérvek (azonosíthatatlan, de határozott irányba haladó „légköri zavarok” időszakosan megjelenő jelei, élénk harctevékenység körzetében az ellenséges repülőeszközök teljes hiánya, rövid ciklusú „forrás nélküli” radar jelek, stb.) nyújtanak lehetőséget a lopakodó repülőgépek (várható) tevékenységének közvetett felismerésére, esetenként a kisszámú mérhető jellel összegezve az oltalmazási tevékenység algoritmizálására [2].

A jelenleg hadrendbe állított egyetlen *Stealth vadászepülőgép* (F-117A), korszerű fedélzeti lokátorokkal, hőpelengátorokkal mérhető és vizuális felderíthetőségi határait a 2. ábra szemlélteti. Lokátor esetében e a határok is csak felülről, $\Delta H=2000-3000$ m-es optimális magasságkülönbség esetén, a gép hossz-tengelyéhez képest hátulról $\pm 35^\circ$ -os, mindkét oldalról $45^\circ-70^\circ$ -os szögtartományban igazak. A lokátorhoz képest maximum 75%-os felderítési távolságú hőpelengátor csak hátulról képes érzékelni a forró gázkiáramlást, a vizuális felderítést pedig a döntően éjszakai alkalmazás gyakorlatilag lehetetlenné teszi. (A repülőgép-vezetők számára az utóbbi esetre javasolt (pót)cselekvés, nevezetesen a "lopakodó" repülőgép Hold előtti, vagy nagyterületű égő harcmező feletti átrepülését szabad szemmel felfedezni [3], alacsony felderítési hatásfokot sejtet.). Mindezek alapján belátható, hogy külső rávezetés nélkül, még optimális őrjáratozási magasságban is meglehetősen nehéz felkutatni, de még inkább leküzdeni az elfogót fedélzeti "datalink" rendszerével már nagyságrenddel nagyobb távolságról érzékelő, szükség szerint aktív manőverezést, zavarást folytató, vagy L-L rakétát indító – Stealth típusú célt.



3. ábra

Eredményes felderítésre és elfogásra csak az oltalmazandó sáv, magasság és mélység szerint tagolt teljes lokációs lefedése esetén van esély. A feladat megoldásához szükséges repülőgépek száma a sáv szélesség és az adott típus lokátora által "lefedhető" terület nagyságának ismeretében határozható meg. Az elfogást nehezíti, hogy az információs előnnyel rendelkező lopakodó, intenzíven manőverezve jó eséllyel, időben képes kitérni minden támadás elől, illetve áthatolni az esetlegesen be nem sugárzott zónán. A kitérés egyébként meghatározó jellemzője az F—117 légi harcmodorának, mivel gyakorlatilag valamennyi manőver-jellemzője elmarad a korszerű, hagyományos vadászpilótáktól.

Valós harc helyzetet szimuláló harcászati gyakorlatok adatai szerint, még AWACS-el támogatott, kötelékben történő elfogás esetén is nagy jelentősége van az időtényezőnek. Eredményességre csak abban az esetben lehet számítani, ha *megtévesztő csoport* intenzív emelkedő manőverrel képes magára vonni a figyelmet, ezzel közel egy időben az *oltalmazó csoporttal* támogatott *csapásmérő kötelék* megbízható látótávolságba (!) kerül a lopakodó(k)hoz és begyakorolt "koreográfia" szerint azonnal laza géppár kötelékekre bontakozik szét. Amennyiben az első támadás eredménytelen, az F—117-es rendszerint eredményes ellencsapást mérve, rejtőzködő sajátosságait kihasználva, sértetlenül képes kitérni a további légi harc elől.

Az előzőekben felvázolt harc helyzetek, nehezen prognosztizálható kimenetelés tovább bonyolítja a vezető NATO országok részéről 2005 utánra ígért F—22, EFA, Rafale és a várhatóan gyártásra kerülő orosz MIG—1.42 vagy kínai F—10 hangsebesség-feletti, lopakodó (vagy ilyen tulajdonságokkal fokozottan rendelkező) vadászpilóták hadrendbe állítása és esetleges szembekerülése.

BEFEJEZÉS

A jelenleg hozzáférhető ismeretek birtokában megállapítható, hogy századunk első évtizedének végére a lopakodó repülőeszközök egyre növekvő számban történő hadrendbe állítása várható. Megbízható felderítésük és leküzdésük módszerei még nem kellően kimunkáltak, rendkívüli költségigényei miatt ez rövidtávon nem is várható. Így valószínűsíthető, hogy a Stealth- és "ellen-Stealth"-technológiák versengése, fejlesztése és alkalmazása a XXI. század hadseregeiben, légierőiben meghatározó lesz. Ezért a néhány év múlva kezdődő magyar repülő fegyverzet-váltásváltás e tényt nem célszerű figyelmen kívül hagyni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] FULGHUM, David A.: New F-22 Radar Unveiled Future, Aviation Week and Space Technology, pp (50-51), 02. 07. 2000.
- [2] KRASZNOV, A. – BESSZARABOV, N.: Vzgládi na vedenie vozdušnogo boja obicsnih isztrebitelej szamoletami „Stealth”, Zarubezsnoe Voennoe Obozrenie, 1998/6. p. 22-28.
- [3] KRASZNOV, A.: – Szisztéma PVO: malozametnie szredsztva vozdušnogo napadenija Zarubezsnoe Voennoe Obozrenie, 1995/5., p. 46-51.
- [4] ÓVÁRI Gy.,dr.: Az MH repülőeszközei típusváltásának és üzemeltetésének lehetőségei gazdaságossági, hatékonysági kritériumok, valamint a NATO csatlakozásunk figyelembevételével, A légierő fejlesztése, (tanulmánygyűjtemény) HM kiadás 1997., (11-127) o.
- [5] ÓVÁRI Gy.: A Stealth repülőgépek szerkezeti kialakításának néhány kérdése, Haditechnika, 1991/4., (3-7) o.
- [6] ÓVÁRI Gy.: A nagyhatalmak hosszú távú katonai repülőgép-fejlesztési programjai (2025-ig) és ezek lehetséges hatása a légi harcra valamint a kis országok fegyverzet-vásárlására, Repüléstudományi Közlemények, 1999/1, (17-30) o.
- [7] STOINER, Roger A.: Stealth Aircraft Technology from World War II to the Gulf, Sample Journal, 1991/5., pp(9-18).
- [8] Stealth, Air International, 2000 January, pp (40-419).
- [9] Tájékoztató a többfeladatú vadászrepülőgépről, Janes Defence Weekly, 1996. 05. 08. p. 23. (RMI ford.)

The advent of Stealth technology has a great influence on the future aircraft development and its employment in combat. This fact should be taken into consideration in the planned procurement for the Hungarian Defense Forces if we want to keep pace with modern technology and create a compatible force.

„D” SZEKCIÓ REPÜLŐKIKÉPZÉS

A SZEKCIÓ ELNÖKE: SZILÁGYI TIVADAR

TÁRSELNÖK: KOVÁCS ISTVÁN

AZ OKTATÁS SZEREPE A REPÜLÉS BIZTONSÁGÁBAN ÉS GAZDASÁGOSSÁGÁBAN

Dr. Gedeon József
ny. tud. főmunkatárs
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Járműváz- és Könnyűszerkezetek Tanszék

A rátermettség és képzettség a repülésbiztonság és gazdaságosság fontos tényezője. Időszzerű a repülő oktatás korszerűsítése. A hajózó személyzetén kívül a többi önálló munkakör betöltőinek is tisztában kell lennie a szakma sajátos jellegével és követelményeivel. A személyválogatás és az általános ismeretek megszerzésének legjobb módja a vitorlázó előképzés. Biztosítani kell ennek személyi és anyagi feltételeit. Időszzerű egy új kétkormányos vitorlázó iskolagép típus kifejlesztése és a felsőfokú képzésben is vannak megoldandó feladatok.

BEVEZETÉS

A repülés biztonságát és költségeit a hajózók mellett a repülésirányítók, a műszakiak és a repülőipar dolgozóinak rátermettsége és képzettsége is döntő mértékben befolyásolja. Az elmúlt évtizedben az ország életében alapvető változások voltak és lényegében még most is átmeneti időket élünk át. A repülés polgári és katonai vonatkozásban egyaránt fejlett technológiát igénylő, költséges és nem extraprofitot termelő szakma; a gazdasági nehézségek itt fokozottan jelentkeznek. Egyes megoldandó feladatokkal kapcsolatban és a gazdasági körülmények változásával felmerül az oktatás korszerűsítésének igénye is. Ha ez szükséges, érdemes a kérdést minden vonatkozásában felmérni és megvitatni. Gyakorlati okokból jelen tanulmány témája elsősorban a személyválogatás és az alapkiképzés. Ezen kívül röviden megvizsgáljuk a felsőfokú képzés néhány problémáját is.

HELYZETKÉP

A hazai repülő kiképzés közel kilencvenéves múltra tekinthet vissza. 1958 nyarán a Lesznó-i vitorlázórepülő világbajnokságon egy magas rangú nyugalmozott

lengyel repülőtsízt büszkén mondta el nekem, hogy 1912-ben Magyarországon tette le első pilótavizsgáját. Kezdetben csak motoros pilótaképzés volt, a vitorlázórepülés nálunk lényegében a harmincas években kezdődött.

A mai helyzet felméréséhez a hazai sportrepülés 1945 utáni újraindításából célszerű kiindulni. Az 1948-ban alapított OMRE magába olvasztotta a háborús károk helyreállítását éppen csak befejezett vagy még azokkal küszködő üzemi és egyesületi klubokat. Ez az országosan egységes szervezeti és kiképzési rendszer kisebb szervezeti és névváltozásokkal, utoljára mint MHSz, lényegében az 1990-es évekig fennmaradt.

A repülőklubok hivatalos feladata és anyagi ellátásának indokolása a Légierő utánpótlásának biztosítása és a leendő repülőgép vezetők előképzése volt. Az alapfeladatot kezdettől fogva tágan értelmezték: kiképzést kaphattak nyilvánvalóan nem katonai pilótának készülők, pl. lányok is. Otthont és támogatást kapott a klubokban az akár versenyszerű sportrepülés is.

A központosított átszervezés két — ma már természetesnek látszó — újítást vezetett be: a kétkormányos vitorlázó kiképzést és a rendszeres, egységesített elméleti oktatást. Az előbbit az R—15b Koma kétkormányos iskolagép megjelenése tette lehetővé. Az elméleti képzés megreformálásának gyakorlati feltétele az egységes tematika összeállítása és — részben a Műszaki Kiadó közreműködésével — igen jó tankönyvek megjelenése volt.

A kétkormányos iskolagép konstrukciója a csak részben sikeres Z—03A és B Ifjúság után az 1964-ben használatba vett R—26S Góbéval nyert hosszabb időre nemzetközileg is elismert megoldást. Az elméleti tananyag aránylag rövid idő alatt kialakult és a régebbi kiadások alig különböztek a Jereb Gábor és szerzőtársai által összeállított, kiforrottnak tekinthető, változattól [4].

Jelentős lépés volt később a Nyíregyházi Mezőgazdasági Főiskolán a repülő-kiképzés bevezetése a polgári ágazatok utánpótlásának biztosítására.

Érdekes módon az elfogulatlan szemlélőnek az a benyomása, hogy a repülőklubok a Légierő részére való előképzési kötelezettséget nem vették túl komolyan. A katonai pilóták utánpótlását inkább a középiskolások évenként kampányszerűen szervezett tömeges orvosi vizsgálata biztosította. Így az anyagi és egyéb lehetőségek a kezdőkiképzés és az egyéni sportrepülés közti megosztása is bizonyos határok között az egyes klubvezetőségek belső ügye lett.

Az utolsó évtizedben a katonai utánpótlás igényének nagymértékű csökkenésével és a mezőgazdasági repülés visszafejlődésével a repülőklubok teljesen sportrepülésre álltak át. Megjelentek a magánrepülőgépek, sőt magánhelikopterek. Jelenleg csak azok a fiatalok tanulhatnak repülni, akiknek családja fedezni tudja a kiképzés és a repülés nem kis költségeit.

Megjelentek a magánpilótaiskolák is, ami azt a veszélyt hordozza magában, hogy az autóiskolákhoz hasonlóan a repülőoktató is „borravalós szakmává” válhat. Ha országutaink közlekedési moráljára gondolunk, akkor ennek nem mindenki tud örülni.

SZAKMÁK ÉS SZERVEZETI FELÉPÍTÉS

A polgári repülőoktatást nemzetközi előírások is szabályozzák, katonai vonatkozásban pedig a NATO követelményeknek kell megfelelnünk. Az előírások a hajózó személyzet, a műszakiak és a repülésirányítók oktatását és vizsgakövetelményeit rögzítik. Az előírások formai betartása még nem minden, nem biztosítja automatikusan az elméleti és gyakorlati követelmények maradéktalan teljesítését. Ha az új helyzetnek legjobban megfelelő megoldást keressük, érdemes felmérni, hogy hazai viszonylatban:

- a repüléssel kapcsolatban milyen munkakörökben szükséges különleges ismeretek oktatása;
- az oktatás mely részeit célszerű polgári és katonai célra külön, (esetleg még részletesebb szakmai bontásban) és mely részeit kell együttesen megszervezni;
- milyen legyen az oktatás vertikális tagozódása (válogatás és előképzés, középfokú és végül felsőfokú képzés);
- ki szervezze és gondozza az egyes ágazatokat, illetve fokozatokat és milyenek legyenek a nemzetközi előírásokban nem rögzített követelmények;
- mindezt figyelembe véve hogyan biztosíthatók a személyi és anyagi feltételek.

A repüléssel kapcsolatos minden önálló munkakör betöltéséhez szükséges a repülés legalább elemi fokú gyakorlati ismerete. Ez a legjobb biztosíték szerelőművezető szinten a követelmények hiánytalan és értelmes betartására, magasabb beosztásoknál pedig a gyakorlati problémák felismerésére és megértésére.

A JELÖLTEK KIVÁLASZTÁSA

Az előbbiekből következik, hogy felvételnél lehetőleg a valóban rátermett és a szakmát szerető jelöltek kiválasztására törekszünk. Hogyan lehet ezeket megtalálni? A helyes válogatás főleg a leendő pilótáknál fontos, alapelvei azonban a gyakorlatban nem mindenütt azonosak. Az orvosi alkalmasság ellenőrzésén kívül egyes szakértők a pszichológiai tesztekre helyezik a hangsúlyt, míg mások szerint az előképzés folyamán a repülőüzemben lehet a jelöltek adottságairól reális képet alkotni.

Látszólag kevesebb kiadással jár a gyakorlati képzést mindjárt motoros gépen kezdeni. Mindenesetre rövidebb idő alatt lehet az első motoros képesítést megszerezni. A KLM és a Holland Királyi Légierő közel egy évtizedes kiképzési statisztikája [5] azonban világosan megmutatta, hogy anyagiakban is lényeges megtakarítások érhetők el vitorlázó előképzéssel a jóval költségesebb motoros kezdőkiképzésben mutatkozó kisebb lemorzsolódás és ritkább gépsérülések következtében. Hasonló a véleménye a svájci és az angol illetékeseknek is. Németországban a vitorlázó repülés tradíciója eleve eldöntötte a vitát.

OKTATÁSI MÓDSZEREK

A repülő szakembernek — főleg a pilótának — sokat kell megtanulnia és abból látszólag kevésre van nap mint nap szüksége. A repülőnövendéknek az lehet a benyomása, hogy sok feleslegeset is tanul. Ha azonban a balesetek jegyzőkönyvét tanulmányozzuk, kiderül, hogy ez koránt sincsen így: bizonyos ismeretek ugyan esetleg évekig nem kellenek, de ha mégis, emberéletek és sokmillió érték sorsa függhet egy-egy szakember hibátlan felkészültségétől. Az egyes szaklapokban ismertetett baleset-kivizsgálási jegyzőkönyvek mellett Barlay közérthetően megírt munkája [1] is jól mutatja ezt. Ezért nem célszerű, sőt nagyon veszélyes, az úgynevezett célkiképzés, amikor nagyrészt csak a rendes üzemmenetben, a szabályok pontos betartása esetén várható tudnivalókra szorítkozunk.

Az alapkiképzés elméleti része tulajdonképpen jól megalapozott; Jereb és szerzőtársai tankönyve [4] — esetleg kisebb kiegészítésekkel — bármikor újra kiadható. Talán Roed derűs humorral fűszerezett kis kézikönyve [7] adhat további ötleteket a tankönyv pedagógiai továbbfejlesztésére.

A gyakorlati oktatással kapcsolatban pilótakiképzése kezdetén mindenki saját maga tapasztalhatta, hogy érzékszerveink és idegrendszerünk lényegében kétdimenziós térben való tájékozódásra és mozgásra alkalmasak. Az ideális oktató ebből kiindulva segíti a kezdő növendéket, hogy rendszerezett formában és minél hamarabb ismerje meg a háromdimenziós mozgás sajátosságait és a sebesség érzékelését. A kezdetben kapott jó vagy gyengébb alapok a leendő pilótát hosszú ideig elkísérik.

AZ ISKOLAGÉPPEL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

Abban a kellemes helyzetben vagyunk, hogy az R—26S Góbé kétkormányos iskola-vitorlázógép a tapasztalt oktatóktól még ma — közel 40 évvel szolgálatba

állítása után — is a legjobb minősítést kapja. Pedig azóta számos sokkal modernebb kétkormányos vitorlázógép kapható. Mi lehet ennek az oka?

Az alapfokú kiképzésre könnyen vezethető, jóindulatú kétkormányos ideális, a későbbi géptípusokhoz hasonló repülőtulajdonságokkal. Ezért nem lehet például sárkányrepülőn vagy a szokásos megoldású ultralight gépeken vitorlázó vagy motoros alapkiképzést folytatni. A követelmények részleteivel kapcsolatban legyen szabad az irodalomra (pl. [2]) utalni. Piacpolitikai okokból egy idő óta a kétkormányos vitorlázógépek konstrukciójánál elsősorban jó teljesítményekre törekednek. Ezek a gépek aránylag nagy repülő súlyuk és felületi terhelésük miatt iskolázásra kevésbé alkalmasak. Egy idő óta a gyárak nem fejlesztenek speciális iskolagépeket, az általános használatra szánt típusokat ajánlják kezdőkiképzésre is.

Elegendő lenne eszerint a Góbét változtatás nélkül újra gyártásba venni? A szerzőnek más a véleménye. Elfogultság nélkül és a fejlődés igényével elemezve a megoldandó feladatokat két problémát érdemes részletesebben megvitatni.

A Góbé feltétlen megtartandó előnye kis súlya, méretei és felületi terhelése. Kérdés azonban, hogy célszerű lenne-e a fémépítési módot is megtartani. Ugyanis a vitorlázórepülés kezdete óta a fémgépek közül egyedül a Blanik tudott nagyobb darabszámot elérni és ennek is meg volt a különleges — mondhatnánk történelmi — oka. Vitorlázógépeknél a piac valahogyan nem honorálja a fémépítést. Nem volt igazi sikere a fágépek idején sem, még kevésbé a műanyagépítés korszakában. Ezért újabb sorozat indítása előtt meg kellene vizsgálni, nem lehetne-e elfogadható áron műanyag építési módra áttérni. Ehhez természetesen új konstrukciót és technológiát kellene kidolgozni, de siker esetén ezt a piac nemzetközi szinten és más ágazatokban is bőven honorálná.

A továbbfejlesztés másik témaköre a kezdőkiképzés jellegével kapcsolatos. A növendék először az egyenesben repülést majd az enyhe fordulókat ismeri meg és gyakorolja. Erre azonban vitorlázógéppel az iskolakörözés nem gazdaságos. Lassú a fejlődés és a repült idő eléggé kis részét lehet csak a növendék önálló vezetésére hasznosítani. Pedagógiai okokból nem lenne célszerű, de nem is gazdaságos, ezt repülőgéppel vontatással megkerülni. Ideális megoldás lenne egy Góbé jellegű segédmotoros iskolagép, amely egyben sport- és bizonyos kereskedelmi célokra is olcsó megoldást jelentene.

FELSŐFOKÚ KÉPZÉS

Az egyetemi szintű repülőoktatás számos kérdése közül itt és most legyen szabad a teljesség igénye nélkül hármat megemlíteni. Örökzöld vitatéma lehet, hogy a repülőmérnökök kötelező tanulmányaihoz hozzátartozzon-e a gyakorlati repü-

lés vagy nem. Érdekes módon ugyanakkor a gépjárműszakos hallgatók képzésénél a jogosítvány megszerzését mindenki természetesnek találja. A Drezdai Műegyetem Repülőmérnöki Karán régebben a már szakszolgálati engedéllyel rendelkező hallgatók vitorlázógéppel egyedüli feladatokat repültek, a többiek pedig kétkormányos géppel ismerkedhettek meg a gyakorlati repülés elemeivel. Gyakorlati oktatójuk a második világháborúban éjszakai vadászpilóta és a Rechlin-i kísérleti bázis berepülője volt.

Véleményem szerint fontos szerepe lenne az oktatásban — de az iparfejlesztésben is — a Műegyetemi Sportrepülő Egyesületnek. Jó nevű külföldi műegyetemek repülőklubjai bizonyítják az egyetem és az ipar részéről támogatott hallgatói mérések és kísérletek pótolhatatlan értékét az oktatás és az ipari fejlesztés részére egyaránt.

Eltérőek a vélemények arról, hogy a berepülő pilótának a kiváló gyakorlati gépvezetési tapasztalat mellett milyen szintű elméleti tudásra van szüksége. Az újjáalakuló Légierő részére 1949-ben Hamlin [3] és mások munkái alapján jegyzet készült a berepülő képzéshez, de ez végül is valószínűleg nem lett kinyomtatva. Néhány év múlva Vedrov és Tajc repülési mérésekről szóló könyve jelent meg magyar fordításban [8]. Jelenleg időszerű egy új magyar Repülésmechanika tankönyv kiadása. A leendő berepülők részére emellett a Perkins szerkesztésében megjelent AGARD berepülő kézikönyv [6] gondolatmenetét követve lehetne a repülési mérésekhez jó tansegédletet összeállítani.

ÖSSZEFOGLALÁS

A repülésbiztonság és gazdaságosság fontos tényezője a helyes személyválogatás és az, hogy minden önálló munkakör betöltője tisztában legyen a szakma sajátos követelményeivel. Ezt legjobban és legkisebb ráfordítással a jelöltek vitorlázó előképzésével lehet biztosítani.

A hazai repülőoktatás gazdag tapasztalatokkal rendelkezik. Az elméleti tankönyv rendelkezésre áll, új kiadásához kisebb átdolgozás elegendő. Nagy szükség lenne viszont egy új kétkormányos iskolagépre, mert a régi Góbék üzemideje már lejárt és a külföldről beszerezhető új típusok oktatásra nem teljesen alkalmasak.

A felsőfokú képzésben a műszakiak gyakorlati előképzésében és a berepülő utánpótlás elméleti oktatásában vannak tennivalók.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BARLAY, S.: Légi katasztrófák, 2. kötet, Háttér Könyvkiadó, Budapest, 1992.

- [2] GEDEON J.: Kétkormányos iskolagépek fejlesztési problémái, Járművek, Mezőgazdasági Gépek 28. évf. 12. sz.; 1981. dec.; 448-456 és 480. l.
- [3] HAMLIN, B.: Flight Testing Conventional and Jet-Propelled Airplanes, MacMillan Company, New York, 1946.
- [4] JEREB G., KISELY E., DR. ORBÁN P., OSVÁTH L., SZALMA J., SZENTPÉTERI D.: Vitorlázórepülők tankönyve, MHSz Repülés Osztálya, Budapest, 1971.
- [5] DE LANGE, A.: The Value of Gliding and Soaring for the Training of Airline and Military Pilots, OSTIV Publication III; Buxton, Anglia; 1954; 99-106. l.
- [6] PERKINS, C.D. et al.: Flight Test Manual, Part I: Performance, Part II: Handling, London, 1959.
- [7] ROED, A.: Flight Safety Aerodynamics, 2. kiadás: Stockholm, 1972. (Magyar fordítás szolgálati használatra)
- [8] VEDROV, V.Sz., TAJC, M.A.: Repülőgépek légi vizsgálata, Eredeti: Moszkva, 1951., magyar kiadás: Budapest, 1954.

Aptitude and qualification are prime factors for flight safety and economics. It is time to modernize flight instruction. Not only the flight crews but whoever fulfilling a responsible duty in flying has to have no doubt about the specific requirements of the profession. Gliding is the best instrument for the selection of personnel and for preliminary training. Instructors and means are to be provided for this. A new primary two-seater is required and there are problems concerning the higher education, too.

A TIPIKUS HIBÁK FELISMERÉSE A HELIKOPTERVEZETŐK GYAKORLATI KIKÉPZÉSÉBEN

**Dudás Zoltán százados
Egyetemi hallgató
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Hadtudományi Kar
Repülőtanszék**

A címben említett hibák felismerése kiemelt fontossággal bír a repülő kiképzés folyamatában, a repülésre veszélyes helyzetek minimalizálása érdekében. A biztonságos, hatékony és zökkenőmentes képzés érdekében mind az oktató mind a növendék számára fontos a repülés közben előálló helyzetekre való alapos felkészülés. A szerző a téma szempontjából vizsgálja a repüléshez kapcsolódó jártasságok és készségek kialakítását, valamint az emberi hibázás pszichológiai modellje és a pilóta repülés alatti mentális teljesítőképessége változásának bemutatásával a tipikus hibák kialakulásának lehetséges okait.

BEVEZETÉS

A katonai repülés követelményeinek a légierő csak magas szintű és hatékony repülő kiképzés folytatása mellett tehet eleget. Míg a normál repülő kiképzéssel szemben támasztott követelmények: mint hatékonyság, gazdaságosság, eredményesség, ugyanúgy fennállnak, bizonyos többlet követelmények jelennek meg. A hadviselés alapelvei között szereplő biztonságot, mely a pilóta számára a repülés biztonságát jelenti, békeidőben, a kiképzés során kell megalapozni.

A HIBÁZÁS PSZICHOLÓGIAI MODELLJE

Az emberi hibázás mibenlétének megértése elsőrendű fontossággal bír a pilóta-hibák leginkább a tipikus hibák bekövetkezésének vizsgálatában, de főként azok

megelőzésében, illetve az elkerülésüket célzó intézkedések és szabályok megalkotásában. Az emberi hibázás alapmodelljének kimunkálása Reason és Rasmussen nevéhez fűződik. Kettejük pszichológiai kutatásainak eredményeként a hibázás három szintjét különíthetjük el:

- Elvétések és kihagyások — a gyakorlottságon alapuló szint;
- Tévedések — a szabályokon alapuló szint;
- Tévedések — a tudáson alapuló szint.

ELVÉTÉSEK ÉS KIHAGYÁSOK

Az ilyen típusú hibákat mindig a gyakorlottságon alapuló szinten követik el. Maga a hibázás olyan tevékenység formájában jelenik meg, melyet egy a megszokottól eltérő jelenség vált ki. Repülő nyelvre fordítva: a pilóta gyakorlottsága vagy gyakorlatlansága folytán a változó helyzetben "beidegződéseire hallgat", figyelme túlzott rutinja vagy rutintalansága miatt figyelme nem kötődik elég erősen az adott tevékenységhez. Ebből adódóan a pilóta reakciója hirtelen és tudatos kontroll nélküli. Az ilyen hibák a tipikus hibák kategóriájába esnek ezért jól előre jelezhetők. Számarányuk és veszélyességük meglehetősen kicsi, de nem elhanyagolandó. Az ilyen fajta hibák bekövetkezése a kezdőknél és a "túlgyakorlottaknál" gyakori, a figyelem nem megfelelő irányulása miatt. Hétköznapi szinten is ismert ez a jelensége a gyakorlatból. A pilóták egymás között ezt "elnézésnek" vagy "mellényúlásnak" hívják. Tipikus üzemeltetési hiba például bizonyos egymáshoz közel eső rendszerkapcsolók elvétele. Egy ilyen hiba persze elsőre nem tűnik komolynak, de ha nem ismerik fel időben, a tényezők kedvezőtlen összjátéka esetén akár súlyos veszélyhelyzetet is előidézhet.

TÉVEDÉSEK A GYAKORLOTTSÁGON ALAPULÓ SZINTEN

Az ezen a szinten történő tévedések már komolyabb következményekkel járhatnak. Lényegében az történik, hogy a hajózó bár felkészült a körülmények esetleges változásaira, az alkalmazandó szabályokat megtanulta, de a létrejövő szituációban azokat helytelenül alkalmazza. Figyelme a megfelelő tevékenységre és a probléma megoldására irányul, de a jelenségek félreismerése miatt nem a megfelelő szabályt alkalmazza. A tanult tevékenység végrehajtása ebben az esetben is automatikus, ezért jól előre jelezhető, de felismerése már nehezebb, mint az elvétel esetében. Ilyen eset következik be például, ha hirtelen műszaki meghibásodás miatt vagy más okból a pilóta különleges esetben találja magát. Képzeljük el, hogy a tűzoltó rendszer hajtómű tüzet

jelez, de zavarunkban nem győződünk meg róla más jelek alapján is, valóban tűz van-e a fedélzeten. Alkalmazzuk a megtanult szabályt, megszüntetjük az üzemanyag táplálást. Ha így teszünk, máris hibáztunk. Lehet, hogy a tűzjelzés téves, mi pedig leállítunk egy tökéletesen működő hajtóművet. Így keletkeznek az egyszerűbb és kezelhető problémákból bonyolultak. Ezért nagyon fontos a szabályok alapos ismerete a pilóta-hibák alacsony szinten tartása érdekében. Egyes szakaemberek a kérdéssel kapcsolatban egészen odáig mennek, hogy a hibázások okait majdnem teljes egészében a szabályok ismeretére illetve betartására vezeti vissza. Öt fő okot állapítottak meg:

- Szabályzat hiba: a szabályok nem egyértelműek, vagy nem léteznek;
- Kiképzési hiba: a szabály létezik, de nem ismert;
- Vezetői hiba: a szabály ismert, de nem tartatják be;
- Egyéni hiba: a szabály ismert, de nem tartják be;
- Kiszolgálási hiba (Nem megfelelő műszaki vagy egyéb kiszolgálás).

TÉVEDÉSEK A TUDÁSON ALAPULÓ SZINTEN

Az itt bekövetkező tévedések sajátosságai alapvetően térnek el a már említettektől. A keletkezés szituációja abban különbözik, hogy itt a pilóta olyan új és váratlan helyzetbe kerül, aminek megoldásában nem segítik megtanult szabályok. Ez azt jelenti, hogy a probléma megoldásához — mely jelen esetben tudatos szinten történik — meglévő ismereteit kell előhívni. Természetesen ez a művelet több időt vesz igénybe, mint a szabályokon alapuló majdnem "reflexszerű" megoldás. Repülési szempontból veszélyessége nem elhanyagolható — előre jelzése nehézkes — mert a hajózó cselekvésének előzetes megítélése szinte lehetetlen az egyéni vérmérséklet, felkészültség és a környezet változásainak milliónyi kombinációja miatt, ráadásul a probléma megoldási folyamat időkényszer és stressz alatt megy végbe. Példaként tegyük fel, hogy még soha nem ütköztünk madárral a repülés közben, és ismereteink is hézagosak ez ügyben. Madár rajjal való találkozás után durranást hallunk. Íme egy szituáció, amelyben szinte előre jelezhetetlen a pilóta reakciója. A tapasztaltabbakat nem rázza meg egy ilyen eset, de egy kezdő vajon hogyan cselekedne? Összefoglalva: az elvétések és kihagyások a probléma felfedezése előtt alakulnak ki, a tévedések pedig a tényleges, megváltozott szituációkra adott helytelen válaszok a probléma felfedezése után. A repülésben fellépő hibák bármily triviálisak is, veszélyességük nem elhanyagolható. Önvizsgálat és önismeret, önmagával szembeni objektivitás szükséges a pilóta számára, hogy a hibázásait felismerje, átgondolja a későbbiek megelőzése érdekében. A hibákból való tanulásnak, a biztonságos repülés érdekében egy másik alapvető összetevője van: az őszinte, feltáró jellegű, de nem hibáztató parancsnoki viszonyulás, illetve munkahelyi légkör.

A HIBÁZÁS GYAKORI OKAI

A nemzetközi tapasztalatok azt mutatják, hogy a pilóta hibázási hajlamát alapvetően négy tényező együttese, illetve kombinációja befolyásolja. A tényezők bármelyikének szintje közvetlenül hatást gyakorolhat a pillanatnyi repülési tevékenység sikerére. A tényezők halmozódása hatványozottan növeli a hibázás esélyét és súlyosságát.

- Repülési ismeretek szintje;
- Repülési gyakorlat, jártasság szintje;
- A pilóta teljesítő képességének szintje;
- Személyiségjegyek.

A REPÜLÉSI ISMERETEK

A nem tudás a problémamegoldást, de még az egyszerű repülési feladatok megoldását is megnehezíti, emellett emeli a stressz szintet, ami további káros hatást jelent. Ezért a széles skálájú repülési ismeretek elsajátítása a kiképzés alapvető része kell, hogy legyen. A meghatározott tudásanyag ismerete a repüléshez elengedhetetlen. Ezért a repülésre történő felkészítésben kiemelt helyet kell biztosítani a repülési szabályok oktatásának, mivel ezeket eleve úgy szerkesztik, hogy a hibák jelentős része megelőzhető legyen általuk.

A REPÜLÉSI GYAKORLAT

A rutin időt takarít meg a pilóta számára a repülési elemek végrehajtásában, hiszen azok a gyakorlások számának növelése és a gyarapodó tapasztalat által relatíve egyszerűbbé és könnyebbé válnak. Ennek következtében a repülés kevésbé megterhelő, így a kifáradás, a pszichikai és fizikai teljesítőképesség csökkenése időben kitolható, a hibázások száma pedig csökken.

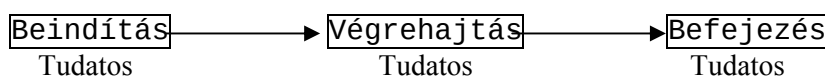
A repülési jártasság megszerzése

A kiképzés kezdeti szakaszában pontosan a hiányzó gyakorlat illetve jártasság jelent veszélyt a repülésre. A repülőképzés folyamatában a repüléshez szükséges ismeretmennyiség megszerzése mellett a repülések során ezen ismeretek gyakorlatba ültetésével, az alkalmazáshoz szükséges repülési jártasságok és készségek kialakítása a cél. A folyamat akkor hatékony, a rendelkezésre álló repülési idő gyakorlással és nem a folyamatosan felmerülő tipikus, tehát jól

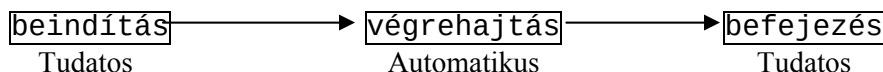
prognosztizálható hibák kiküszöbölésével telik el. Ennek érdekében a földi felkészülés és a repülések során mind az oktató, mind a növendék meg kell ismerje a jártasság és a készség sajátosságait, előnyeit buktatóit. A repülési jártasság, mint minden más jártasság az elsajátított ismeretek kombinatív, változó szituációban való alkalmazását jelenti. A jártasságnak három fajtáját ismerjük:

- szenzoros jártasság (érzékeléssel kapcsolatos);
- Intellektuális jártasság (gondolkodással kapcsolatos);
- Motoros jártasság (összehangolt mozgásokkal kapcsolatos).

A helikopter vezető számára — ismerve a repülési tevékenység bonyolultságát — a jártasság mindhárom fajtája terén magas szintet kell elérni a pontos és lehetőleg hibamentes feladat végrehajtás érdekében. A jártasság jellemzője, hogy a tevékenység mozzanatai végig tudatos kontroll alatt állnak.



A hibák oka a helikoptervezetőknél — főként a repülések kezdeti szakaszában — hogy a jártasságok nem megfelelő szintje, illetve a különböző jártasság fajták (szenzoros, intellektuális, motoros) eltérő fejlettsége miatt az összetett tevékenység egyes elemei (vezérlőszervek mozgatása, navigáció, repülőtechnika üzemeltetése, rádiózás, stb.) gátolják a folyamatos végrehajtást, rontják a figyelemmegosztást és figyelemát-helyezést. A növendék fejlődése során az ilyen jellegű egyes tevékenységeknél történő „leragadások” gyakorisága csökken, de az újabb, összetettebb repülési feladatok végrehajtásakor, azok kezdeti szakaszában ismételten jelentkeznek. A repülési jártasság egy magasabb szintjén a kezdeti jártasságtól eltérően, a repülési tevékenység gyakorlása, a repüléshez kapcsolódó alkalmazási algoritmusok begyakorlása és a bizonyos szintű ügyesség kimunkálása folytán készségek alakulnak ki. A helikopter vagy a repülőgép vezetését a sok változó elem miatt nem lehet teljes egészében készség szintre emelni, de a készségszintű elemek számának növelése a készség nyilvánvaló előnyei miatt mindenképp hasznos. Maga a készség tulajdonképpen a tudatos tevékenység automatizált komponense. Jellemzője, hogy a feladat megoldásának beindítása és befejezése tudatos, de maga a végrehajtás automatikus.



A repülésben a készség szintű elemek előnyei a következők:

- gyorsítja a végrehajtást;
- tehermentesíti a pilótát;
- elősegíti a pontos végrehajtást;

— csökkenti az ún. debilizáló stressz hatását.

Az ún. automatikus elemekkel vagy más néven szabvány akciókkal tűzdelt repülési tevékenység legnagyobb hátrányát maguk az automatikus elemek jelentik. A tipikus hibák szemszögéből ez a hátrány alapvetően kétféleképp jelentkezik. Egyrészt a később nehezen megváltoztatható, „rossz” beidegződések okozhatnak gondot. Elkerülésük a beidegző hatások folyamatos ellenőrzésével valósítható meg. Amennyiben ezt sikerül elérni az oktató és a növendék is hosszú fáradságos és felesleges munkától kíméli meg magát. Másrészt a készség szintű cselekvés nem kellően megfontolt és körültekintő helyzetmegítéléssel párosulva — pontosan az automatikus, nem meggondolt tevékenység miatt — tévútra viheti, rosszabb esetben veszélybe sodorhatja a pilótát. Ezért az oktató másik fontos feladata a megfontoltság és alapos helyzetfelismerés erényének kiemelése, a „kapkodás” következményeinek tudatosítása. Furcsa, de érdekes, hogy a magas szintű repülési jártasság is veszélyt jelenthet a repülésre. Amikor a nagy számú repülések során a pilóta mindenre kiterjedően kimunkálja repülési képességeit, újra veszélybe kerül. Repülésbiztonsági szempontból fontos az angol, „overfamiliarity” kifejezéssel jelölt jelenséggel tisztában lenni. Folyamatos, színvonalas repülésekkel a gyakorlottság, a jártasság egy olyan szintje érhető el, amely sokkal magasabb, mint azt az átlagos repülések biztonsága megkívánja. Miután a pilóta számára ez tudatosult, a sorozatos, ismert repülési feladatok végrehajtása során figyelme csökkenhet, elbizakodottá válhat, repülési tevékenysége elemeinek nagyobb része önkéntelenül kicsúszhat a tudatos irányítás alól, tehát a készség szintű elemek száma növekszik. Mindennek eredménye a megnövekedő hibázási arány. A jelenség azért különösen veszélyes, mert nehéz előre jelezni, mivel az „extra” jártasság szintjét egyéni sajátosságokból adódóan a hajózók eltérő időben érik el. Megoldást a szimulátorban előállított veszélyes helyzetek gyakorlása jelenthet, mivel a kritika és az önkritika serkentése elősegíti a hajózók objektívebb önmegítélését, kiképzettségüket illetően.

A repülési jártasság elvesztése

Minden jártasság és készség kialakításának lényege a gyakorlás. A megszerzett ismeretek a gyakorlás által válnak élővé, teszik képessé a hajózót a változó körülmények és eltérő szituációk közötti pontos és eredményes feladat végrehajtásra. Amennyiben a gyakorlás kimarad, egy bizonyos idő után az ismeretek, melyek addig alapvetőnek és kézenfekvőnek tűntek, elhalványulnak majd elfelejtődnek. Ugyanez történik a készség szintű elemekkel is, melyek gyakorlás híján lassan lebomlanak. Először a megtanult adatok, számok, az egyszerű mindennapi rutinból adódó szabályok hullanak ki az emlékezetből. Legkésőbb pedig a manuális képességek „rozsdásodnak” meg. A „visz-szarázódás” ideje alatt a jártasság elvesztett elemei fordított sorrendben térnek vissza, tehát először a manuális képességek érik el eredeti szintjüket. Ezek az elemek nagyon

hosszú idő elteltével sem bomlanak le teljesen, ezért a pilóta azt gondolhatja repülési jártassága helyreállt mondván: „ez olyan, mint a biciklizés, nem felejtettem semmit”. A valóságban azonban a repüléshez, a navigációhoz, a légi üzemeltetéshez szükséges tudásanyag — nem beszélve a különleges esetekben való tevékenység begyakorlottságáról — nem tér vissza egyik napról a másikra. Ezen időszakban a tipikus hibák újbóli „felbukkanásával” is számolni kell.

Kiképzettségi "hátralék"

A pilótahibák egy jelentős része a kiképzés kezdeti szakaszában következnek be, ennek az ún. kiképzettségi hátralék az oka. Ekkor a növendék tudása egyfelől még nem elég szilárd, a körülmények változására nem ugyanazon válaszokat adja, másfelől az oktató nélküli repülések során könnyen kerül olyan szituációba, melyre nincs megfelelően felkészítve. Az elkövetett hibák tipikusak például: a kormányszervek nem megfelelő, esetenként durva kezelése, az időjárási viszonyok — különösen a szélviszonyok — figyelmen kívül hagyása, illetve a típus korlátozásainak megszegése. A kiképzés ezen szakaszának lényege, a kezdőt sikeresen túljuttatni a kezdeti fázison, és képességei határát folyamatosan, lehetőleg egyéni fejlődéséhez igazítva ki kell tolni egy olyan biztonságos szintig, ahol kiképzettségi hátraléka az adott szinthez képest fokozatosan „olvad el”. Ez a fajta kiképzési folyamat biztosítja, hogy a „kezdeti lépések” a fokozatosan növekvő mentális megterhelés, tudásszint és gyakorlottság mellett, a lehető legkisebb káros stresszt idézzék elő.

A PILÓTA TELJESÍTŐKÉPESSÉGÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A pilóta mentális és fizikai teljesítőképessége és a hibázás lehetősége között szoros összefüggés van. Mivel a repülésben elsődleges a biztonság, a cél olyan külső és belső környezet megteremtése a hajózó számára a fedélzeten, ami biztosítja a lehetőségekhez képest ideális teljesítőképességének fenntartását. A levegő nem természetes közeg az ember számára, a repülés viszonyai pedig erősen megterhelik a szervezetet. A pilótákra a levegőben a következő hatások jelentkeznek:

- Stressz, kifáradás;
- Betegség, kémiai hatás (gyógyszer szedés);
- Légköri és mechanikai hatások (hypoxia, termikus hatások, G-erők);
- Ergonómiai hatás.

Minden egészségügyi probléma korábban bekövetkező fizikai és mentális telítődéshez illetve kifáradáshoz vezet. A pilótát érő káros hatások szummálódhatnak, rá-

adásul a környezeti hatásokra fokozottan érzékennyé tehetik. Külön probléma, ha a környezeti hatások — melyek egyébként is rontják a teljesítőképességet — egyszerre és fokozottan hatnak a nem teljesen egészséges vagy kevésbé kipihent pilótára. Sok esetben maga a repülőtechnika, a repülőgép vagy a helikopter „dolgozik” a pilóta ellen. Kényelme, ergonómiai kialakítása, főként a régebbi típusoknál nem megfelelő. Ezen negatív tényezők a repülés alatt egyéb igénybevételekhez adódva megsokszorozzák a személyzet igénybevételét közvetve tehát növelik a „hibázás” és a biztonságra veszélyes események kockázatát. Ezért nagyon fontos a repült technika alapos ismerete és a repülésnek az emberi szervezetre gyakorolt hatásainak tudatosítása. Az egyik legfontosabb tényező, mely az előzőekkel összefüggésben alapvető hatást gyakorol a pilóta munkájára: a stressz. A repülési stresszt a felsorolt környezeti megterhelések mellett, a feladat végrehajtásakor a gondolkodás, döntés, információ feldolgozás, megfeszített figyelem, figyelemmegosztás és a nagyfokú koordinációt igénylő mozgások elvégzése váltja ki. Ez a fokozott „készenléti” állapot egy bizonyos pontig segíti a hajózót az optimális teljesítőképesség fenntartásában. Amíg a repülési feladat követelte teljesítmény és a pilóta tényleges teljesítőképessége egyensúlyban van a hibázás valószínűsége aránylag kicsi. Amikor azonban a feladatstressz bármely okból túlzott mértékben megemelkedik (például: eleve nagy mindennapi stressz, fáradtság, betegség, képzettségi hátralék stb.) a teljesítőképesség a megkívánt szint közelébe, esetleg alá csökkenhet, a hibázás kockázata pedig erősen megnövekedhet. Még rosszabb a helyzet, ha a pilóta úgy érzi, hogy az események kicsúsznak az irányítása alól, ekkor ugyanis az extrém magas stressz, az ijedtség, a félelem emocionális komponensével teljesen „elvesztetté” teheti a hajózót, a hibázás pedig szinte törvényszerű.

A PILÓTA SZEMÉLYISÉGE

A hibázás okai gyakran a pilóta személyiségében keresendők. Felismerésük az oktató feladata. A kiképzés és a repülések folyamán a káros viselkedést szankcionálva, a helyeseket pedig megerősítve — a személyiség tiszteletben tartása mellett — a helyes tevékenység elsajátításához vezeti az oktatottat a helytelen viselkedési minták felismertetése és tudatos kontrolálása által. Alapvetően őt, a repülésre a legtöbb veszélyt jelentő személyiségjegyet illetve viselkedési mintát az, amely a hibázást „elősegíti”.

- *A szabály nem tisztelete* — a repülési szabályok figyelmen kívül hagyása;
- *BELENYUGVÁS* — a pilóta úgy hiszi nincs ellenőrzése a dolgok felett;
- *IMPULZIVITÁS* — hirtelen, nem meggondolt cselekvés;
- *SÉRTHETETLENSÉG* — abban való hit, hogy nem történhet semmi rossz;
- *„MACHO” BEÁLLÍTÓDÁS* — elbizakodottság, állandó és túlzott bizonyítás.

ÖSSZEGZÉS

A pilóták gyakorlati képzésében, a repülések alatt elkövetett hibák egy jelentős része előre jelezhető, így megelőzhető. Az oktatási folyamat hatékonysága és biztonsága érdekében az oktatók tehetnek a legtöbbet. Repülési tapasztalatuk folytán azonnal felismerik az olyan tipikus vezetés-technikai, üzemeltetési és egyéb hibákat, mint a kapkodás, görcsösség, a kormányszervek durva kezelése vagy a repült helikopter (repülőgép) típus repülési tulajdonságainak figyelmen kívül hagyása. Más repülésben elkövetett, tipikusnak mondható hibák felismeréséhez azonban nem elegendő a sokéves tapasztalat. Az oktatási folyamatot hátráltató hibák megértéséhez és megelőzéséhez az okokat kell megtalálni és megérteni. Ehhez a munkához ad segítséget a repülés alatt lejátszódó pszichológiai és oktatás-elméleti folyamatok ismerete.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Clausing, Donald J.: Improve your flying skills: Tips from a pro USA: TAB Books, 1990, ISBN 0-8306-8328-3
- [2] Edwards, David C.: Mental and phisical performance Iowa: Iowa State Univ.Press, cop. 1990, ISBN 0-8138-0452-3
- [3] Klein Sándor: Munkapszichológia, I-II. Budapest: SHL Hungary Kft.,1998, ISBN 963-03-5524-8
- [4] Dr. Kovács András: Didaktika I. Szentendre: KLKF jegyzet, 1997

It has a special importance to minimize pilots' errors during the flight training process. In order to maintain a balanced, safe and effective training both poles of that must be properly prepared for unexpected, pilot error related situations in the air. Studies on psychological model of human erring might give a hand with coping with the errors mentioned. It is also useful to learn about the development of flying proficiency. In conclusion, at avoiding pilot errors, pilots' mental and physical performance seems to be one of the most relevant factor.

A REPÜLŐGÉP MADÁRRAL TÖRTÉNŐ ÜTKÖZÉSE, MINT A REPÜLÉS BIZTONSÁGÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐ

**Kovács István alezredes
egyetemi adjunktus
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Hadtudományi Kar
Repülőtanszék**

Gyakorlatilag lehetetlen megakadályozni a madárral történő összeütközéseket, legtöbb, amit tehetünk, hogy csökkentjük a kockázatát. A repülőgép madárral történő ütközése nem tartozik az elsődleges repülésbiztonsági tényezők közé, de a repülésben számos katasztrófa és baleset okozója volt. A cikk bemutat egy madár monitoring programot, amely alapját képezheti egy átfogó madárütközés kockázatát csökkentő programnak.

BEVEZETÉS

A madarak a repülés kezdete óta veszélyt jelentenek a repülőgépekre. A madárral történő összeütközés a repülés korai időszakában kis kockázattal járt. A levegőben kevés repülőgép tartózkodott, valamint a repülési sebességük is csekély volt, és ezért az esetleges ütközés sem jelentett komoly problémát a repülőgép számára. De sajnos igen hamar bebizonyosodott, hogy a repülőgép és a madár véletlenszerű találkozása a levegőben komoly baleseti forrás lehet.

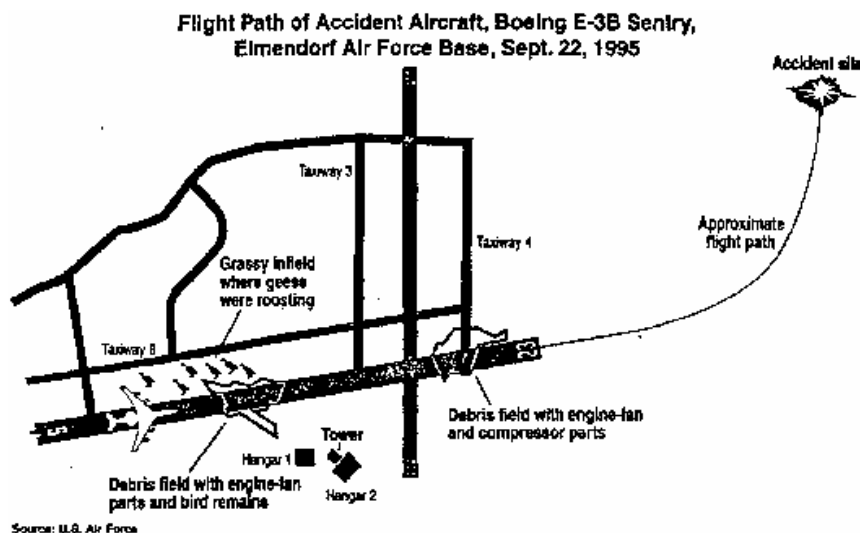
Az első tragikus kimenetelű baleset 1912-ben az Amerikai Egyesült Államokban következett be. Galbraith Perry Rogers pilóta Long Beach felett műrepülő bemutatót tartott. Az egyik műrepülő figura végrehajtásakor mintegy 30 m magasságban egy sirállyal ütközött. A madár olyan szerencsétlenül gabalyodott a kormánylapokat mozgó sodronyok közé, hogy Perry Rogers a gépét zuhanásból nem tudta kivenni és a bemutatón résztvevő mintegy 7000 néző szemelátára a földbe csapódott. A sérülései olyan súlyosak voltak, hogy a helyszínen belehalt. Emberi életet követelő madárral való ütközés napjainkban is előfordul.

1995-ben következett be a katonai repülés egyik legsúlyosabb balesete, amikor is a madarakkal való összeütközés következtében 24 ember vesztette életét.

1995 szeptember 22-én az alaszakai Elmendorf légibázison a 77—0354 számú E—3B AWACS típusú repülőgép felszálláshoz készülődött. Várták, hogy az érkező C—130 Hercules típusú repülőgép után megkezdhesék a felszállást. A leszálló repülőgép a felszállópálya baloldalán legelésző Kanadai ludakat felzavarta. A repülésirányító torony személyzete észlelte a madarak felszállását de nem fordított nagyobb figyelmet rájuk, az E—3B repülőgép személyzetét nem tájékoztatták. Kettő perccel a C—130-as repülőgép leszállása után az AWACS repülőgép megkezdte a felszállását, amikor is a lúdcapat visszafordult és egyenesen a felszálló repülőgép irányába repült. Az irányító toronyból észlelték a vészhelyzetet, de ténykedésre már nem volt idő. A felszállást követő 13. másodpercben bekövetkezett az összeütközés, aminek következtében a repülőgép lezuhant és a 24 főnyi személyzete a katasztrófa során életét vesztette. (1. ábra) E tragikus eset után mintegy négy évre egy újabb katasztrófa következett be.

Samuel D'Angelos az USA Tartalék Légierő 483. Harcászati Repülőezred őrnagya F—16-os repülőgépével valószínűsíthetően egy vadpulykával (a madár fajtája pontosan nem lett meghatározva, a madármaradvány nem volt értékelhető) ütközve halálos kimenetelű balesetet szenvedett. A madár a kabintető jobb első részének ütközött és azt beszakítva a pilóta sisakjának felső részét erősen megrongálta. Ezt követő 30. másodpercben a repülőgép az alatta elterülő legelő szélén álló fenyőfacsoporra zuhant és a pilóta életét vesztette.

A repülés biztonságát befolyásoló tényezők közül a repülőgép madárral történő összeütközése nem tartozik az elsődleges tényezők közé, de a repülésben számos katasztrófa és baleset okozója volt. A madárral történő ütközések a 60-as évektől kezdődően kerültek előtérbe. Ebben az időben ugrásszerűen megnövekedett a polgári és a katonai repülések száma, ami magával hozta az ütközések számának megnövekedését is. A repülésbiztonsággal foglalkozó szakemberek figyelme e terület felé fordult. Az események kivizsgálását és az okok feltárását nagyban megnehezítette az, hogy a korábban bekövetkezett ütközésekről nem volt nyilvántartás, nem létezett egy olyan adatbázis, amelynek elemzése elősegítette volna az okok pontos feltárását, a megelőző rendszabályok kidolgozását. Ez a probléma sürgős megoldást kívánt. Ezért a világ több országában információs bázist és kutató intézeteket hoztak létre. Az intézetek munkájába számos ornitológus és repülésbiztonsági szakember kapcsolódott be. Az összegyűjtött adatok statisztikai és analitikai elemzése után kidolgozásra kerültek a megelőző rendszabályok és intézkedések, aminek hatására a repülőgép madárral történő ütközésének mennyiségi növekedése megállt.



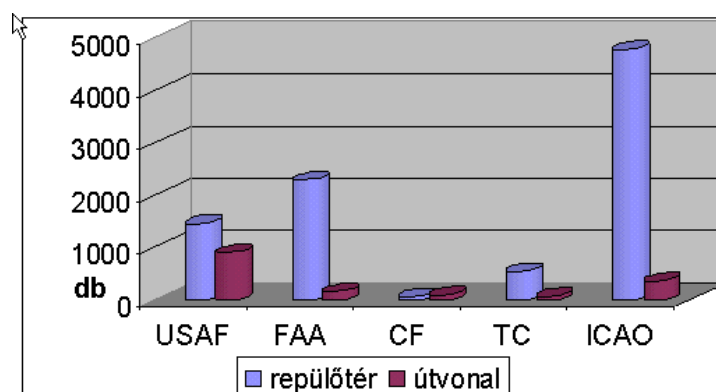
1. ábra
Az E—3B repülőgép mozgáspályája

A MADÁRRAL TÖRTÉNŐ ÜTKÖZÉSEK BEKÖVETKEZÉSÉNEK SAJÁTOSSÁGAI

A madarakkal történő ütközés, a szerencsére ritkán bekövetkező katasztrófákon kívül évente több százmillió dolláros kárt okoz a katonai és polgári repülésben egyaránt.

Például az USA Légierő 1985 és 1999 között mintegy 508 865 094 dollár kárt szenvedett, ami éves átlagban körülbelül 33 924 339 millió dollár kiadást jelent. Megdöbbentő a kapott összeg! Még akkor is kimagaslóan nagynak tekinthető, ha figyelembe vesszük, hogy a vizsgált időszakban 39 854 madárütközés történt.

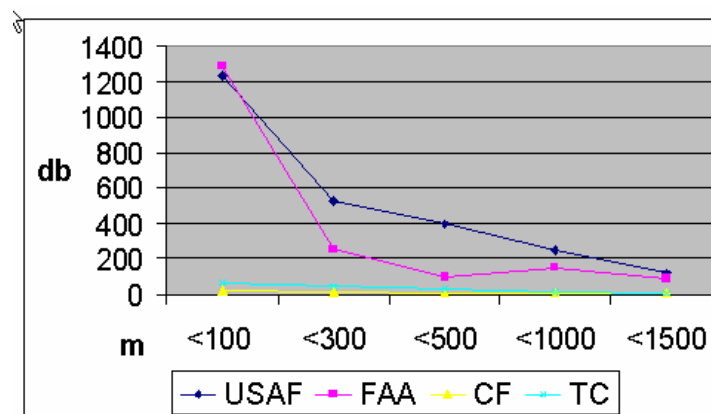
Az USA Légierő, (U.S. Air Force, USAF) a Kanadai légierő, (Canadian Forces, CF) és polgári repülés (Transport Canada, TC), Szövetségi Légügyi Igazgatóság (Federal Aviation Administration, FAA) és az ICAO (International Civil Aviation Organization) által közzétett nagy számú adatok alapján megállapítható, hogy a regisztrált esetek 78%-a a repülőtérén vagy annak közvetlen közelében, míg a fennmaradó 22% útvonalon következett be. (2. ábra)



2. ábra

Ütközések helyi megoszlása

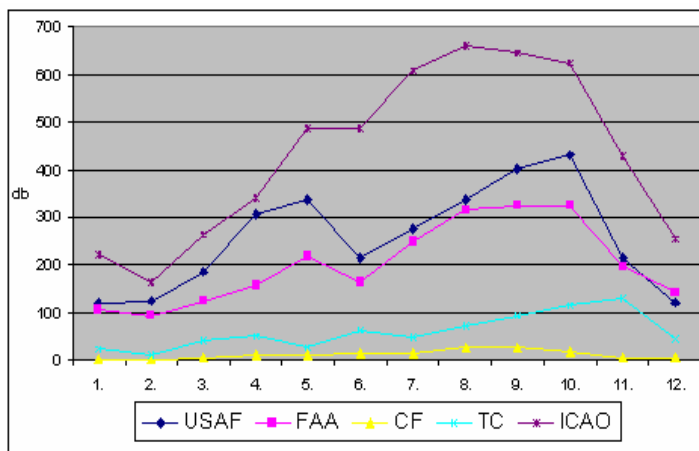
Ha megvizsgáljuk az ütközések magasság szerinti megoszlását, láthatjuk, hogy az esetek 72%-a földközeli, vagy kis magasságon következett be. Az ütközések mintegy 60–80%-a 500 m repülési magasság alatt, a 20–40%-a pedig 1000 m repülési magasság alatt történt. Az ütközések havi megoszlását a (3. ábra) mutatja be.



3. ábra

Ütközések magasság szerinti megoszlása

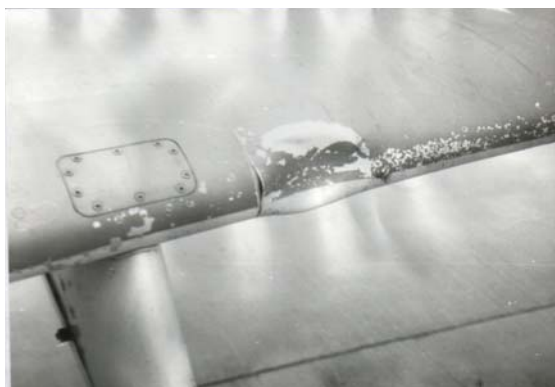
Megfigyelhető, hogy míg tél végén, tavasz elején az ütközések száma viszonylag csekély addig a nyárvégi, kora őszi időszaktól kezdődően az ütközések száma ugrásszerűen megnő, amit a madarak migrációjával lehet összefüggésbe hozni. (4. ábra)



4. ábra
Ütközések havi megoszlása

Hogy a madarakkal való ütközés veszélye, és az okozott kár milyen nagy a magyar katonai repülésben az alábbi példákon szeretném szemléltetni. Csak a legsúlyosabb és bizonyítottan madárütközés miatt bekövetkezett esetek kerülnek bemutatásra

1998. 09. 09-én az L—39ZO típusú kiképző-gyakorló repülőgép Kecskemét repülőtér körzetében madárral ütközött. A felszállás 20 óra 44 perckor került végrehajtásra. Az ütközés a repülőgép-vezetők jelentése alapján a leszállást megelőző tizedik percben következhetett be, nagy valószínűséggel akkor, amikor a légtérrepülést követően az iskolakörre soroltak be, és a kabinban szokatlan hangot érzekeltek. A hangjelenségnek nem tulajdonítottak nagyobb jelentőséget, mivel sem a hajtómű paramétereiben, sem a repülőgép viselkedésében eltérést nem tapasztaltak. A leszállást szabályosan végrehajtották és az állóhelyre történt begurulás után a földi személyzettől, értesültek a madárral történt összeütközésről. A bal felszárny belépője sérült a 8. és a 9. szárnyborda között. A sérült terület 160 mm széles, 100 mm magas és 25 mm mély volt (5. ábra). A sérülés 80–100 munkaóra ráfordítással volt javítható. Ezen kívül a szárny más területein felkenődési nyomok voltak láthatók. A törzsféklap áramvonalazó lemezén madártoll maradványt találtak (6. ábra). Az ütközést követően intézkedés történt a repülőtér és környékén megjelenő madárcsoportok megfigyelésére valamint a hajózó személyzetek figyelmeztetésére.



5. ábra
A bal felszárnny belépő éle

1999. 09. 09-én L—39ZO kiképző-gyakorló repülőgép a felszállást követő negyedik percben madárral ütközött. A madár a fülketető bal oldalának csapódott, majd onnan a szívócsatornába került (7. ábra). A leszállást követően a repülőgépet átvizsgálták és a hajtóműben a kompresszor második fokozat forgólapátkoszorú egyik lapátjánál, a lapátmagasság felénél a belépő éltől kiinduló és a lapátháton végighúzódnó mintegy 20 mm hosszú repedést találtak. A sérülés miatt a hajtóművet ki kellett cserélni.



6. ábra
Tollmaradvány

1999. 10. 13-án a kecskeméti harcászati repülőezred által üzemeltetett L—39ZO kiképző-gyakorló repülőgép légtér feladat végrehajtása után iskolakörön madárral

ütközött. A madár a fülketető jobb oldalának csapódott, de a fülke nem sérült így a leszállást a személyzet rendben végrehajtotta. A repülőgép átvizsgálása során megállapították, hogy a hajtómű megsérült. A sérülés mértéke súlyos de javítható volt.



7. ábra
A becsapódás helye

Mindhárom eset közös jellemzője, hogy a balesetet okozó madarak fajtája nem lett meghatározva, bár az 1998. 09. 09-én bekövetkezett ütközést előidéző madár tollát a repülőgépen megtalálták.

Ahhoz, hogy hatékony madárriasztási tervet lehessen kidolgozni egy adott repterületre, szükséges a repterületen és közvetlen környékén élő és ott rendszeresen megjelenő madarak faji összetételének és egyedszámának pontos meghatározására. Az eredményes madárriasztási tevékenység alapja egy olyan információs bázis, amely tartalmazza a repterületeken és közvetlen környékén élő, fészkelő, és rendszeresen ezeken a területeken táplálkozó, átvonuló madárfajokat, vonulási szokásaikat, és vonulási útvonalait. Az információs adatbázisnak tartalmaznia kell ezeken kívül a madarak számára vonzó területeket (szemétlerakók, vízzel borított területek) is.

A polgári repülésre az a jellemző, hogy főleg repterületek közötti forgalomban nyilvánul meg. Ez azt jelenti, hogy a felszállást követően a pilóta törekszik a lehető leghamarabb elérni az utazó magasságot, — amit egyébként gazdasági megfontolások is indokoltá tesznek — majd a meghatározott magasságon, a kijelölt útvonalon repülve közelíti meg a célrepterületet, és annak közvetlen közelébe kezdi meg a süllyedést a leszállás végrehajtásához. Így ebből az következik, hogy a madárral történő ütközés kockázata a felszállás és a leszállás végrehajtásakor jelentősen megnő az útvonalon végrehajtott repüléshez képest.

A katonai repülések profilja némileg különbözik a polgári repülésétől. A repülés jellegét a végrehajtásra kerülő feladat — harc feladat — határozza meg. A jelenleg alkalmazott harcászati elvekből adódóan a katonai repüléseket főleg földközeli, vagy kis magasságon hajtják végre. Ezért a madárral történő ütközés kockázata nemcsak a leszállás és a felszálláskor jelentős, hanem a repülés egyéb fázisaiban is. Az ütközés veszélye fokozottan jelentkezik a 100 m vagy ez alatti magasságon nagy sebességgel végrehajtott manőverek során, mivel sem, a pilótának sem a felrebbenő madaraknak nincs lehetősége az ütközés, elöl kitérni.

Bármely madár, még ha méretre kicsi is, magába hordja a lehetőséget, hogy jelentős mértékű kárt okozzon a repülőgépben. Minél nagyobb a madár, és minél nagyobb a repülési sebesség annál nagyobb az ütközés következtében keletkező kár. Éppen ezért a repülőgépek számára a viszonylag nagytestű és csoportosan élő madarak jelentenek nagyobb kockázati tényezőt.

Téves szemlélet az, hogy a madarakkal történő ütközések megelőzésére nincs lehetőség. Ha védekezni akarunk a madarakkal szemben, vagyis csökkenteni akarjuk a madárral történő ütközés kockázatát, akkor elengedhetetlenül szükséges, hogy megismerjük a repülőtér és közvetlen környékén élő és átvonuló madárfajok szokásait és életmódját.

Az összegyűjtött és szakszerűen feldolgozott madárütközési adatok irányzatokat tárhatnak fel, amelyek segíthetnek a szakembereknek feltárni az olyan területeket, amelyre a figyelmet összpontosítani szükséges. A madarak viselkedését, szokásaikat valamint egy adott területen élő madarak faji összetételét, egyedszámát hivatott feltárni a Madár Monitoring Program. Ez a program első eleme egy olyan átfogó repülőgép-madár ütközés kockázatát csökkentő programnak, amely lehetővé teszi a repülések biztonságos végrehajtását az ütközési kockázat minimumra történő csökkentésével.

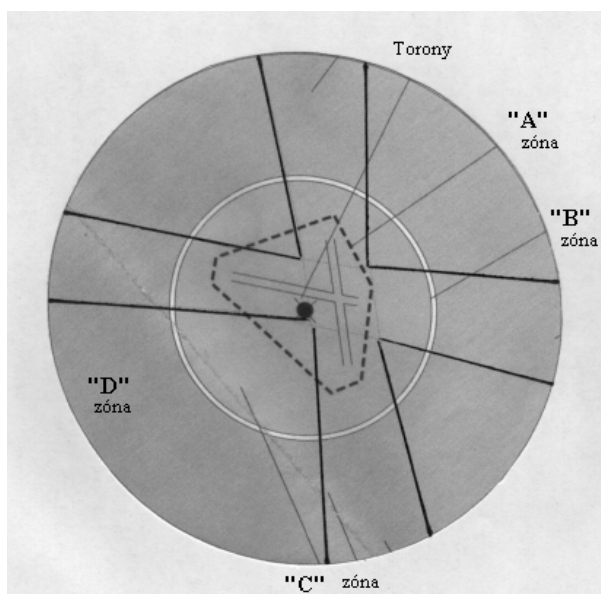
MADÁR MONITORING PROGRAM

A program célja az, hogy meghatározzuk egy adott repülőtérnek és közvetlen környékének ornitológiai helyzetét. A felmérés során meg kell határozni a repülésre veszélyes madárfajokat. Fel kell térképezni az adott területen fészkelő, időszakosan megjelenő, vagy rendszeresen átvonuló madárfajokat, valamint a madárfajok átlagos egyedszámát.

A madárfajok egy része költöző madár, míg a másik részük állandóan egy adott területen él. Ebből következik, hogy a madarak bizonyos fajai szezonálisan jelennek meg a repülőtér körzetében és más fajai állandóan jelen vannak, ezáltal állandó kockázati tényezőt jelentenek a repülőgépek számára.

A költöző madarak egy része az év egy adott szakában egy bizonyos területen megjelenik, fészket rak, költ, és kicsinyeit felneveli. Az idő hidegre fordultával elhagyja a területet. A másik részük csak átvonul az adott területen, esetleg pihenés vagy táplálkozás céljából hosszabb — rövidebb időt eltölt. A költöző madarak e csoportjára az a jellemző, hogy általában azonos vonulási útvonalakat használnak. Minden madárfajnak megvan a saját vonulási útvonala. Pihenő és táplálkozó helyeik is rendszerint azonosak.

A vizsgált területet (repülőtér, repülőtéri körzet) kockázati szempontból négy zónára osztjuk. (8. ábra) Az ábrán az egyes zónákat az ábécé nagybetűjével jelöltük.



8. ábra
Kockázati zónák

Az „A” zóna az adott repülőtér munkaterülete. A repülőgép madárral történő ütközése szempontjából kiemelten fontos terület. A repülőgépek innen indulnak, és ide érkeznek. Az ütközések nagy része e terület felett következik be. Ezért nagyon fontos feladat, hogy meghatározzuk az állandóan e területen élő és időszakosan itt megjelenő madárfajokat, fészkelő, táplálékszerző helyeiket, és a terület feletti átrepülésre használt útvonalait. Fel kell térképezni a madarak számára vonzó területeket. Ilyenek lehetnek a legális, valamint az illegális szemét-

lerakók, piszkos, szemetes területek, időszakosan vagy állandóan vízzel borított területek, rendszeresen mezőgazdasági művelés alatt álló területek.

A „B” zóna le-és felszálló területet foglalja magába. Az „A” és a „B” zóna egyes területei egybeesnek (8. ábra), a madárral történő ütközés kockázata szempontjából a zónák megegyeznek. A lényeges különbség csak az, hogy a „B” zóna tengelyétől bizonyos távolságba is célszerű elvégezni a megfigyeléseket, és különös figyelmet kell fordítani a zónán átrepülő madarak megfigyelésére is.

A „C” zóna egy 3 km sugarú, a „D” zóna egy 8 km sugarú terület a repülőtér vonatkozási pontjától, vagy a repülésirányító toronytól számítva. A két zóna madártani szempontból teljesen azonos, különbség csak a zónák nagyságában van. Mind a két zónára vonatkozóan felmérést kell végezni. A felmérés során meg kell határozni a madarak faji összetételét, egyedszámát. Ezen kívül meg kell figyelni a madarak táplálkozó helyeit, meg kell állapítani a vonulási útvonalait, vonulás időpontját, valamint napi és szezonális ütemét. A kapott adatokat térképen vagy vázlaton rögzíteni kell. A felrajzolt vonulási útvonalak megmutatják az ütközések szempontjából kritikus területeket. Az alkalmazott térképek méretaránya 1:50 000 vagy 1:100 000 lehet.

Az „A–B” zónákra vonatkozó adatgyűjtés szakszerűségét és egységességét a speciálisan erre a célra készített észlelő lap biztosítja. (9. ábra)

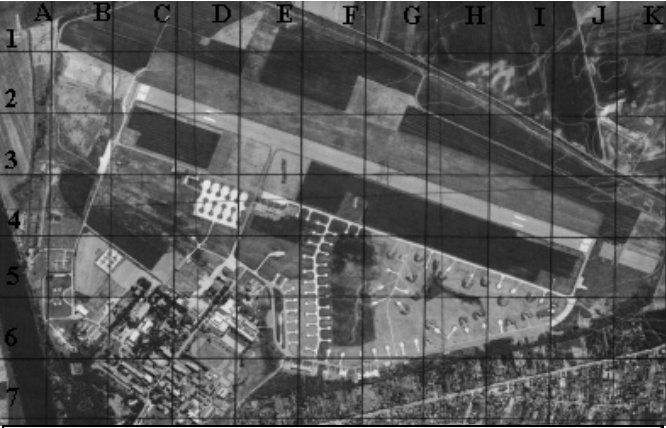
„A – B” ÉSZLELŐLAP

Az észlelőlapon a repülőtér vázlata vagy térképe található. A térképen koordináta hálózat van, amely a megfigyelt madarak helyének pontos és egyértelmű meghatározását biztosítja. A térkép alá az észlelő neve, észlelés dátuma, időpontja kerül bejegyzésre. A megfigyelés ideje alatt tapasztalt meteorológiai viszonyok közül a felhőzetre a szél irányára és sebességére, a csapadékra vonatkozó adatok kerülnek beírásra. A madárfajok nevei mellett azok sematikus ábrája található, amely nagymértékben megkönnyíti a kevés tapasztalattal rendelkező madárfigyelő számára a fajok azonosítását.

A megfigyeléseket naponta célszerű elvégezni. A megfigyelések számára a legkedvezőbb időpont a napkeltét megelőző és követő első óra, déli órák valamint a napnyugtát megelőző és követő első óra. Az éves viszonylatban összegyűjtött adatokat fel kell dolgozni, és rendszerezni kell.

A repülőterek eltérő földrajzi és természeti adottságai miatt a madárfigyeléseket repülőterenként kell végrehajtani, és a kapott eredményeket a helyi sajátosságok figyelembevételével kell feldolgozni.

A repülőgépek madarakkal történő ütközése, illetve az ütközés lehetősége a világ valamennyi államában fennáll, bár a repülés intenzitásától és a földrajzi sajátosságoktól függően a probléma súlyossága más és más lehet. A veszély megjelenhet olyan helyeken is, ahol korábban nem, vagy csak igen csekély mértékben volt jelen. Ezért célszerű létrehozni egy jól felkészült, egységes apparátust, amely képes hatékonyan foglalkozni a madárütközés okozta probléma megoldásával. Sajnos jelenleg sem, a Légierő Vezérkar szervezetében sem a katonai repülőtereken nem folyik a madárral történő ütközések megelőzésére irányuló szakmai tevékenység.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
Dátum:		Észl. időp.:		Időjárás:		Szél: /		Megjegyzés			
Észlelő:											
Név		Koor- dináta	Földön tápl.	pihen	Leve- gőben	Mennyiség					
						<10	>10	>50			
	Daru										
	Sas										
	Galamb										
	Kánya										
	Fecske										
	Rigó										
	Varjú										

9. ábra
A – B észlelő lap (minta)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] PETER Jarmen A manual of airfield bird control. 1993, Bedford United Kingdom
- [2] Dr. BARÁTH Sándor Madárveszély és az ellene javasolt a repülőtereken. 2000, Budapest
- [3] POKORÁDI László Madárveszély a katonai repülésben. Új Honvédségi szemle, 1997/6. p. 66-70. Budapest
- [4] POKORÁDI László A madárral való ütközés elkerülésének lehetősége. Haditechnika. 1997/1. p. 7-8. Budapest
- [5] Flying Safety 1999/4
- [6]] Stephenville Airport Bird Survey. 1997, Transport Canada

It is virtually impossible to prevent all birdstrikes, but there is much we can do to limit our risk, and decrease the chances of a collision with birds. The birdstrike is not the most important factor of flying safety, but bird collisions caused many fatal accidents in the aviation. The article introduces briefly a new bird monitoring program.

A REPÜLÉSBIZTONSÁGI KÉPZÉS SZEREPE A MEGÚJULÓ MAGYAR REPÜLŐSZAKEMBER KÉPZÉSBEN

**Varga Ferenc ezredes
Magyar Honvédség Légierő Vezérkar
Repülésbiztonsági Főnökség
Repülésbiztonsági főnök**

A szerző cikkében a magyar légierő repülőcsapatai kiképzésének biztonságáról, annak jelenlegi helyzetéről, a repülésbiztonságnak a NATO integráció bázisán történő javítása lehetséges útjairól, módjairól ír.

A repülés, különösen a katonai repülés mindig is veszélyes hivatásnak számított, légierőnkben a repülő-kiképzés során sok-sok pilóta, ejtőernyős és több műszaki szakember vesztette életét. A katasztrófák, balesetek vizsgálása — ami a műszaki okok feltárását illeti — ritkán hagyott kívánnivalót maga után. Ugyanakkor, ha minden egyéb ok kizárható volt, a jegyzőkönyvek legtöbbször azzal a sommás és hamis megállapítással zárultak, hogy „az eseményt a pilóta nem szándékolt hibája okoz(hat)ta”. Az effajta következtetések semmivel nem segítették elő hasonló események megelőzését.

A repülőesemények megelőzésében a NATO három új tagországon kívüli légierői rendkívül gazdag tapasztalatokkal rendelkeznek. A tapasztalatok átvétele és hasznosítása új filozófia és értékrend elfogadását, új gondolkodásmódot igényel. A repülőesemények megelőzése a repülőmunkába való beavatkozással történhet — ez pedig parancsnoki feladat. Mint döntéshozók a biztonságunk javítása érdekében ők tehetnek a legtöbbet, ezért nagyon fontos, hogy ahol kell változtassanak megítélésükön, gondolkodásmódjukon.

Tekintsük át a következőkben, melyek azok a területek ahol nemcsak a repülőparancsnokoknak, de valamennyi repülőszakembernek „lépést kell váltani”.

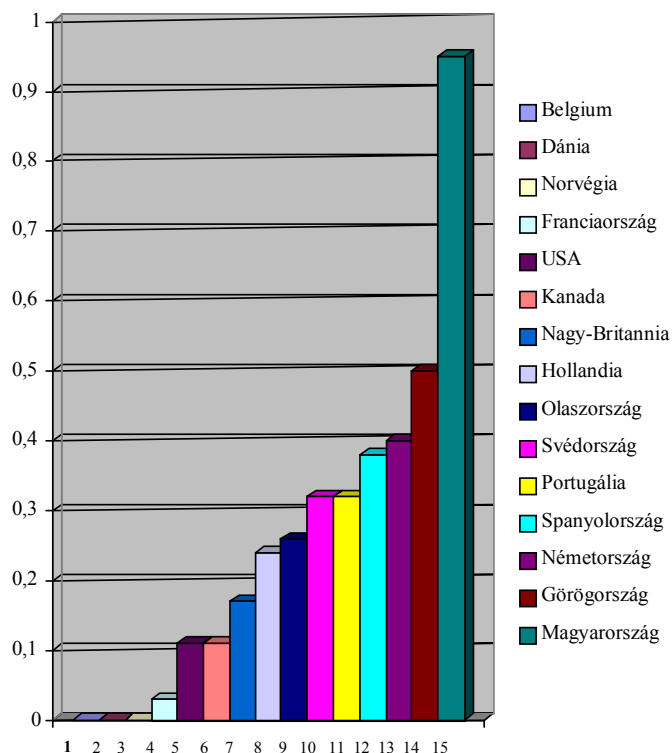
TÉNYEK KATONAI REPÜLÉSBIZTONSÁGUNK MÚLTJÁRÓL

A Magyar Honvédség repülőcsapatai állományából az utóbbi 50 év alatt — békeidős kiképzés során — életét vesztette 182 fő pilóta (repülőszemélyzet) és 20 fő ejtőernyős, megsemmisült vagy nem javítható mértékben rongálódott több mint 200 repülőeszköz. Ezen belül csak az 1983—99 közötti időszakban veszítette

életét 22 fő, elveszítettünk 5 db helikoptert (MI—8, MI—2 és Ka—26) és 31 db. harcászati repülőgépet (MIG—21, MIG—23, MIG—29, Szu—22 és L—39).

A repülésbiztonság nemzetközileg elfogadott fokmérője az egy meghatározott repült óra mennyiségre eső súlyos repülőesemények (un. „class A accident”-ek¹) száma. (Súlyos repülőesemény alatt értik azt, amikor a személyzet valamely tagja életét veszítette vagy eltűnt, vagy maradandó egészségkárosodással járó sérülést szenvedett, és (vagy) a repülőeszközben keletkezett kár értéke eléri az 1 000 000 USD-t.

A magyar légierő repülőcsapatai 1983—99 között összesen 452 642 órát repültek, az „A” típusú repülőeseményeink száma 43, így a 10 000 repült órára jutó repülőesemények száma 0,95. Összehasonlításképpen 14 régebbi NATO-, és más európai ország légierői hasonló mutatóit az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra

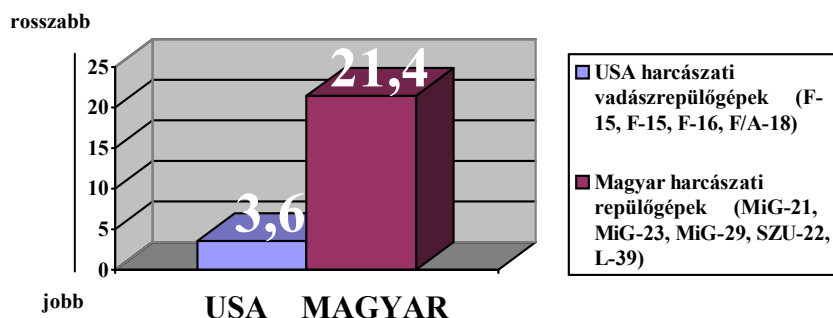
Néhány ország 10 000 repült órára eső súlyos repülőeseményeinek száma

A harcászati vadászipülőgépek baleseti statisztikájának összehasonlításában (2. ábra) szintén szembetűnő a magas veszteségarányunk.

¹ „A” típusú repülőesemény. A NATO országok légierőiben alkalmazott meghatározás.

A jelentős különbségeknek nyilván vannak technikai okai is (egy repülőgép eredendően lehet „emberbarát”, amikor a pilóta által elkövetett vezetés-technikai hibákat könnyű javítani, és ennek ellentéte, amikor elég egyszer hibázni és a repülőgép menthetetlen), de döntően a repülésbiztonságért folyó munka eltérő minősége az, ami a baleseti statisztikában ezt a jelentős eltérést eredményezte és eredményezi.

A magyar repülőcsapatok fejlődésében az 1951-es év döntő változást hozott: megkezdődött a légierő sugárhajtású repülőgépekkel (MIG—15) történő felszerelése. A pilóták kiképzése a Szovjetunióban és idehaza történt. Az erőltetett kiképzés eredményeként 1951—53 között 23 repülő-katasztrófa következett be.



2. ábra

Az USA és magyar légierő harcászati vadászipülőgépeire vonatkozó mutató
(súlyos repülőesemény / 100 000 repült óra)

Ekkor és ezt követően még nem létezett nálunk repülésbiztonsági szervezet, az események kivizsgálását általában ad-hoc kijelölt bizottságok végezték, többnyire állami nyomozóhatóság bevonásával. Az akkori vezetés a katasztrófák okait kizárólag repülőgép-vezetői hibákban, fegyelemsértésekben jelölte meg, de minden esetben vizsgálták a szabotázs lehetőségét is. A katasztrófák igazi okait nem kereste senki, a repülő szakmai körökben a pilóták is olyan következtetéseket vontak le az eseményekből ami leginkább megfelelt egyéni véleményüknek.

Mivel valós ok-feltárás nem történt, a pilóták nem tudtak tanulni a bekövetkezett esetekből, 1953—56 között további 32 repülő-katasztrófa történt.

1961-ben megkezdődött a MIG—21 típusú repülőgép rendszeresítése, ennek a típusnak a vezetéstechnikai nehézségeire mutat, hogy az 1961—69 között bekövetkezett 20 repülő-katasztrófából — repülőgépparkunk sokrétősége mellett — 10 ezzel a típussal történt.

1968-ban végre megalakították az első repülésbiztonsági területen működő szervezetet, ennek alapvető feladata azonban csak a sok bekövetkezett esemény kivizsgálása volt, lényeges hatása a repülőesemények megelőzésére nem volt.

A repülőparancsnokok mindig törekedtek a veszteségek csökkentésére, azonban az ennek érdekében használt alapvető módszereik egészen a közelmúltig kimerültek a repülőmunka rendkívül szigorú leszabályozásában (ami önmagában nem rossz), és az ettől valamilyen mértékben eltérők büntetésében. Büntetés alatt itt nem feltétlenül fegyelmi felelősségre vonást kell érteni, büntetés az is, ha egy akaratlanul hibát elkövető pilótát, irányítót vagy műszaki szakembert nyilvánosan megrónak, hibáit névhez kötve hosszú időre dokumentálják, vagy az elkövetett hiba miatt megfosztják erkölcsi és anyagi járandóságától (aranykoszorús cím).

Ez a „repülésbiztonsági” rendszer teljes egészében illeszkedett az un. szovjet típusú repülési rendszerbe, ahol az emberi hibákat (nem szándékolt eltérés megadott paraméterektől, elhibázott manőver, leszállás, rávezetés stb.) tiltásokkal próbálták megelőzni, a mégis hibát elkövető személyt pedig valamilyen formában büntették. A hibákat csak „nyomozati” (a repülési paramétereket és egyéb adatokat rögzítő) eszközökkel tárták fel, ennek következtében csak arra derült fény, amit a kiértékelő személy (vagy eszköz) szakmai hozzáértése (műszaki lehetőségei) lehetővé tettek. Ez a módszer kiválóan alkalmas volt arra, hogy kiszűrje a repülési fegyelmezetlenséget elkövetőket, az előírásokat szándékosan megsértőket (ők vannak kevesebben). Ugyanakkor alkalmatlan olyan emberi hibák, összefüggések kimutatására, azok mérésére amelyek rendkívüli módon befolyásolhatják, veszélyeztethetik ember és technika biztonságát. Például meg tudná-e valaki mondani, hány esetben történik a kabinban majdnem „félrekapcsolása” egy berendezésnek, majdnem összeütközés kötelékrepülés közben, majdnem eltévedés, majdnem átesés műrepülés közben, egy magassági lépcső félreértése majd helyesbítése stb.? Ezek az információk nálunk sajnos még ma is, többnyire megmaradnak a közvetlen környezet titkának.

A REPÜLÉSBIZTONSÁGI MUNKA CÉLJA, TERÜLETEI ÉS MÓDSZEREI

A repülésbiztonsági munka célja a repülőcsapatok kiképzési veszteségének csökkentése útján hozzájárulni a légierő harcképességéhez.

A NATO integráció folyamatában a repülésbiztonsági integráció célja más NATO országok légierőivel a tapasztalatcsere és annak hasznosítása, ezzel saját biztonsági állapotunk javítása, valamint más repülésbiztonsági szervezetekkel az együttműködési képességünk megteremtése.

A biztonságot meg lehet fogalmazni úgy is, mint *balesetek és veszélyek hiánya*, vagy mint *védettség ezekkel szemben*.

Az ember abban a környezetben, ahol él és dolgozik folyamatosan tapasztalja a közeg biztonságának állapotát. Születésunktől kezdve rendszeresen veszélyeknek vagyunk kitéve és életünk végéig tanuljuk a veszélyek kikerülésének, vagy súlyossága csökkentésének fogásait. A repülésbiztonság az általános biztonság részét képezi, közvetlenül és folyamatosan azonban csak egy szűk réteg, a repülőcsapatok állományának egy része érzékeli annak állapotát, ugyanakkor a bekövetkező események már sok embert, értéket érinthetnek.

A repülés mindig is veszélyes volt és mindig az is lesz. A repülésbiztonsági munka nem tűzheti céljául a személyi és technikai veszteségek teljes kizárását, de törekszik ezen veszteségek *csökkentésére*.

A fejlett repülési kultúrával rendelkező országok a repülésbiztonsági munkának az alábbi három fő területét különböztetik meg:

- megelőző munka;
- oktatás;
- repülőesemények vagy veszélyes helyzetek szakmai kivizsgálása.

A repülőmunka sok-sok *veszélyhelyzetet* foglal magába. Veszélyhelyzetnek neveznek minden feltételt, körülményt és (vagy) eseményt amely repülőeseményt idézhet elő. A megelőző munkában különös fontosságot tulajdonítanak ezen veszélyhelyzetek, az un. „majdnem” esetek felderítésének. A repülőesemények *megelőzése* nem más, mint ezeknek a veszélyhelyzeteknek a felderítése vagy előrejelzése és annak kizárása vagy elkerülése, vagyis elébe menni az eseményeknek, beavatkozni mielőtt a veszélyhelyzet repülőeseményt eredményez. Itt kulcsszerepe van az információnak.

A repülésbiztonsági megelőző munka mint a *kockázatkezelés* jelenik meg a parancsnoki munkában. A *kockázat* valamely veszélyhelyzetnek a parancsnok által történő kezelése, elfogadásának szintje nyomán várható következmények összessége. A repülésbiztonsági szakemberek a helyzet (kockázati tényezők) elemzése eredményeként megalapozott javaslataikkal támogatják a parancsnokot elhatározásai, döntései kialakításában. A parancsnok pedig ezeket a javaslatokat mérlegeli és integrálja saját döntéseibe, vagy elveti azokat. A parancsnok a szakszerű repülésbiztonsági javaslatok elfogadásával megalapozott elhatározást hozhat, míg elvetésével a javasolttól magasabb szintű kockázatot vállal.

$$\text{Kockázat} = \text{valószínűség} \times \text{súlyosság}$$

A kockázat egy esemény potenciális következményeit jelenti, ahol a *súlyosság* az eseménynek a repülés biztonságára való hatása mértékét fejezi ki, míg a *valószínűség* ennek az eseménynek a bekövetkezési esélyét jelenti. Mindkét összetevő, így az eredmény is számszerűsíthető. A pilóták egy repülési feladat előzetes megtervezésekor, vagy a mérnökök egy repülőgép tervezésekor sok-sok ilyen kockázati számítást végeznek el, az eredményeket un. kockázati mátrixokba foglalják.

A repülésbiztonsági oktatás célja a veszélyforrások felismerése és értékelési technikájának kialakítása, adatgyűjtés, elemzés, következtetés helyes módszereinek tanítása, az információszerzés tudománya, kapcsolatteremtési készség, a bizalom kiépítésének képessége, a különböző személyiség típusok ismerete. Az oktatás másik nagy területe a megtörtént események kivizsgálásának tudománya, az események láncolatának, az összefüggéseknek szakszerű rekonstruálása, a szemtanúk és más érintett személyek meghallgatási technikája stb.

A repülőesemények szakmai kivizsgálása lényegesen eltér a parancsnoki tényfeltáró és fegyelmi kivizsgálásoktól, ettől el kell határolni. Míg ez előbbi képzett repülésbiztonsági szakemberek folytatják le, az utóbbit egy ad-hoc bizottság, az előbbi célja annak megállapítása, hogy a repülőeszköz *miért* zuhant le (hibásodott meg, tért el az útvonaltól stb.), az *ok* megállapítása, míg az utóbbinak megállapítani, hogy történt-e fegyelem- vagy törvénysértés, az előbbi jellege tapasztalatszerző, utóbbié megtorló, az előbbi feladata a tapasztalatokra épülő javaslatok kidolgozása hasonló esetek megelőzése érdekében, utóbbié a keletkezett kárral arányos visszatartó hatású büntetés, az előbbi olyan információkra is támaszkodhat ami a kivívott bizalom alapján megszerezhető, az utóbbi az ösztönös ellenszenv miatt alapvetően csak nyomozati eszközökre támaszkodhat.

A REPÜLŐESEMÉNYEK JELLEMZŐI

A repülőesemények soha nem véletlenek, legtöbbször ismétlődőek és bekövetkezésükben közrejátszik az ún. „blood priority”², végül bekövetkezésükben az okok *sorozata* modellezhető.

Főként az ötvenes évekre volt jellemző, de teljesen még ma sem szakítottunk azaz a felfogással, hogy egy repülőesemény az esetek túlnyomó többségében az ún. első vonalbeli üzemeltető, üzemeltető, kiszolgáló hibájából következik be. Nap mint nap a külföldi sajtó is így vezeti be a híreket.

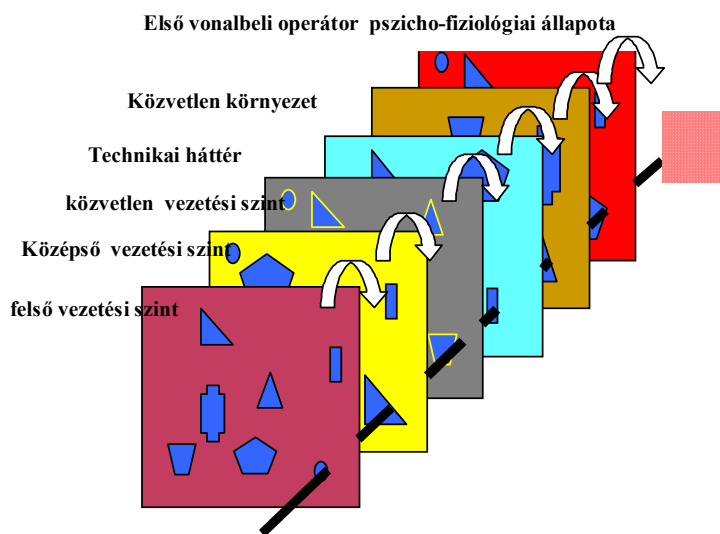
A legújabb nemzetközi kutatások alátámasztják, hogy a repülőesemények többsége *pilóta által vezetett eszközzel, de mindig egy komplex, kiegyensúlyozatlan társadalmi-technikai környezetben következik be*. Egy repülőesemény soha nem egy személy hibájának eredménye, hanem egy rendszer hibáját mutatják. A rendszereket emberek hozzák létre, emberek vezetik, tartják működésben, minősítik és nem utolsósorban emberi érdekek ütközéseinek színtere.

A repülőesemények bekövetkezéséhez sok feltételnek kell teljesülni, ezek két nagy csoportra oszthatók, úgy, mint:

² Jelentése: ismert egy állandó veszélyforrás, de a problémakezelés várat magára az első áldozatig, vagy azon túl is.

- *környezeti feltételek* (családi, munkahelyi háttér, a munka szabályozottsága, a környezet által támasztott és képviselt értékrend, légkör, és minden olyan körülmény, ami hatással van az egyén képzettségére, gyakorlottságára, fegyelmére, fizikai állapotára és figyelmére és /vagy a repülés paramétereire);
- *aktivitás* (a repülőeszköz vezetése, légiirányítás, karbantartás stb.), vagyis minden olyan tevékenység, ami a repülőeszköz helyzeti vagy mozgási energiáját előidézi, vagy megváltoztatja.

A feltételek teljesülése esetén már csak az „indító impulzus”-ra van szükség, és az események visszafordíthatatlan sorozata beindul. Ez az indító impulzus lehet egy kormánymozdulat, egy rádióüzenet, egy figyelemelterelő apróság, vagy egy, a másodperc tört része alatt született rossz döntés.



3.ábra

Egy repülőesemény bekövetkezésében mindig közrejátszik a környezet, és a feltételek teljesülése esetén egyenes út vezet az eseményhez.

AZ INFORMÁCIÓ ÉS A REPÜLSBIZTONSÁGI MUNKA ÖSSZEFÜGGÉSEI

Az ember örökké hibázik (gondoljunk csak Ikaroszra, aki nem hallgatott apja tanácsára és túl magasra repült, emiatt a szárnyait tartó viasz megolvadt és ez a

halálát okozta³). De az ember rendelkezik azzal a képességgel is, hogy képes tanulni a hibákból! A lehetséges hibák *ismerete* javítja az esélyt a hibák elkerülésére, a *megelőzésre* és ezzel a túlélésre.

A repülőmunkában az emberi tökéletlenség hibák sorozatát hozza létre, tartja fenn és idézi elő nap mint nap kísértetiesen ugyanazon módon a repülőeseményeket. E cikk írása közben mutatta be a televízió a Dallasban egy F—16 repülőgép lezuhanását. A katasztrófa közvetlen oka ugyanaz volt, mint ami 1983-ban két magyar pilóta halálát okozta MIG—21UM géppel, ami 1992-ben egy amerikai F/A—18 lezuhanását eredményezte, ami 1997-ben Olaszországban egy SZU—27 katasztrófáját idézte elő, ami 1999-ben Párizsban egy orosz SZU—30 elvesztésével járt: hiba a kismagasságon a lefelé irányuló manőver beviteli paramétereinek betartásában (ellenőrzésében).

A hiba ott lapul:

- a kiválasztási rendszerünkben;
- a munkafeltételek biztosítatlanságában;
- a hiányzó vagy idejétmúlt szabályzatainkban;
- a másodállásban munkát vállalni kényszerítő fizetési rendszerünkben;
- az alkatrészhiányban;
- a leépítéstől való félelemben;
- az esetenkénti erőn felüli feladatvállalásban;
- a bizonyításvágyban;
- az *információhiányban* stb

Végezetül mindezek eredményeként — a pilóta, vagy irányító, vagy műszaki fejében és kezében, amikor levegőbe emelkedik, irányít, előkészít (3. ábra) — a hiba ott lapul.

A hiba jelen lehet egy a kabinban rosszul elhelyezett műszer képében, egy régóta üzemképtelen rádiópelengátorban, vagy századnál megszokott de helytelen felkészítési rendben, vagy egy pilóta rendszeres helytelen figyelemmegosztásában is. A parancsnok részéről ezeknek a hibáknak az időbeni felismerése és a beavatkozás, ez az igazi megelőzés!

Az üzemképtelen berendezésekről, rossz technológiáról könnyű tudomást szerezni, de ami legtöbbször előfordul, az egyén által elkövetett hibák sokaságáról (mert ebből nagyon sok van, akár elismerjük, akár nem) — vagy a „tilosban” járt pilóta ott szerzett, rendkívül fontos, hasznosítható tapasztalatáról — lényegesen nehezebb. Például ha egy pilóta, aki a feladatától eltérve (tehát szabálysértést elkövetve) repülőeszközzel bonyolult helyzetbe került, de kivágta magát, félve a büntetéstől nem osztja meg az így szerzett (később esetleg életet mentő)

³ Egyes pilóták véleménye szerint nem kizárt a műszaki hiba, a viasznak el kellett volna viselnie ezt a terhelést.

információit másokkal, nem beszélhetünk igazi jól működő megelőző rendszerről.

Egy repülőtéren rengeteg olyan hasznos információ hever a földön, vagy búj meg az emberek fejében, ami a döntéshozó pozitív hozzáállásával meghatározó mértékben képes lenne a repülés biztonságát elősegíteni. Csak ehhez az információhoz hozzá kell jutni! Sok országban jól működik egy olyan jelentőrendszer, ahol egy elérhető helyen kihelyezett dobozba bárki, előre elkészített és közzétett formanyomtatványon nevének megjelölése nélkül felhívhatja az alakulat repülésbiztonsági tisztjének figyelmét valamilyen, a megítélése szerint említésre méltó veszélyforrásra. A repülésbiztonsági tiszt feladata ezt a problémát személyesen körbejárni, értékelni és a parancsnoknak javaslatot tenni a beavatkozásra.

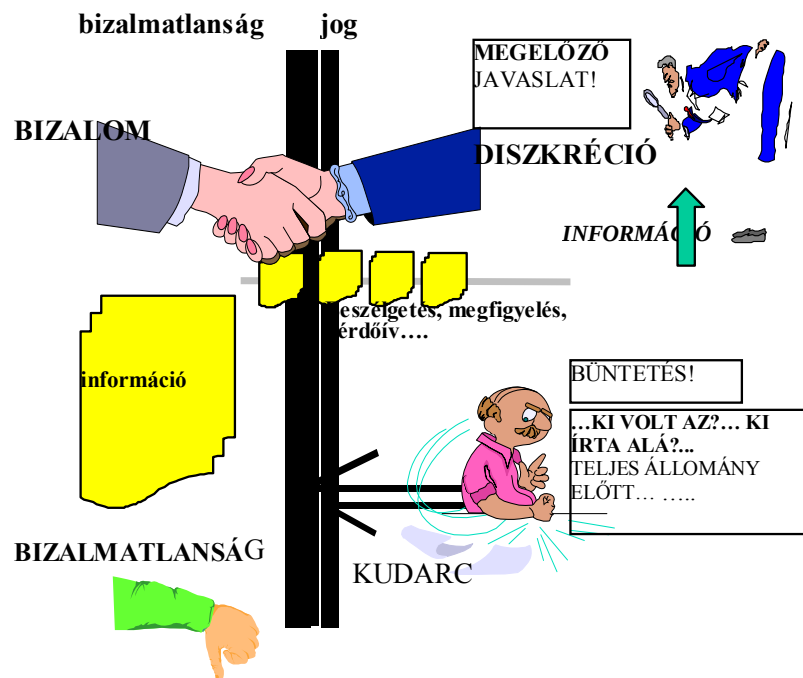
A magyar repülőszakember képzésben a repülésbiztonság oldaláról a megújulás azt jelenti, hogy a parancsnok a repülőesemények vagy veszélyes helyzetek értékelésekor (kivéve ha károkozás történt és azt szándékos fegyelemsértés vagy súlyos gondatlanság okozta, ahol a repülésbiztonsági szakmai vizsgálatról teljesen függetlenül tényfeltáró és ha szükséges, fegyelmi eljárást kell lefolytatnia) nem ragad le az egyénnél, hanem azt vizsgálja: nem a rendszerben van-e a hiba? — az egyéni felelősség keresése helyett pedig a rendszer biztonsága keresését tekinti céljának.

A megújulás érinti a sokkal szélesebb üzemeltető, üzembentartó és kiszolgáló állományt is. Egy pilóta vagy repülőtéri tűzoltó katona nem fogja megosztani saját gyengesége vagy akaratlan hibázása nyomán szerzett információit másokkal, amíg ezzel visszaélnék, elmarasztalják, amíg egy állománytábla rendezésnél, leépítésnél ez hátrányára válhat. De ha a bizalmukat diszkrécióval viszonzjuk, ha a hasznos javaslataikért legalább erkölcsi elismerésben részesítjük őket, nagyon sokat tehetnek a biztonságért. Hosszú út vezet az emberek bizalmának elnyeréséig, de a cél érdekében ezen az úton végig kell menni repülőparancsnoknak és repülésbiztonsági tisztnek egyaránt.

Amikor a szükséges megújulásról beszélünk hiba lenne megfeledezni a saját repülésbiztonsági szakembereinkről. Élnünk kell minden lehetőséggel, ami fokozza szaktudásunkat, azonosulnunk kell munkánk emberközpontú jellegével, a már sok ország által régóta alkalmazott problémafelfogás, a repülésbiztonsági filozófia megértésével és alkalmazásával mindig támogatnunk kell a parancsnoki döntéseket közös célunk, a biztonságos repülés érdekében.

The author in his article is to focus our attention on necessity to change attitude to philosophy on flight safety we inherited from the past.

To increase effectiveness of the Hungarian Air Force, to preserve life and machine commanders in their decisions have to take into consideration flight safety aspects as well.



4. ábra

Az első vonalban dolgozó szakemberek rendelkeznek a legtöbb információval és legtöbb használható javaslattal. Szerezzük meg!

The level of safety in flight for the Hungarian Air Force must be much better what we have now. To increase flight safety we have to establish an information and intervention system based on frontliners' spontaneity and commanders' understanding. To push down the rate of losses human life and aircraft we have to give up old style thinking, to focus on individual instead system, to look for responsibility instead safety, to punish instead to encourage to be open, and as a result, to find personnel responsibility instead system safety.

The base of safety is prevention. To do it well you have to have valuable information and the best way to get it: making good contact with frontline operators. Flight safety officers are in charge for this contact to be able to provide decision makers with best safety advices.

„E” SZEKCIÓ PILOTANÉLKÜLI REPÜLŐ ESZKÖZÖK

A SZEKCIÓ ELNÖKE: MAKKAY IMRE

TÁRSELNÖK: PALIK MÁTYÁS

FLIGHT TODAY AND TOMORROW. DIRECTIONS AND TOPICS OF ELECTRONIC WARFARE RELATED RESEARCH WORK AT NATIONAL DEFENSE UNIVERSITY

Imre MAKKAY
Professor
“Miklós Zrínyi” National Defense University
Electronic Warfare Department

In this paper author made a challenge to introduce Electronic Warfare (EW) department's efforts to manage the most important research directions and topics, connected to air and cosmic space exploitation.

PREFACE

Main goals of National Defense University's education are the knowledge — like a *today's skills*, and the research — as a *tomorrow's promise*. Our department is working in both directions: issues officers having skills to use *today's* advanced military technology and able to train and guide soldiers, and also lets the best sons to be a scientists solve more difficult tomorrow's problems. The first part of activities required more diligence and the second more talent without disclaiming necessity of both.

Our department works on mining and teaching the latest novelty, knowledge of advanced military technology, tactics and strategy. That is why we are collecting all NATO doctrines, Field Manuals, Army-, Air Force-, Navy and Maritime Regulations. We add hot information obtained from the latest journals, reviews or periodicals also. Our department has an online electronic library of all gathered information.

Beyond the highest level of education we deal a big part of effort to find now solutions of nowadays a tomorrows challenges. In our opinion: "Without research no successful education, no prosperous economy, no development and no progress". In the Armed Forces the science research must be performed -

first of all - inside, because only a really military skilled person can project the best weapon, can invent how to use it masterly, can understand the situational awareness and "see" the battlefield. At the National Defense University are the faculties and departments - adequate to dispose of deepest knowledge and here are learning every time the best sons of military people.

Especially tough task was (and is) for our department getting through the language barrier. We found out that, who do not speak English language has a big disadvantage. In the 21st Century the World become a "Global Village" where the "Information Societies" must talking in common language.

A few years ago we started a special language training for our students to perform they EW English, help them to understand spoken language and lead them as many as possible time talking in English with foreign colleagues. We made an EW English vocabulary, abbreviations and terms. We also collected some useful texts for grammar exercises. We asked an American friend to read them for listening exercises. All written and voice material is available on CD.

That is why in this conference one of the most important missions is improving our language skills, try to understand each other and talking - far from perfect - but it is the necessary step to reach to the real challenges - military exercises, peacemaking, peacekeeping procedures.

The Internet like an "Information Highway" is the biggest information source. Communication, obtain information, sending cheapest letter and more by E-mail, advertising and making business - all on the Internet they are daily habit for our department. Thanks to Internet we have all of latest (unclassified) FM-s, regulations, pamphlets and articles of EW sources. At our department every teacher has Internet connection, many of them at home also. Our web site is www.zmne.hu/tanszekek/ehc/indul.htm. Let's visit us.

RESEACH DIRECTIONS AND TOPICS

Research activities at our department base on wide area of interest — it means much larger, than the today's request of duty. We are analyzing not only solutions of arm, being in Hungarian Army, but all of the worldwide military's examples. Even the education for *today's skills* Preface requires looking forward a few years and more. The students/officers finishing the National Defense University must be prepared for 4–5 year with advanced knowledge. That is why very important to teach the world level up to date technology and tactics. That is why we are trying finding the newest answer for challenge of XXI.

Our department is busy more than 20 exact research direction. (A few of them is shown on the Fig.1.)

- Digital battlefield, digital force of XXI. Century
- Information Warfare
- Command Control Communication Computer Intelligence Surveillance and Reconnaissance (C4ISR)
- Command Control Warfare (C2W)
- Using a Cosmic Space for IEW
- EW against advanced navigation systems
- Spread Spectrum devices
- EW against Low Probability of Intercept (LPI) systems
- Magnetic reconnaissance
- Advanced Imagery Intelligence (IMINT) systems
- All Source Analysis System (ASAS)
- Signal Processing
- Computer Attack C4I systems
- Unmanned Air Vehicle (UAV) for EW
- Cruise Missile Defense (CMD)
- Global Positioning System (GPS)
- Advanced Electronic Deception techniques, tactics
- Electromagnetic Compatibility (EMC) techniques, tactics
- Geographical Information System (GIS) based EW Command Control
- Project EW systems, equipment
- Operation Other than War (OOTW) EW
- Electronic attack equipment
- EW management
- Avoiding combat fratricide - Identification Friend or Foe (IFF):
*Battle Combat Identification System (BCIDS); Combat Identification
Dismounted Soldiers (CIDDS); Enhanced Position Location Reporting
System - EPLRS;*
- Countermeasure against Weapon-guiding systems
- Directed Energy Weapon, Electromagnetic Pulse (EMP)

This is far from complete list of our daily hobbit. We are observing dramatic proliferation electronic devices in military technology. Classification these novelties requires the partitioning EW tasks first of all.

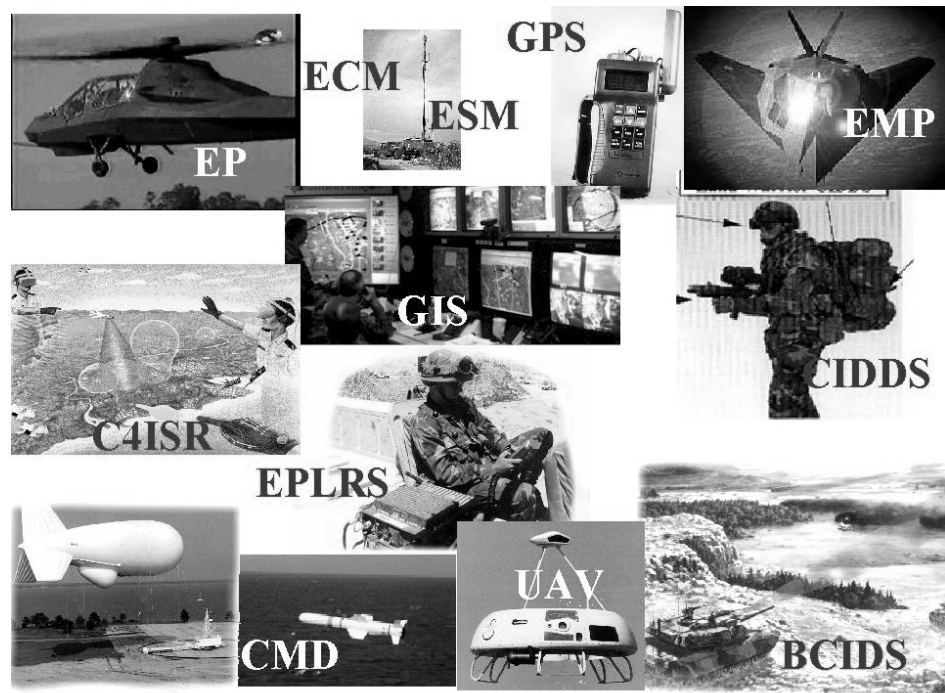


Fig.1. EW and related them for education and research

ELECTRONIC WARFARE TASKS

Electronic warfare any military action involving the use of electromagnetic and directed energy to control the electromagnetic spectrum or to attack the enemy. The three major subdivisions within electronic warfare are:

Electronic attack (EA) uses electromagnetic or directed energy to attack personnel, facilities, or equipment with the intent of degrading, neutralizing, or destroying enemy combat capability. It includes jamming and electromagnetic deception, and employment of weapons that use either electromagnetic or directed energy as their primary destructive mechanism (lasers, radio frequency weapons, and particle beams).

Electronic protection (EP) protects personnel, facilities, and equipment from any effects of friendly or enemy employment of electronic warfare that degrades, neutralizes, or destroys friendly combat capability.

Electronic warfare support (ES) searches for, intercept, identify, and locate sources of intentional and unintentional radiated electromagnetic energy for the purpose of immediate threat recognition. Thus, electronic warfare support provides information required for immediate decisions involving electronic warfare operations and other tactical actions such as threat avoidance, targeting, and homing.

Any EW actions are build upon the comprehensive intelligence gathering. That is why EW and intelligence units are working usually in the same organization - named IEW troops. The various intelligence areas are divided into four intelligence disciplines:

Human Intelligence (HUMINT) is the oldest of the intelligence disciplines. Interrogation and document exploitation is examples of HUMINT operations. Long-range surveillance units, scouts, and patrols may also conduct HUMINT collection.

Imagery Intelligence (IMINT) is the product of imagery analysis. Imagery is derived from, but is not limited to, radar, infrared, optical, and electro-optical sensors. IMINT and imagery systems increase the commander's ability to quickly and clearly understand his battle space. IMINT is an important source of intelligence for intelligence preparation of the battlefield, targeting, terrain and environmental analysis, and battle damage assessment. IMINT is subject to some limitations. Because most imagery requires ground processing and analysis, IMINT may be unable to respond to time-sensitive requirements. Imagery collection also be hampered by adverse the weather and the vulnerability of the platform.

Measurement and Signature Intelligence (MASINT) uses information gathered by technical instruments such as radar's, lasers, passive electro-optical sensors, radiation detectors, seismic, and other sensors to measure objects or events to identify them by their signatures. The Remotely Monitored Battlefield Sensor System (REMBASS) is an example of a MASINT collector.

Signals Intelligence (SIGINT) results from collecting, locating, processing, analyzing, and reporting intercepted communications and non-communications (for example, radar's) emitters. SIGINT provides the commander with valuable intelligence and targeting information on enemy intentions, readiness status, and dispositions by intercepting and locating enemy command, maneuver, fire support, reconnaissance, air defense, and logistics emitters. SIGINT operations require efficient collection management and synchronization to effectively overcome and exploit enemy efforts to protect his critical communications and weapons systems through emissions control, communications operating procedures, encryption, and deception. SIGINT is subdivided into:

communications intelligence (COMINT), electronic intelligence (ELINT) and foreign instrumentation signals intelligence (FISINT).

Counterintelligence (CI) mission is to support force protection. By its nature, CI is a multidiscipline (MDCI) - counter-HUMINT, counter-IMINT, and counter-SIGINT - function, designed to defeat or degrades threat intelligence and targeting capabilities. MDCI is an integral and equal part of IEW.

Collecting, analyzing, and processing information in foreign technological developments obtain *technical Intelligence (TECHINT)*. The two parts of TECHINT, battlefield TECHINT and scientific and technical intelligence support commanders at all levels.

Electronic Warfare (together with Physical Destruction, Operations Security, Military Deception and Psychological Operations) is fundamental part of *Command and Control Warfare (C2W)*. Electronic attack capabilities allow operational commanders to exploit, deceive, degrade, disrupt, damage, or destroy sensors, processors, communications, C2 nodes, and counter-C2 assets. Spectrum supremacy and delay, denial, or distortion of information in the adversary information system are the objectives. Electronic protect measures allow the friendly C2 nodes to avoid similar hostile EW attack.

Effective EW operation requires numerous condition. A few most important are shown on the fig.2. These requirements are related each other in many another relationships also.

ELECTRONIC PROTECTION EFFECTIVENESS OF AIR/SPACE VEHICLES

EP effectiveness of Air/Space Vehicles depends on the next requirements:

— Against adversary ISR/ESM

Tactics: the Chinese classical writer Sun Tzu (500 BC) maintains:

“All warfare is based on deception. Hence, when able to attack, we must seem unable; when using force, we must seem inactive; when we are near, we must make the adversary believe we are far away; when far away, we must make him believe we are near. Hold our baits to entice the adversary, feign disorder, and crush him.”

Sun Tzu's philosophy works today and must be true in the next wars also.

Technology: *camouflage* air vehicles requires very difficult and expensive technology. Even the today's *Stealth* aircraft can be seen on the B-band radar

displays. The B-band second-radar conception is one of our interesting research directions.

We know NASA technology that would aid the identification of airborne subjects designed to detect turbulence, wind shear and micro burst conditions.

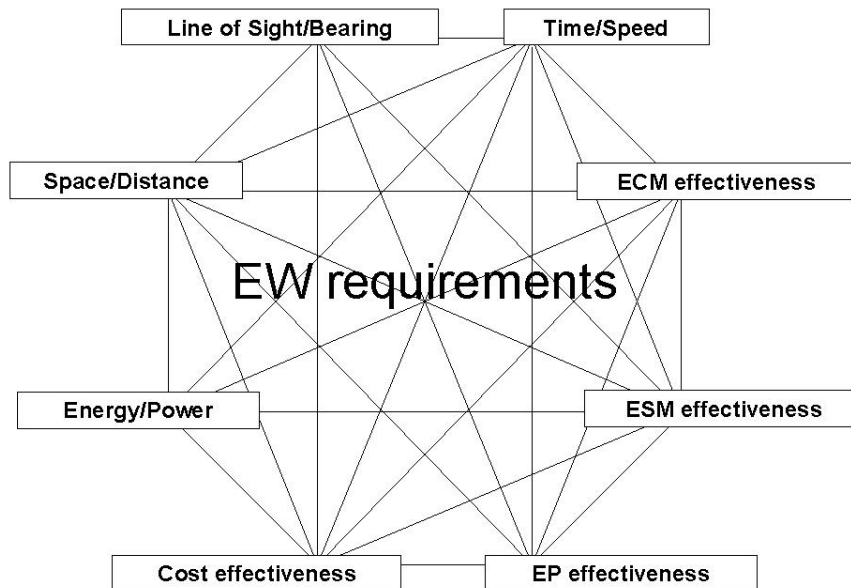


Fig.2. EW requirements of air/space vehicles

This technology could be extrapolated to detect aircraft flights through a given area, coupled with disturbances in the earth's magnetic field, vortex detection tracking of CO₂ vapor trails, and identifying vibration and noise signatures would create a *sensory signature* that could be compared against a data base for classification. Let's think about realization some of them.

— Against hostile ECM

Tactics: for the successful protection friendly air vehicles necessary to know deeply adversary's ECM capabilities which is the main task of TECHINT. It is in close contact with information superiority.

Information Superiority - The capability to collect

- process, and disseminate an uninterrupted flow
- of information while exploiting or denying an
- adversary's ability to do the same.

It means the next also: air operations planners must be trained in hostile ECM and friendly EP technology.

Technology: for protection air vehicles necessary to use:

- ECM hardening electronic devices on board
- ECM resistant (radio)communication system
- ECM resistant ISR system
- ECM resistant navigation system.

All of these tasks are parts of our EW department's research interests.

ESM EFFECTIVENESS OF AIR VEHICLES

Tactics: air vehicles and pilots before charge must be fitted to detect all adversaries threat (rocket launching, radar- or laser warning). That is why important task to collect hostile radar transmitters signal. They are stored for library, which is asked before deploying air forces at the same area.

Technology: on the board must be received all spectrum where hostile threat generated signal can be find (radar radio-wave, heat of rocket-engine). One of the last ESM inventions is UV-seekers to find rocket-, and turbojet radiation.

INTELLIGENCE SURVEILLANCE RECONNAISSANCE EFFECTIVENESS OF AIR/SPACE VEHICLES

Air and space vehicles traditionally the best carries for large scale of ISR devices. The significant advantage of air/space vehicles is the favorable line of sight/bearing, which is, as matter of fact hard to explain in many land-land situation. This is especially important demand in SIGINT (ELINT, COMINT), IMINT, MASINT operations.

One of the most interesting part of our interest is multispectral/hiperspectral imagery intelligence. Multispectral imaging devices was carried first on Landsat I in 1972. It has included image over a small number of broad spectral bands. Imaging spectrometry has gone through considerable development since its origins in multispectral imaging. The spectral resolution, spatial resolution, and detector technology improve successive design, yielding instruments of increasing sophistication. The Hyperspectral Digital Imagery Collection Experiment (HYDICE) is the next generation high resolution, airborne imaging spectrometer. HYDICE covers the spectral range from 0.4-2.5 μm , with an average spectral resolution of 10.2 nm. At a design altitude of 6 km, spatial resolution is 3 m over a 936 m swath.

As far as we determined all these part of EW requirements are contributed each other. Development of one of them influence to a few others. When enhanced a few, no one stay without change.

ECM EFFECTIVENESS OF AIR/SPACE VEHICLES

Tactics: ECM effectiveness of air/space vehicles depends on another time/speed, line of sight/bearing, space/distance, energy/power and cost — effectiveness — requirements (see Fig. 2.). Only the well-tailored joint — Air/Land/Sea — operation can be decisive in the XXI century battlefield. Contribution Air–Land, Air–Sea, Air–Air ECM maneuver with Electromagnetic Compatibility (EMC) own troops electronic devices, that is the biggest challenge in the digital battlefield.

Technology: beside passive chaffs the active towed decoys (DASA) and guided false targets proliferation is seemed. They are repeating radar signal more intensive than aircraft's fuselage so bring to itself attention of radar guided weapons.

Today's "Generation X" self-protection electronic countermeasures are sophisticated digital systems designed to operate covertly and have the ability to both control the victim radar and manage its response. ECM pods offer the ability to provide dedicated cooling for the jamming transmitters and reduced integration/installation losses for increased jamming power. The pod concept also provide multiplatform capability by minimizing the need to outfit every strike aircraft with an internal ECM system. The 2000–and–beyond threat is dynamic and responsive. Generation-X ECM systems face a "rainbow threat," combining technologies and platforms from multiple countries and design philosophies. Seamless integration of the EW suite will take advantage of digital receiver, advanced processing architectures and multifunction antenna designs to break down traditional situational awareness, radar warning and jamming functional boundaries.

Our department is working on new generation of air vehicles carrying ECM and other IEW pods. This is a "helicopter-looks" remote controlled, unmanned air vehicle with 25 kg payload weigh, maximum 2500 m high and 100 km radius capability. This UAV will make a revolution not only in Hungarian Army's IEW and other military, but civilian need also (rescue, catastrophe, disaster, finding loosing people, coast- and boarder guard). In this project is taking part numerous university's departments and institutes.

CONCLUSION

This paper can be only an information list of our EW department's effort to change and develop electronic warfare related topics and directions in the National Defense University's global research program. Many of them are cultivated by our department's students, aspirants for Ph.D. degree, teachers and associated research workers.

We are deeply sure that success of education requires a large amount of science research results. Our department supports all initiation directed to develop IEW tactics and technology. We organize conferences — as rule as two times a year — where our results are reported and followed a special issued paper.

We call for cooperation departments, research workers, students from another profession interested in EW related them. We are waiting aspirants for Ph.D. course in large scale of theme.

LITERATURE

- [1] BRENDAN P. – RIVERS: Towed Decoys Come Out of the Black, Journal Electronic Defense 1999/6
- [2] ZACHARY A. Lum.: Friend?...Foe?...Fire!!!, Journal Electronic Defense, 1999/5.
- [3] KOCKS, Kathleen: Helicopters: Hunters, Not Victims, Journal Electronic Defense 1999/5
- [4] MAKKAY, Imre: New Challenges of IEW in XX. Century, Hadtudományi Tájékoztató, 1997-7, Budapest, 1999. (87-98) o.
- [5] Makkay, Imre: Aerostats - IEW Payloads On Board, 12th Hungarian Days Of Aeronautical Sciences Conference, Budapest, Nyíregyháza, June 2-4 1999 pp (47-58).

A PILÓTANÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK CIVIL ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

**Palik Mátyás őrnagy
egyetemi adjunktus
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Hadtudományi Kar
Repülőtanszék**

A cikk röviden ismerteti a pilótanélküli repülőeszközök harci alkalmazásának jelenlegi formáit, megemlíti a várható fejlesztések irányait, és ajánlásokat tesz e haditechnikai eszközök civil szférában történő lehetséges alkalmazására.

BEVEZETÉS

Túlzás nélkül állíthatom, hogy igen ritka az olyan repüléssel foglalkozó (akár hazai, akár külföldi) szaklap, melynek legalább minden második számában nem találkozunk olyan cikkel, amely a pilóta nélküli repülőgépek (UAV) fejlesztésével, jelenlegi és várható alkalmazásukkal lenne kapcsolatos.

Nem véletlen az, hogy ezek a rendszerek ennyire az érdeklődés középpontjába kerültek. Ennek magyarázata számomra több oldalról is megvilágított és igen nyilvánvaló. Egyrészt a második világháború óta lezajlott helyi háborúkban, fegyveres konfliktusokban, különböző béketeremtő vagy békekikényszerítő akciókban e rendszerek általában a feladatainkat igen jó mutatókkal oldották meg. Másrészt az eszközök beszerzési, fenntartási és javítási költségei jóval alatta maradnak egy hasonló harcászati mutatókkal bíró, de pilóta által vezetett repülőgépének.

Napjainkra igen felértékelődött a jól kiképzett, nagy harci tapasztalattal rendelkező pilóták „értéke” elvesztésük egy-egy bevetés során súlyos veszteségként jelentkezik. Ez is magyarázata, — nem utolsósorban — a különböző pilóta nélküli repülőeszközök nagyarányú fejlesztésének.

Az UAV napjainkban — mint minden más haditechnikai eszköz — folyamatos fejlesztési fázisban vannak. Alapjaiban a velük szemben támasztott igények, elvárások kikristályosodtak és ezeknek az igényeknek a fejlesztők

rendszereikkel meg tudnak felelni, bár az alkalmazás során szerzett tapasztalatok miatt a rendszereket folyamatosan fejlesztik.

Jelenleg a világ számos pontján, több tucat UAV fejlesztési program is folyik, melyekben vezető szerephez jutott Izrael, az Egyesült Államok, Kanada, Franciaország és Németország.

Az UAV harci alkalmazásának lehetőségeit vizsgálva, sok esetben vetődött fel bennem az a kérdés, „Mire lehetne használni ezeket az eszközöket békében?”. Közismert sok olyan harci technikai eszköz, melyet nem háborús időszakban a civil szféra, a nemzetgazdaság is igénybe vesz. Miért ne lehetne egy ilyen eszköz az UAV is? Mi szól emellett az alkalmazási mód mellett? A teljesség igénye nélkül, hadd említsek meg pár gondolatot.

- Az általános harc kiképzési rendszeren túl a speciális (civil jellegű) feladatok emelik a kezelő állomány kiképzettségi szintjét, ráadásul a feladatok nem a megszokott környezetben (bázis, légtér, útvonal) zajlanak. E miatt a feladatokra speciális felkészülés szükségeltetik, mely idővel az állomány profizmusát emeli.
- A civil szféra számára végrehajtható feladatoként a megrendelő fizet, ami nem kis bevételt jelenthet a bérbeadó számára.
- Jól jár a megrendelő is, hiszen — az UAV-k fajlagos költségeit figyelembe véve — olcsóbban jut a végeredményhez, mintha az adott feladatot más eszközzel oldotta volna meg.

De mik is azok az adottságok, azok a lehetőségek, melyek birtokában az UAV-k képesek feladatokat megoldani a civil szféra részére?

A válasz nem túl egyszerű, melynek magyarázata abban keresendő, hogy ez az alkalmazási forma még nem kiforrott, példaként is csak igen elvétve találhatunk az UAV-kal foglalkozó szakirodalmakban.

Világítsuk meg talán azt, hogy milyen harc feladatra képesek jelenleg ezek az eszközök, mik a várható fejlesztések irányai és ezek után adhatunk választ arra, hogy milyen feladatokat végezhetnének béke időszakban is.

AZ UAV JELENLEGI ALKALMAZÁSI TERÜLETEI

A LÉGIFELDERÍTÉS ÉS A MEGFIGYELÉS napjainkban még mindig a legfontosabb feladata az UAV-k számára. A felderítési információkat a pilóták veszélyeztetése nélkül is képesek biztosítani. Ez nagy segítséget jelenthet az alkalmazó csapatai számára. Ellenőrizhetik az ellenséges csapatok elhelyezkedését, harcrendjét, fegyverzetét, azok manővereit, akár az ellenség hadműveleti mélységében is. A harctevékenységek során az eszközök hatékony

működése megfelelő céladatokat igényel. a koordináták meghatározásához a csapás hatékonyságának biztosításához illetve eredményességének megállapításához. Végrehajthatnak közepes és a nagy hatótávolságú (hagyományos csöves vagy reaktív) tűzértség, a harcászati repülők, a harci helikopterek számára célfelderítést, tűzhelyesbítést esetleg célmegjelölést is, illetve adatokat végrehajtott csapások eredményéről. Megfigyelhetik a tűzszünetek betartását.

A légvédelem a hagyományos felderítő repülőgépeket könnyen sebezheti, az UAV-kal történő felderítés azonban kisebb veszteségekkel oldható meg. Egy védelmi hadműveletben, a korlátlanul manőverezhető ellenséggel szemben a védők csak korlátozottan manőverezhet, miáltal megnő az ellenségről szerzett információ jelentősége. Minden vezetési szinten lévő parancsnok rendszerint információ hiányban szenved. A hagyományos felderítési információ átfutási ideje nagy, sok esetben nem kielégítő, hiszen alig éri el az ellenség 5–10 km-es mélységét. Ezzel szemben egy harcászati hatósugárral rendelkező felderítő UAV-k fedélzeti berendezéseik révén képes 50–100 km-es mélységig felderítési információkat biztosítani. Napjaink UAV-i képesek fotó, videó, infravörös, rádióelektronikai és rádiólokációs információkat biztosítani az adott területről, és azokat valós időben átjásznai a megfelelő vezetési szintekre, közvetlen, titkosított adatvonalon, vagy akár műholdas adatláncon keresztül is. Repülési időtartamuk (2-5 óra) biztosítja ebben a mélységben felderíteni az ellenség legfontosabb objektumait, annak várható tevékenységét.

MINT AZ ELEKTRONIKAI HADVISELÉS eszközei egyre fontosabb szerepet töltenek be a hadviselő felek arzenáljában. Az UAV gyártók filozófiája abban áll, hogy egy általános UAV-t speciális fedélzeti berendezések variálásával számtalan feladatra lehessen használni. Ez természetesen nagy kihívás az elektronikai berendezéseket gyártó vállalatok számára, hiszen, az általuk gyártott eszközöknek lehetőség szerint több követelménynek is meg kell felelniük. Kompatibilisnek kell lenniük a már meglévő UAV-kal, meg kell felelniük bizonyos harcászati követelményeknek is. Képesek az UAV-k elektronikai felderítési feladatokat ellátni, melyek során végrehajtják az ellenség vezetési és fegyverzetirányítási rendszereinek, elektronikai objektumainak, technikai jellemzőinek és az általuk továbbított információknak a felderítését. Ezek az UAV-k különböző elektrooptikai, rádiólokációs, rádió- és rádiótechnikai felderítő eszközöket hordozhatnak.

Az elektronikai zavarás során tevékenységük az ellenség technikai (felderítő, vezetési és fegyverzetirányítási) rendszerei és eszközei működésének — zavarással történő — megakadályozására vagy megnehezítésére irányul. Ennek megfelelően különböző rádió- és rádiótechnikai zavaró-berendezésekkel lehet ellátni őket. A

felderítést útvonalon, a zavarást meghatározott légtérből, órjáratozással hajtják végre.

A KUTATÓ–MENTŐ MŰVELETEK melyek napjainkra egyre fontosabbak egy modern háborúban is, mivel egy jól kiképzett és felkészített személyzet elvesztése nagy veszteség a harcoló fél részéről. Elsődleges az emberi élet megmentése, kimentése veszélyes helyzetekből. Ezekben a műveletekben egyre nagyobb szerepet kapnak az UAV-k hiszen adottságaikat, itt jól ki lehet aknázni. Az esetek többségében e feladatokat az ellenség mélységében esetleg nehezen terepen kell végrehajtani. Képes rejtetten megközelíteni a bajba jutottat, tájékoztatást tud nyújtani a mentő csoport részére az ellenség elhelyezkedéséről, technikájáról.

A KÜLÖNLEGES LÉGI MŰVELETEK kategóriájában több speciális feladat is végrehajtható az UAV-kal. Ezek közül az egyik legfontosabb a MEGTÉVESZTŐ TEVÉKENYSÉG melyet általában a rejtéssel, imitálással, álcázással és dezinformálással, kapcsolatos rendszabályokkal együtt alkalmazzák azért, hogy az ellenséges légierő és légvédelem erőit elvonják a saját repülők fő tevékenységének körzetétől. Ezt a tevékenység fajtát a helyi háborúban széleskörűen alkalmazták. A megtévesztés fő célja az ellenséges légvédelem idő előtti riasztása. Ezáltal gyengíthető a vadászipülő és légvédelmi rakétaoltalmazás, felfedhető a légvédelem diszlokációja. Az UAV-k mozgásparamétereik alapján — mint rádiólokációs célok — a helikopterekkel téveszthetőek össze.

Másik fontos feladat a híradás biztosítása. Harctevékenység viszonyai között általában a legtöbb probléma a föld-föld (hajó-hajó) rádióösszeköttetéssel van. Ezek kiküszöbölése érdekében az UAV-k egyfajta rádió-retranszlátor szerepét tölthetik be. Fedélzeti berendezéseik segítségével képesek a kiválasztott egy, vagy több rádiófrekvencia vételére erősítésére és továbbítására. A mikrohullámú és a digitális technika fejlődésével elérték azt a színvonalat, hogy zavarmentes, adat- és rádióösszeköttetés folyamatos fenntartására is képesek.

Erre a feladatra az egyhelyben „függeszkező” forgószárnyas eszközök igazán alkalmasak, de ugyanezt a feladatot más hagyományos felépítésű UAV is képes ellátni, mely meghatározott légtérben vagy útvonalon is repülhet.

Ezáltal fontos eszköz lehet a légi támogatásban résztvevő repülő erők csapásainak a végrehajtásában. Sok esetben fontos lenne ezeknek a repülő kötelékeknek az informálása, pl. a harctevékenység során beállt változásokról, az ellenséges vadászipülő tevékenységéről vagy új, fontosabb feladatokról.

Más alkalmazási lehetősége a bekerítésben harcoló egységekkel, alegységekkel vagy az ellenség mélységébe átdobott légimobil harccsoporttal ill. harcászati légideszanttal való híradó összeköttetés biztosítása.

A FEJLESZTÉSEK IRÁNYAI

Jelenleg a világ számos pontján folynak UAV fejlesztési programok. Alapvető céljuk egyrészt meglévő UAV-k modernizálása valamint új típusú fedélzeti eszközökkel történő felszerelése, másrészt a folyamatosan változó harcászati elveknek megfelelően teljesen új eszközök kifejlesztése.

Napjainkig az UAV-kat legnagyobb számban felderítésre, harcmező megfigyelésre alkalmazták. A felderítési feladat a pilóta által vezetett repülő számára igen nagy veszélyt jelentett, az UAV viszont technikai paraméterei miatt sok esetben észrevétlen maradt az ellenség légvédelme számára. Másrészt viszont a megszerzett felderítési adatok az UAV-ról valós időben juthatnak el a felhasználó parancsnokságok, törzsek részére.

A felderítésben elsőrendű jelentőségű az ellenségről és a harcterületről szerzett képi-, elektor-optikai és akusztikai felderítés, mivel a műveleteket vezető parancsnokoknak ezek nagy segítséget nyújtanak a terep és az ellenség értékelésében, majd ezek után a harctevékenység megtervezésében, végrehajtásában, vezetésében.

A fedélzeti felderítő rendszerek lehetőséget nyújtanak általában egyszerű időjárási viszonyok között nappal és éjszaka a harcmezőről (vízfelszínről) készült két vagy háromdimenziós felvételek elkészítésére, melyekről nagy pontossággal meghatározhatóak az ellenséges objektumok, a veszélyes célok esetleg a kedvezőtlen környezeti (terep) hatások.

Már a korábbi UAV-k is felszerelhetők voltak különböző elektronikai felderítő berendezésekkel, melyek segítségével képesek voltak rádió és rádiolokációs felderítés végrehajtására, meghatározva ez által egyrészt, a felderített technikai eszköz települési helyét, szervezeti hovatartozását és működési paramétereit, mellyel nagy segítséget nyújtottak az ellenség vezetési struktúrájának felfedésében, valamint a legveszélyesebb célok (légvédelmi rakétaindító állások) kiválasztásában és az ellenük való hatásos tevékenység megtervezésében.

Felhasználták őket rádió retranszlációra és egyéb adatátvitelre elsősorban a kis magasságon a közeli harcászati mélységben tevékenykedő helikopterek és nagyobb mélységben felderítési feladatot végrehajtó más UAV-kal való kapcsolattartásra. Ezekre a feladatokra a helyből felszálló és hosszabb ideig egy helyben „lebegni” képes eszközök a legmegfelelőbbek.

Ezen kívül végrehajtottak megtévesztő tevékenységet is, elsősorban a légvédelem különböző elemeinek (felderítő és rávezető rádiólokátor állomások) idő előtti tevékenységre készítésével, ami során felfedték a légvédelem aktív elemeit és elterelték a figyelmet a fő feladatot végrehajtó erők tevékenységéről. Ezek azok a fontosabb feladatok, amelyeket napjainkig az UAV-k képesek voltak megoldani.

De nézzük most meg milyen újszerű változásokat hozott az elmúlt pár év és milyen irányú törekvések várhatóak a jövőben ezen eszközök alkalmazásában. A fejlesztők nagy hangsúlyt igyekeznek fektetni a különböző rendszerek közötti helyes egyensúly megteremtésére. Az eddig meglévő, felsorolt feladatok megmaradtak azzal a kiegészítéssel, hogy törekszenek az eszközök repülési paramétereinek javítására, beleértve a repülési időtartam és távolság növelését, esetleges a manőverező képesség növelését.

A fejlesztések a nagyobb teljesítményű de kisebb fajlagos tüzelőanyag fogyasztási jellemzőkkel rendelkező hajtóművek cseréjével és új aerodinamikai formák alkalmazásával, másrészt a fedélzeti berendezések méretének és súlyának csökkentésével, az ezzel járó tüzelőanyag készlet megnövelésével vagy a toló/vonó erő és a súlyviszony javításával jártak együtt.

Talán mégis a legfontosabb feladattá vált az eszközök felderíthetőségének csökkentése, ezáltal túlélőképességük növelése. Ezt általában a radarvisszaverő felület csökkentésével, Stealth technológiák alkalmazásával, a hajtóművek hangjának és esetlegesen hőkibocsátási együtthatójának csökkentésével valamint irányított szűk sávú adatátvitellel kívánják elérni.

Mivel gyakoriak voltak az UAV-k veszteségei a feladatok végrehajtása utáni leszálláskor, ezért fokozottabb figyelmet fordítanak a visszatérő rendszerek tökéletesítésére, elősegítve a minél többszöri felhasználást és ez által a kedvezőbb megtérülést.

A megrendelők egyik prioritást élvező igénye a gyártókkal szemben a minden időjárási viszonyok közötti alkalmazhatóság kiszélesítése. Ennek érdekében a gyártók igyekeznek felszerelni az eszközöket a legmodernebb Inerciális (INS), illetve műholdas (GPS) navigációs rendszerekkel. E berendezések biztosítékai az UAV-k sebészi pontosságú navigációs képességének, ez által a feladatok legnagyobb pontosságú végrehajtásának is.

Új feladatként jelentkezik a meglévő fedélzeti eszközök (felderítő, adattovábbító, navigációs) felújítása, cseréje ez által a régebbi és az újabb eszközök közötti kompatibilitás megvalósítása, valamint új típusú berendezések (infravörös kamera, lézer megvilágító és távolságmérő, szintetikus rádiólokátor) beépítése, ezáltal új típusú feladatokban való részvétel elősegítése.

Nem teljesen új de egyre markánsabban fogalmazódik meg az elektronikai zavarás feladataiban való részvétel. A megoldás egyik formája egy hagyományos UAV,

melynek hajtóműve képes elegendő elektromos energiát fejleszti egy viszonylag nagy teljesítményű zavaradó működtetéséhez. Másik formája a zavarásnak az egyszer használatos, kisteljesítményű zavaradók UAV-ről történő kijuttatása a zavarandó berendezés közelébe. Ez a feladat egy UAV-val kisebb kockázattal és e mellett nagyobb valószínűséggel hajtható végre, mint egy hagyományos repülőgéppel.

A legújabb elképzelések és a hozzájuk kapcsolódó fejlesztések az UAV-k csapásmérésben való részvételére irányulnak. Ezek a fejlesztések napjainkban két irányba haladnak. Az egyik elmélet szerint az UAV úgy működne, mint egy hatásos segédeszköz egy a csapásokat kiváltó repülőgépek számára. Az elképzelések szerint a nehezen felderíthető és megsemmisíthető UAV rejtetten kijut a cél körzetébe, azt infra eszközével megvilágítja, így a pilóta által vezetett harci repülőgépnek nem kellene az igen veszélyes, ellenséges légvédelem aktív zónájában tevékenykednie, csak meghatározott feltételek után rakétát indítania a célra.

A másik elképzelés (és megvalósítás) az, amikor az intelligens UAV felderítve és azonosítva a célját, annak nekirepülve megsemmisíti azt. Jelenleg több ilyen irányú fejlesztés is folyik. Közülük az egyik az IAI által gyártott és rádiólokátorok elleni feladatra tervezett HARPY, a másik egy közös német—francia—angol UAV a TAIFUN, amelyet földfelszíni, kemény célok (harckocsik, tüzérségi eszközök) ellen fejlesztettek ki. Mindkét eszköz autonóm módon deríti fel, majd semmisíti meg speciális programja alapján kiválasztott célját.

A jövő évtizedben egyre markánsabb szerepet kívánnak adni az UAV-nak az ellenséges légvédelem elleni tevékenységben, annak elnyomásában az első támadások alkalmával.

Ezeknek a harcfeladatoknak van a legnagyobb kockázata, mivel az ellenséges légvédelem ekkor még igen hatékony. E kockázati tényezőnek a csökkentése érdekében kezdődtek új kutatások.

Fontos és nagyon lényeges fejlesztési irány, a minél gyorsabb és lehetőleg torzításmentes, műholdas adatátvitel lehetősége az UAV és a felhasználó között.

A CIVIL ALKALMAZÁSÁNAK LEHETSÉGES TERÜLETEI

Az előzőekből látható, hogy elképzelések vannak, megoldások folyamatosan születnek, csiszolódnak, a megálmodott rendszerek egyre és egyre tökéletesednek. Az eddig felsorolt feladatokból és a fejlesztési irányokból azonban egyértelműen levonható az a következtetés, hogy az UAV-kat napjainkra leggyakrabban különböző

felderítési, harcmező megfigyelési feladatokra alkalmazzák a világ számos hadseregében, hozzátéve azt is, hogy nem kizárólagos ez az egy alkalmazási mód, sőt igen erős a törekvés a különböző más jellegű harc feladatokba való beillesztésre. Így ha civil alkalmazáson gondolkodunk, akkor a felhasználásnak az előzőben említett keretek között lehet realitása napjainkban. Ennek megfelelően olyan területeket kell találnunk, ahol rentábilis lehet, egy pilóta nélküli repülő eszköz alkalmazása.

Az UAV nem teljesen új technológia, mégis valamilyen formában kicsit misztikus még a katonai szakirodalomban is. Katonai felhasználásukról, alkalmazásukról sem sok szakirodalom áll az azt kutatók rendelkezésére, hát még egy ilyen „szűz” területről, mint a civil hasznosításról. Ezek a továbbiakban felsorolásra kerülő alkalmazási módok inkább csak magából a technikából, az UAV adta lehetőségekből erednek, bár esetenként valós példa is létezik rájuk.

Megítélésem szerint jelenleg az UAV-kat négy jól elkülöníthető feladatcsoportban lehetne a civil szféra céljaira alkalmazni, mely feladatokat alapvetően a fedélzeti felderítő eszközeik determinálnak.

- Nem valós idejű képi felderítés;
- Valós idejű képi felderítés;
- Nem valós idejű AVB felderítés.

A felsorolt feladatcsoportokban a felderítés kifejezés szinonim fogalomként értendő a megfigyeléssel, adatgyűjtéssel. A valós felderítés alatt az UAV-k azon lehetőségét értem, miszerint az alkalmazott fedélzeti felderítő eszköz a megszerzett információkat folyamatosan átjuttatja, egy földi vevőállomásra, melyek ott azonnal értékelhető formában jelennek meg a felhasználó számára vagy rögzíthetők egy későbbi kiértékelés céljából. A nem valós idejű felderítéssel megszerzett információkat az UAV fedélzetén kerülnek rögzítésre és „csak” leszállása után jutnak el a felhasználókhoz.

Milyen konkrét feladatokra lennének hasznosíthatók az UAV-k az egyes csoportokon belül?

A nem valós idejű képi felderítésnél olyan tevékenységcsoportokat sorolhatnánk be, amelyeknél a megszerzett információt egy későbbi időszakban végrehajtásra kerülő elemző munka követheti. Ez értelemszerű, hiszen a berepült területről megszerzett képi adat, csak az UAV leszállása után lesz feldolgozható, kiértékelhető, vagyis az idő, mint tényező kevésbé fontos.

Ebben a feladatcsoportban az UAV-k feladatokat oldhatnának meg elsősorban a térképészet, a mezőgazdaság és a vízügy felkérésére. Hagyományos fotó vagy videofelvételt készítve, a kijelölt területről, azok felhasználhatók lennének ár és belvízkárok értékelésére, mezőgazdasági (erdészeti) terménybecslésre, mezőgazdasági kárfelmérésre.

A megszerzett képi információk alkalmasak térképek készítésére, illetve már kész térképek pontosítására. Az említett feladatokra jellemző, hogy viszonylag

nagy, bizonyos esetekben-nehezen járható vagy meg sem közelíthető területről kell adatot gyűjteni. Az UAV-nak ez nem akadály, hiszen a levegőben mozog és ellentétben a nagyobb, pilóta által vezetett repülőgépekkel kisebb (szűkebb) területek pld. völgyek, völgyesorosok felett is könnyebben manőverezhetnek.

A következő alkalmazási feladatcsoportban, amikor az UAV. Real-time információkat szolgáltat a megfigyelt területről a katasztrófa elhárító és esetenként a különböző biztonsági szervek részére nyújthat szolgáltatást az UAV. Fedélzeti felderítő berendezései segítségével képes hang, kép és infra felderítésre. Ezeket az információkat adatcsatornán képes (adattömörítés, kódolás, átjátszás, majd dekódolás után) megjeleníteni egy vagy több kijelző munkaállomáson, akár mobil eszközökön is.

Gondoljuk csak el, milyen fontos, hasznos, esetenként nélkülözhetetlen lenne a katasztrófa elhárítással foglalkozó csoportok, a mentésben részt vevő egységek számára, ha az árvizekről, város vagy erdőtüzekről, földrengés károkról, gáz vagy kőolajkitörésekről azonnali információkhoz juthatnának.

A reális adatok birtokában, tervszerűbben, átgondoltabban folytathatnák tevékenységüket a katasztrófa elhárításban résztvevő személyek, ezáltal esetenként kevesebb élet vagy vagyonáldozat lenne.

Kiemelt feladatuk lehetne az UAV-nak a különböző, kiemelten fontos rendezvények (tanácskozások), vagy VIP személyek biztosításában való részvétel. Ilyen feladatra már volt példa, amikor II. János Pál pápa 1997. Április 11–13-a között Boszniai látogatáson volt. Az USAF Tazáron állomásozó 11. Felderítő százada Predator típusú UAV-vel folyamatos felderítést és megfigyelést folytatott azon területek felett, ahol a pápa éppen volt. Mint egy „légi őrszem” állandó megfigyelés alatt tartotta a kijelölt útvonalakat, épületeket és tájékoztatást nyújtott a pápát veszélyeztető fenyegetésekről.

Ebbe a feladatcsoportba sorolhatnánk még többek között a fontosabb energetikai (kőolaj, földgáz) vezetékek ellenőrzését a kiemelten fontos szállítások (közúti, vasúti, folyami) megfigyelését, biztosítását.

A harmadik alkalmazási feladatcsoportban az UAV-k végrehajthatnak atom, vegyi vagy biológiai (AVB) felderítést is. Egy pilóta nélküli repülő eszközzel szinte minden kockázat nélkül az AVB szennyezés közvetlen közelébe lehet jutni. Megfelelő fedélzeti eszköz segítségével adatokat lehet szerezni a veszélyes anyag kilétéről, koncentrációjáról, meg lehet figyelni terjedését, pontosabb képet lehet kapni a szennyezés keletkezéséről és ezek függvényében realisabb döntéseket, lehet hozniuk a megfelelő szinten lévő személyeknek. Más típusú eszközökkel ezek az adatok csak az emberi élet veszélyeztetésével szerezhetőek be, az UAV-k felhasználásánál maximum a felderítő eszköz szennyeződik. A csernobili atomerőmű baleset során több –a megfigyelésben és a mérésekben résztvevő- helikopter személyzete is igen súlyos radioaktív sugárzást szenvedett el. El a sajnálatos tény elkerülhető lett volna, ha erre a

feladatra pilóta nélküli repülő eszközöket használnak. Mivel ennél a feladatnál is nagyon lényeges, hogy minél gyorsabban kiértékelhető adatok álljanak a mentésben résztvevők számára olyan UAV-kat célszerű alkalmazni mely a mérési adatokat közvetlenül képes, eljuttatni a felhasználóhoz. Az adatátvitel képességével sok UAV rendelkezik, a lényegesebb kérdés a megfelelő mérő és kiértékelő rendszer megléte.

ZÁRÓGONDOLATOK

Ebből a rövid felsorolásból is látszik, hogy milyen széleskörűen lehetne a civil szféra számára hasznosítani az UAV-kat. Természetesen ennek legfőbb feltétele egy ilyen eszközrendszer megléte. Megítélésem szerint a jövő hadseregeiben az ilyen és a hasonló technikai berendezések fognak igen nagy szerepet játszani, főleg azokban a harcfeleladatokban, ahol a többiekénél nagyobb kockázat hárul a személyzetre. Szerencsére ebben a korban, amelyben élünk hosszabb a háborúktól, fegyveres konfliktusoktól mentes időszak, melyben a haditechnikát célszerű a nemzetgazdaság hasznára alkalmazni.

Remélem, hogy ezzel a pár általam felvetett gondolattal sikerült egy újabb lehetőségét, oldalát bemutatnom az UAV-k lehetséges alkalmazásának, és hogy ezek a jövőben nem csak lehetőségek maradnak, hanem realitássá válnak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ARATÓ JÁNOS, A repülők harctevékenységének tapasztalatai a helyi háborúknak, ZMKA, 1980.
- [2] DAVID MULLHOLLAND, New Roles, Reliability Boort UAV Demand, Defense News, 1998, No.40,6-22
- [3] DAVID MULLHOLLAND, Defense Electronics Spending Projected to Rise, Defense News, 1998, No.42,3,42
- [4] DR. SZEKERES ISTVÁN, Az Öböl-háború légvédelmi vonatkozású tapasztalatai, ZMKA, 1992
- [5] UMIT ENGINSOY, Shortfall Hobbles Turkish UAV Buy, Defense News, 199, No.5, 1,19.

The article reviews shortly the employ of the Unmanned Aerial Vehicles in our days, shoes the new trends of the UAVs development and the possibility of the practice in the civilian area.

AZ ÖSSZADATFORRÁSÚ FELDERÍTÉS ÉS A PILÓTANÉLKÜLI FELDERÍTŐ REPÜLŐ ESZKÖZÖK KAPCSOLATA

**Kovács László doktorandusz hallgató
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Vezetés- és Szervezéstudományi Kar
Elektronikai Hadviselés Tanszék**

A XXI. századi digitális hadszíntéren folyó katonai tevékenységek sikere várhatóan azon múlik majd, melyik fél szerzi meg az információs fölényt a másik fél felett. Az információ megszerzéséhez azonban, a XXI. századi digitális hadszíntér jellegének megfelelően - amely egy többdimenziós, számítógépes és digitális hálózatokkal átszőtt harctér képét vetíti elénk - a legkorszerűbb felderítő, adatszerző és adatfeldolgozó eljárásokat és eszközöket kell alkalmaznunk. A modern felderítő eszközök széles spektrumában helyet kell, hogy kapjanak a pilótanélküli felderítő eszközök, annál is inkább, mivel ezek az eszközök már ma is elengedhetetlen részét képezik a felderítésnek. A pilótanélküli felderítő repülő eszközök felszerelhetők többek között szintetizált aperiúrájú radarral, infra, elektro-optikai, elektronikai felderítő berendezésekkel.

A felderítési adatok feldolgozása, értékelése és szétosztása sem végezhető hagyományos módszerekkel. Az információs fölény megszerzése nemcsak a pontos és releváns információk megszerzésén múlik, hanem a felderítés által szolgáltatott információk minél gyorsabb, pontosabb és hatékonyabb feldolgozásán is. A pilótanélküli repülő eszköz felderítési információinak lejuttatása a földi irányító állomásra, vagy közvetlenül az összadatforrású felderítő-értékelő rendszerbe a csatlakozás kompatibilitásának biztosítása, illetve az adatbevitel és feldolgozás biztosítása érdekében digitális úton kell, hogy történjen, amely szintén jelentős kihívás elé állítja mind az információt adó pilótanélküli felderítő repülőeszközt, mind az információt fogadó, esetleg az azt továbbító rendszert.

A szerző azon kérdésre keresi a választ, hogy a többek között a pilótanélküli felderítő repülő eszközök által megszerzett információ tömeg hogyan dolgozható fel gyorsan és hatékonyan, illetve a pilótanélküli felderítő repülő eszközök milyen szerepet játszanak az összadatforrású felderítés területén.

BEVEZETÉS

Az információ megszerzéséhez ma már a felderítő eszközök és a hozzájuk kapcsolódó eljárások széles skálája áll a rendelkezésünkre. Ezen eszközök közé sorolhatjuk a pilótanélküli repülő eszközöket (Unmanned Aerial Vehicles, UAV)

is. A pilótánélküli eszközök egyrészt a repülőtechnika fejlődésének, másrészt a felderítő eszközök fejlődésének, miniatürizálódásának a következtében ma már számos többrendeltetésű felderítő eszközzel felszerelhetőek. Egy pilótánélküli repülő eszköz a legkülönbébb elektronikai, infra és televíziós felderítő berendezéssel szerelhető fel, amely a kívánt területre juttatva anélkül szolgáltat információt, vagy felderítési adatot, hogy a kezelőszemélyzet (vagy „hagyományos” repülőgép esetén a pilóta) élete veszélyeztetve lenne.

Az alkalmazott felderítő eszközök és rendszerek óriási mennyiségű felderítési információt szolgáltatnak. Ennek az információ tömegnek a feldolgozása, értékelése, átalakítása felderítési adattá már ma sem végezhető hagyományos, manuális eszközökkel. A digitális hadszíntéren folyó dinamikus harc és egyéb tevékenységek követése, a felderítési információk időbeni feldolgozása elképzelhetetlen számítógépekre alapozott adatfúziós felderítő-értékelő rendszerek nélkül. A gyakorlatban már működik egy ilyen számítógépekre alapozott fúziós adatfeldolgozó rendszer. Ez az Egyesült Államok hadseregének All-Source Analysis System (ASAS), azaz Minden Adatforrást Elemző Rendszere. Ezen rendszer ismertetésén keresztül kívánom munkámban bemutatni, hogy mik azok a követelmények, amelyeknek meg kell felelnie a digitális hadszíntéren alkalmazandó felderítő-kiértékelő rendszernek.

Az összadatforrású felderítő rendszerekhez számos felderítő szenzor kapcsolódik. Ezek közé tartoznak az UAV-k is, amelyek az összadatforrású felderítő rendszer bemenő információinak jelentős részét szolgáltatják, és amelyek képesek a valós idejű információtovábbításra, növelve ezzel a parancsnok döntéshozatali képességét és az azonnali reagálási képességét. A harcterről küldött valós idejű vagy közel valós idejű információk, különösen a képi információk megteremtik annak lehetőségét, hogy ezt geoinformatikai alapokra, digitális térképi bázisra helyezve, kiegészítve és összehasonlítva a többi szenzortól érkező adattal, egy virtuális harcmezőt lehessen a parancsnok számára kivetíteni, illetve megvalósítani. A virtuális harcmező pedig lehetővé teszi, hogy a parancsnok a valós harcmezőn lévő eseményekhez és körülményekhez hasonló viszonyok között vezesse a harcot.

AZ ÖSSZADATFORRÁSÚ FELDERÍTŐ RENDSZER

Az összadatforrású fúziós felderítő-értékelő rendszerek vizsgálatakor nem érdemtelen megvizsgálunk az Amerikai Egyesült Államok hadseregének ASAS rendszerét, amely korunkban reprezentálja, és magában hordozza mindazon tulajdonságokat és képességeket, amelyek a legfőbb jellemzői lehetnek általánosságban is egy ilyen rendszernek. Ebből, és azon tényből kiindulva, hogy az

ASAS már ma is egy működő integráns rendszer, ezen rendszeren keresztül kívánom bemutatni az összadatforrású fúziós felderítő-értékelő rendszerekkel szemben támasztott követelményeket illetve ezen rendszerek képességeit.

AZ ASAS RENDSZER FELÉPÍTÉSE, FELADATAI

Az ASAS egy folyamatosan fejleszthető, automatizált, számítógép-vezérelt, adatgyűjtő, adatfeldolgozó és adatmegjelenítő információs rendszer.

„Az ASAS rendszer támogatja, segíti a parancsnokot a harc megtervezésében, megszervezésében, az információs hadviselés keretén belül gyorsan feldolgozott, nagy értékű információkat biztosít a harcról. A harctéren elhelyezett szenzoroktól kapott információkból szűrt és összegzett adatokat állít elő, így képes ábrázolni, megjeleníteni a harcmezőt.” [1]

Ezen kívül pontos és időbeni célkoordinátákat biztosít, felderítési adatokat jelent, különböző támadás (fenyegetettség) előrejelző információkat szolgáltat.

Az ASAS automatizált felderítést és információtovábbítást biztosít, amely magába foglalja az adatkezelést, a felderítő szenzorok összekapcsolását, illetve az előzetes adatfeldolgozást.

A rendszer kapcsolatban áll a Hadsereg Hadműveleti Vezetési Rendszerrel (Army Battlefield Command System, ABCS) az információáramlás időbeni és pontos végrehajtása érdekében.

A felderítő (harctéri felderítő) szenzorokon túl a rendszer kapcsolatban áll más felderítő rendszerekkel, és ezen kívül felhasznál ügynöki felderítésből származó információkat is, illetve képes ezek továbbítására.

Mindezek mellett az ASAS kapcsolatot biztosít a Hadsereg (Army) automatizált vezetése és irányítása (Command and Controll, C2) és az egyesített haderők felderítő processzorai, illetve ezek különböző elemei között. Ez teszi lehetővé a különböző felderítő egységek (Military Intelligence, MI) részére, hogy megfelelő prioritás mellett kielégítsék a több parancsnoki szintről érkező információ igényt.

Az ASAS felderítési információit gyakorlatilag a harcászati szinttől egészen az egyesített vezérkar szintig felhasználják a parancsnokok.

Az ASAS által használt és az ASAS-al kapcsolatban lévő minden felderítő eszköz és elem ugyanarra az adatgyűjtő rendszerre dolgozik. Az információ hozzáférés (a prioritások és jogosultságok figyelembevételével) szintén ezen az adatbankon keresztül történik. Az ASAS számítógépes rendszeréhez gyakorlatilag az egész parancsnoki struktúra hozzákapcsolódik.

A különböző felderítő eszközök (földi, légi, űrbeli) a magasabb ASAS szintekre ún. ACE-ken (Analysis and Controll Element)- Analizáló és Irányító Elemek-en keresztül kapcsolódnak. Az ACE-k feladata a megfelelő felderítési igények közvetí-

tése, a felderítési adatok bevitele és a kért felderítési információ kinyerése.

„Az ASAS központok olyan adatbankok szerepét is betöltik, amelyektől nemcsak a különböző szintek parancsnokai, hanem az együttműködő Egyesített Felderítés Támogató Rendszer (Joint Deployable Intelligence Support System, JDISS) is kaphat felderítési információkat.” [2]

Az ASAS strukturálisan felépített lépcsős rendszer, ahol legfelül a parancsnok (parancsnokló tábornok) és törzse, legalul pedig a szenzorok találhatók. A nagy tömegben alkalmazott szenzor, felderítési elem, az ezek által szolgáltatott adatok nagy mennyisége, illetve a felderítési elemek átfedései okozta hatalmas információmennyiséget fuzionálja, szűri, értékeli és alakítja felhasználható formájúvá az ASAS.

AZ ASAS RENDSZER KÉPESSÉGEI

Az ASAS képességei, amelyek általánosságban jellemzőnek tekinthetők egy összadatforrású fúziós felderítő-értékelő rendszer vizsgálatakor a következők:

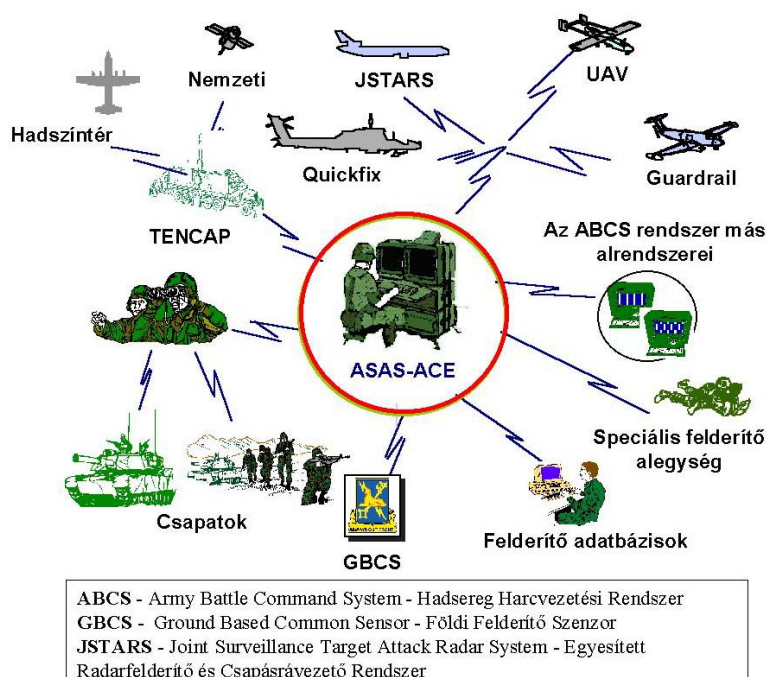
Sebesség: „Az ASAS gyors összehasonlítást tud végezni a különböző szenzoroktól származó információk és más adatbázisban lévő adatok között. A parancsnok számára közel valós idejű képet rajzol a harcterről. Gyorsan képes a potenciális célok felfedezésére és azonosításra.” [3]

Alkalmazkodóképesség: „Béke, válság és fegyveres konfliktusok időszakában is működőképes rendszert alkot. Az ACE-k harcászati szintű kapcsolatot biztosítanak a harcba már bevont csapatok és a tartalékok között. Támogatja a megosztott harcrendet (Split Based Operation, SPO)” [3].

Analizáló képesség: „Automatikus értékelő rutinok működnek az egyedi- és minden adatforrást elemző rendszerekben. Gyors, dinamikus minden adatforrásra és felderítési nemre vonatkozó relációs adatbázisok kapcsolódnak a kommunikációs rendszerekhez. Automatikusan riaszt, ha valamelyik érzékelőjére halasztást nem tűrő információ érkezett. Az adatbázis-leválogatást idő, hely, aktivitás, berendezés, hívónév vagy frekvencia szerint képes elvégezni. A rendszer automatikus jelentés-, üzenet-, eredmény-, parancs file-okat tartalmaz. Grafikus jelentések és adatbázisban való keresés eredményének megtételére képes a harctér felderítő előkészítése (Intelligence Preparation of the Battlefield, IPB) során.” [3]

Automatikus kommunikáció: „Automatikusan átvitelre kerülnek az alárendeltek felé küldött feladatok, felderítő és technikai adatok, az előljáró felé küldött harci információk, felderítési és felderítést igénylő közlemények, a felderítő szervezetek közötti koordinációs közlemények. Felveszik, osztályozzák és ellenőrzik a bemenő és kimenő információkat. Automatikus eszközökön valósul meg az összhaderőnemi és nemzeti IEW rendszerek adatbázisai közötti kommunikáció.” [3]

Az ASAS felderítési és információs kapcsolatait az 1. számú ábrán láthatjuk.



1. számú ábra

Az ASAS felderítési és információs struktúrája

PILÓTANÉLKÜLI REPÜLŐ ESZKÖZÖK ÉS ALAKALMAZÁSUK AZ ELEKTRONIKAI FELDERÍTÉS, TÁMOGATÁS TERÜLETÉN

Ha definíciószerűen szeretnénk megadni a pilótanélküli repülő eszközök fogalmát, akkor talán a legrövidebben úgy fogalmazhatnánk, hogy a pilótanélküli repülő eszköz olyan nem ballisztikus pályán repülőgép, amely irányítása lehet autonóm, programozott vagy távolról (nem a fedélzetről) végzett.

A pilóta nélküli repülőgépek története hosszú évtizedekre nyúlik vissza, mégis fejlődésük főbb állomásainak a Vietnami háborút, az Öböl háborút és az azóta eltelt időszakot tekinthetjük.

Az eszközök számos és változatos formája alakult ki az elmúlt évtizedekben. A repülőtechnika fejlődésével, az újabb és újabb technikai újdonságok bevezetésével és gyakorlati alkalmazásával a felhasználási terület is szélesedett.

A pilótánélküli repülő eszközök kategorizálására nagyon sok szempont áll ma már rendelkezésünkre. A különböző kategóriák kialakításakor figyelembe lehet venni, például az alkalmazási szintet, a repülési magasságot vagy akár a hordozón elhelyezett eszközöket is. Mivel azonban amerikai összadatforrású felderítő-értékelő rendszert vizsgáltunk az előzőekben, nem érdemtelen az amerikai hadseregben elfogadott és alkalmazott kategóriákat is felsorolnunk és megvizsgálnunk. Az Egyesült Államokban a DoD (Department of Defense – Védelmi Minisztérium) a különböző pilótánélküli repülő eszközöket a végrehajtandó feladatnak megfelelően osztályozza, illetve kategorizálja. Ennek megfelelően megkülönböztetnek manőverező pilótánélküli repülő eszközöket (Maneuver Unmanned Aerial Vehicle, M-UAV), amelyek megközelítőleg 3 órát képesek a levegőben tölteni és hatótávolságuk 50 km. A második csoportba az úgynevezett egyesített harcászati pilótánélküli repülő eszközök (Joint Tactical UAV, JT-UAV) tartoznak, amelyek az ellenséges terület fölött 8-10 órát képesek repülni és mintegy 200 km a hatótávolságuk. A harmadik csoportot azok a pilótánélküli repülő eszközök alkotják (UAV-Endurance, UAV-E), amelyek 24 órás folyamatos repülésre, többcélú feladat-végrehajtásra képesek bonyolult időjárási körülmény között is, mintegy 800 Km, vagy e fölötti hatótávolságban. [4]

A fejlődésük alatt a pilótánélküli repülő eszközök, mint hordozók sokrétű és változatos feladatokat láttak el. A fejlődés azonban a felderítő, nevezetesen az elektronikai felderítő feladatokra való alkalmazásban mérhető le leginkább.

A PILÓTANÉLKÜLI REPÜLŐGÉPEK ÉS A FELDERÍTÉS

A pilóta nélküli felderítő repülők nagy előnye, hogy a kisebb fizikai méretek miatt a rádiólokációs visszaverő felületük is kisebb, így közelebb tevékenykedhetnek a peremvonalhoz, vagy az ellenséges légtérben anélkül, hogy a veszélyeztetettségük jelentősen megnőne. A fedélzetükön elhelyezett felderítő, adatrögzítő, adatátviteli és egyéb berendezések méret, súly és energiafogyasztásának csökkenése egyre kisebb hordozót enged meg, így ez egyre hatékonyabbá teszi a feladat végrehajtást.

A felderítést azonban befolyásolja a repülő eszköz esetleges korlátozott hatótávolsága, emelkedési szöge, illetve a levegőben eltölthető maximális repülési vagy járőrözési idő.

A terep-felderítési feladatok végrehajtására alapvetően optoelektronikai és rádiólokációs berendezéseket (SAR) alkalmaznak, amelyek adatait real-time módon, rádión, illetve műholdas összeköttetés révén juttatják le a földi irányító állomásra. A tömeg csökkenésével és az egyre modernizálódó hajtóművek alkalmazásával a néhány órás

őrzéstartozási időtartamot egyes típusoknál több tízóraásra bővíthették. A sárkány építéséhez használt különleges anyagok segítségével ezen eszközök között is van olyan, amely a lopakodó - stealth technikával készült.

Az optoelektronikai és rádiólokációs felderítésen kívül a pilótánélküli repülő eszközök alkalmazhatóak képi felderítésre, lézeres felderítésre, kisugárzás felderítésre, akusztikai felderítésre és kommunikációs felderítésre is.

A hordozón elhelyezett felderítő eszközök adatainak lejuttatása a földi irányító egységbe, vagy akár az ASAS típusú központba megköveteli a fedélzeten lévő adatátviteli egység meglétét. Az adatátviteli egység paramétereit tekintve meg kell, hogy feleljen, és alkalmasnak kell lennie a valós idejű, vagy közel valós idejű adatátvitel biztosítására.

Mindezek mellett, ma már a pilótánélküli repülőgépekkel szemben alapvető követelményként jelentkezik, hogy legyenek alkalmasak többfeladatú felhasználásra (pl. többcélú felderítő berendezéssel legyenek felszerelhetőek), interoperábilisak legyenek a digitális harctérrel, nagy mobilitással rendelkezzenek (a földi irányító állomással együtt) és a sebezhetőségük (pl. az adatátvitel, vagy az irányítási csatorna zavarhatósága) a minimális legyen.

A jövőben, bár nehéz előre megjósolni, mégis talán előre jelezhető, hogy a felderítési feladatokra alkalmazott pilótánélküli repülő eszközök további robbanásszerű fejlődése várható, a mikroméretű és a VTOL - azaz a helyből felszálló repülőeszközök területén is.

ÖSSZEGZÉS

Az ASAS rendszer bemutatásánál láhattuk, hogy a rendszer a zászlóalj szinttől egészen a hadtest feletti szintig átfogja a felderítő rendszereket, eszközöket, szenzorokat. A beérkező információk fuzionálása és korrelációja után van lehetőség az adatok további felhasználásra való szétosztására. Ezt követően kaphat a parancsnok döntés-előkészítő, és döntését megkönnyítő jelentéseket.

A pilótánélküli repülő eszközök az említett felderítő berendezésekkel ellátva, olyan elengedhetetlen mennyiségű információt képesek nagyon rövid időn belül, akár real-time-ban is, szolgáltatni, amelyek nélkül véleményem szerint a felderítés, és ennek következtében maga a harc megvívása sem lehet eredményes. A felderítési információk nagy tömege azonban, illetve ennek a nagy információ mennyiségnek a feldolgozása, összevetése más forrásokból, más felderítő szenzoroktól származó adatokkal, megköveteli a valamilyen szintű számítógépes, összadatforrású fúziós felderítő-értékelő rendszer alkalmazását.

- A pilótánélküli felderítő repülő eszközök természetesen csak egy-egy szenzort jelentenek a felderítő rendszerben. Mégis úgy érzem, mivel az általuk szolgáltatott felderítési információk pontossága, megbízhatósága, illetve az a tény, hogy a digitális hadszíntéren az interoperabilitás kérdése még élesebben jelentkezik, és ez a pilótánélküli felderítő repülő eszközök és az összadatforrású felderítő rendszer között megteremthető, a pilótánélküli repülő eszközök óriási fejlődés előtt állnak
- Úgy vélem ennek érdekében mind az elektronika hadviselés területén, mind a repülőszakember képzés területén hangsúlyozni kell a felsorolt tények jelentőségét, és az oktatáson túl be kell vonni mind a kutatásba, mind a fejlesztésbe ezen területek leendő művelőit és szakembereit is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Operational Requirements Document (ORD) for the ASAS, Department of Defense, Washington D.C., 1997
- [2] FM 34-25-3 All Source Analysis System and Control Element, Headquarters Department of the Army, Washington D.C., 3 October 1995
- [3] Dr. Várhegyi István - Dr. Makkay Imre - Ványa László: A felderítés korszerű eszközei, A minden adatforrást elemző rendszer (ASAS), kézirat, Bp. 1998.
- [4] FM 34-25-2 Unmanned Aerial Vehicles Headquarters, Department of the Army, Washington D. C., 1998

During the last years a new kind of warfare appeared. This is the Information Warfare. The main goal of Information Warfare is to get the information superiority against the enemy.

Although we have many kinds of reconnaissance devices, but maybe the most effectiveness of them are the Unmanned Aerial Vehicles (UAV's). The UAV can equip with a various kind of reconnaissance devices as the Electro-optical/infra red cameras, synthetic aperture radar (SAR) or TV reconnaissance devices.

These reconnaissance devices give us a large amount of information. The information process and the information dissemination will not be successful without a computer aided fusion data processing system. Such a system is the American All-Source Analysis System (ASAS). The main attributes of ASAS show what the main characteristics are in a modern data fusion system.

A „MOZGÓ SEKÉLY KÖD” JELENSÉG ELSŐ ISMERTETÉSE, MINT A REPÜLÉST VESZÉLYEZTETŐ ELEM – EGY HELIKOPTER KATASZTRÓFA ELEMZÉSE

**Bottyán Zsolt egyetemi adjunktus
ZMNE BJKMFK Természettudományi Tanszék
Hámori István – Sárközi Szilárd
Ferihegy Repülőtér, Repülésmeteorológiai Szolgálat**

A légijárművek hajtóműveinek váratlanul történő, erős eljegesedése a teljesítmény elvesztéséhez vezet. Az erős jegesedés kialakulásának különösen nagy a valószínűsége, ha a személyzet váratlanul kerül jegesedést kiváltó meteorológiai körülmények közé. Tanulmányunkban — egy helikopterkatasztrófa kapcsán — bemutatjuk, hogy az alacsony szintű, mozgó ködök pontosan ilyen helyzetet képesek teremteni és ezáltal különös figyelmet érdemelnek repülésbiztonsági szempontból. A korábbi meteorológiai megfigyelések és adatok elemzésével első hazai leírását adjuk ezen veszélyes, ugyanakkor nem ritka természeti jelenségnek.

KÖDFOLTOK A KÖDÖK JELENSÉGTANÁBAN,

mely napjainkban is *leragad* a „klasszikus” ismeretek két kategóriája mellett (nem sorolva itt a csapadékhoz kötődőeket), úgymint:

- KISUGÁRZÁSI: azaz hőbevétel nélküli derült éjszakán a talajfelszín, mint kisugárzási felület hűti le elég magas nedvességtartalma esetén harmatpontja alá a levegőt;
- ÁRAMLÁSI: a légtömeg mozgása közben ér a harmatpontjánál hidegebb felszín fölé, vagy/és a telítődési küszöbnél kisebb nedvességtartalmú levegőt vált fel (pl. a hőt jobban is tartó, s párolgásától nedvesebb víz felletti légréteg szállítódik a hűltebb szárazföld fölé; vagy a növénytakaró párologtatása „leheli be” stb.).

A valóságban *azonban többségében más tapasztalható, mérhető*, tehát e kézenfekvő magyarázatok nem, vagy csak kis részben fedhetik a valóságot. Pl.:

- a talaj az éjszaka előrehaladtával hűl ugyan, de *mindvégig melegebb* marad a felette levő rétegeknél, tehát (ő) nem hűt(het)i azokat;
- sokszor kitűnő látásviszonyokat váltva fel *hirtelen* „csap le”, holott a kisu-gárzási típusnál a helyi telítődési folyamattól *fokozatosságot várnánk el*,
- a *légmozgás* ilyenkor (ekkor már kizárólagosan az oszlatását kellene szolgálja) *hirtelen felfokozódik* akár 5 m/s-ra,
- az *érkező levegő hidegebb*, ami az áramlási mechanizmussal sincs összhangban, hiszen éppen származási helyén lett volna telítettebb,
- s van, hogy szélcsendben, a telítéshez mindvégig közel levő légtömeg csak kissé párasodik, melynél a máskor már kisebb nedvességtartalmú is „beködöl”.

Ez utóbbiak ellenére is az előrejelzésében egyedül *a telítettségi viszonyok alakulásából* — és csak abból — *valószínűsítik; nem azonosítva* továbbra sem *kialakulása okát*, sem a kondenzáció spontán-szimmetriasértésének *helyét (!)*.

Ferihegy, mint nemzetközi repülőtér üzemi megvilágítás-, valamint terepviszonyai (ti. majdnem sík terület magasan felülről egyenletesen, egész éjszakai megvilágítással) viszont lehetővé tették, hogy Hámori megfigyelje: az őszi ködök *máshonnan, már „készén”,* éles határral, néhányszor tízperc leforgása alatt *érkeznek* meg – pontosan ugyanúgy, mint 1994 NOVEMBER 22-én alkonyattájt.

EGY MD—500-AS HELIKOPTER BALESETE

A fentebb jelzett napon 18h LT után gyakorlórepülését befejezve 2 pilótával a fedélzetén egy *MD—500-as helikopter* Siófok-Kilitiről a térségében uralkodó kitűnő látásviszonyokra alapozva éjszakai látvarepüléssel Ferihegyre indult vissza.

MOLNAR kisgépes jelentőpontig problémamentesen a tervezett útvonalon és magasságon haladtak. Felvéve a kapcsolatot Ferihegy Toronnyal kérésükre tájékoztatták őket az ottani időjárásról, mely *1029 mb QNH, 350 ill. 400 m RVR, 30 m függőleges látás* (jóval alacsonyabbak a helikoptertípusra előírt éjszakai üzemeltetési időjárási minimumoknál: *1500 m RVR, 100 m függőleges látás*.) A légijármű a torony-körzetben 1500 FT magasságon folytatta a megközelítést (a rádiólevelezésben *18:56'35''*-kor ezt erősítik meg). A délnyugati várakozási légtértől ENy-ra, mintegy 11 km-re a céltől, *18:57'10''*-kor várakozásra kaptak utasítást, mert egy CESSNA típusú repülőgép ekkor már a végső egyenesen volt előttük *13R* pályára. Két szabályos várakozási kör után *19:00'25''*-kor érkezett az engedély a végső megközelítésre, melyet rögtön meg is kezdtek. Ekkor még *vizuális kapcsolatuk* is volt a másik érkezővel.

A pályatengely elérését 19:02'40"-kor jelentették, s mikor a Torony ezt nyugtázta, már másik hang beszélt a rádióban, amiből következtethető, hogy az oktató átvette a helikopter vezetését. Valószínűsíthető, a vészhelyzet a repülés során már ekkor elkezdett kialakulni. (Mindeközben a CESSNA már áttartolóban volt: 19:02'00"-kor elvétette a pályát, feltehetőleg a sűrű ködbe való besüllyedés miatt.) A 19:03'20"-es utolsó rádióforgalmukban még nem látták a pályát. Ők feltehetően 19:04'05"-kor próbálkoztak utóljára rádiózni a Toronynyal, de ebből már csak zaj érkezett a toronyirányítóhoz. Ezután többször próbálkoztak hívni az MD—500-ast, sikertelenül.

A végső egyenesen levő ismeretlen pozíciójuk miatt, a le- és felszállásokat leállították. Az érkezőket és az áttartolt CESSNÁT a repülőtér területének leellenőrzéséig várakoztatták. A lezuhanásukat egyértelműen megerősítő lakossági bejelentésekre kiküldött — egyébként ritkán összevont erőket felvonultató — kutató-mentő akció a helyszíni sűrű ködben éjszaka, az Újköztemető melletti erdőben, még a roncsra is alig akadt rá. A katasztrófa során *mindkét helikopter-vezető* életét veszítette.

AZ IDŐJÁRÁSI HELYZET

A megelőző napon az 55°N mentén egész Európán egy *Ny-K-i irányban* „elfeküdt”, behullámozott front húzódott keresztül, mely típusnak fő jellegzetessége — lévén átkelni gyenge az Északi-Kárpátokon —, hogy csapadéokra nézve *hazánkban* már jobbra *inaktív*, de huzamosabb érintésével nedvességet képes beszívárogtatni a medence alsó légrétegeibe. (2. ábra)

A kérdéses napon délelőtt Ny felől már a medence belsejébe Dévényen át benyúló GERINCESEDÉS (anticiklonális hatás) indult meg gyenge, de tartós ÉNy-i légmozgással párosulva. A meteorológiai állomásokon észlelt látástávolságok interpolációval analizált mezői (3.ábra) jól mutatják, hogy *délután a Nagy-Alföld középső részén* (UD, KE) *alakultak ki ködök, amik alkonyatra elérték Budapest DK-i térségét*. Az történt közben ugyanis, hogy az anticiklonális hatást ÉNy-ról (még a front hullámozásának utóhatásaként) újabb nyomássüllyedés váltotta fel, s emez gyengülve, de kissé középpontosodva, a *Tiszántúl fölé* húzódott; ettől a ködös (a valóságban valószínűleg inkább „foltos” szerkezetű) területeken olyan *K-ies légmozgások* ébredtek, amik a ködöt *ÉÉK felé* kissé bemozdították. A Dunántúlon ezzel szemben mindvégig megmaradtak a napközben, frissebb levegővel érkezett, ilyen helyzetben *kitűnőnek mondható látásviszonyok*.

A ferihegyi torony-észlelő az *alkonyatban* még éppen látta a 31R felől közeledő foltot (15h-kor már 2 km-es szektorlátást adott DK felé), majd a kevésbé ezután kezdődő alig félórás periódusban a köd teljesen elfoglalta a repülőtér. A megérkezés folyamatát közelebbi léptékben meglepően jól, szinte filmszerűen illusztrálja a — mindössze 6 db (!), pályavég és -középeken mért — *műszeres pályamenti fénylátás* értékekből (RVR) analizált mezők (4. ábra). Világosan látszik továbbá, hogy a KÖDÖT tényleg a SZÉL MOZGATTA. (A következő regisztrált időpontban már egységesen 400–500 m-re estek le, s maradtak még másnap is az RVR értékek.) A köd tetejének magasságát 1500 FT QNH-ra jelentette egy induló.

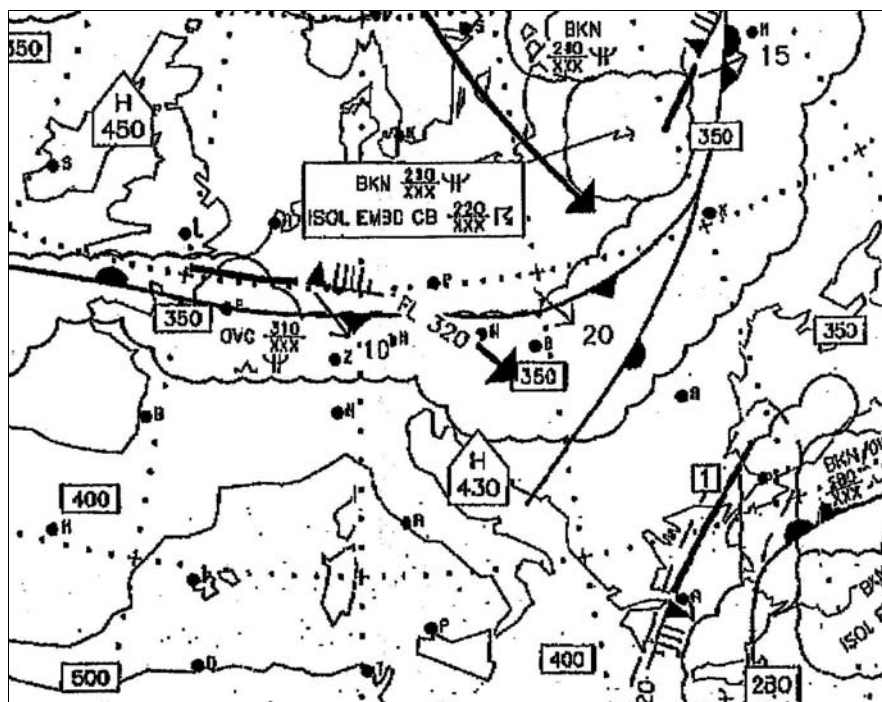


1. ábra

Az MD—500 repülési útvonala Ferihegy Repülőtér torony-körzetében a közelkörzeti radar regisztrátumát a látvarepülési térképre szerkesztve

Érdekes, hogy Ferihegy jó órával előbb ködölt be, mint a kb. 5 km-re DNY-ra, de már a városban fekvő Pestszentlőrinc. A köd először mintegy amöbaként terjeszkedve az *alacsonyabb*, külterületi *hűvösebb* részekre nyúlt be. Tökölön

(azonos irányba kb. mégegyszer annyi, mint MOLNAR Ferihegytől — vö. 1. ábrával) viszont még egy órával később is *csak páráságot* észleltek (utána a repüzem leállásával befejezték az észlelést). Ezért alapos okunk van feltételezni, hogy *a köd mozgását* DÉL-PEST a hőszigetével és mesterségesen tagolt felszínével *megállította*, s ÉLES HATÁRA valahol pont az MD—500-as megközelítő mozgásánál húzódott. (Mint tudjuk: az Új köztemető még sűrű ködben volt.)



2. ábra

Az európai szinoptikus helyzet a megelőző napon
(1994 november 21-én 12 UTC-kor)

A VÉSZHELYZET KIALAKULÁSÁNAK ELEMZÉSE

A vizsgálatok szerint a katasztrófát — azon felül, hogy már a megközelítésben megsértették a típusra bonyolult időjárási helyzetre kötelezően előírt szabályo-

zásokat — elsősorban a légijármű jegesedése ill. az ebből fakadó *teljesítményvesztés* idézte elő. A helikopter repülés közbeni műszaki meghibásodását a vizsgálat egyértelműen kizárta!

Meteorológiai rekonstrukciónk szerint, miután 19:00'25"-kor a helikopter megkapta az engedélyt a végső megközelítésre, 1500 FT-es repülési magasságukról — azaz az AIREP jelentéssel összevetve, pont a *köd teteje alá süllyedve* és K-nek fordulva — elérhették, mind a köd felső, mind horizontális határát, majd onnantól bármikor, a légijármű sebességét tekintve a másodperc tört része alatt mintegy belezuhanhattak. A rádiólevezetésből arra a következtetésre is juthatunk, hogy a végső megközelítés kezdetétől számított 1–2 percen belül már *észlelhették a jegesedés okozta teljesítménycsökkenést* (ezért vehette át pl. kicsit később a vezetést az oktató), de a hajtómű-jegesedését gátló berendezések nem voltak bekapcsolva a repülés során. A további, mintegy EGY PERCES útjuk során, mivel a jégtelenítő berendezések *nem voltak* üzembe helyezve, nem tudták a hajtóműveket maximális üzemanyagtáplálás mellett sem működtetni. A vízszintes sebességüket csökkentve, a számítások szerint *meredek pályán*, 23 fokos szögben közeledtek a föld felé. A lombkoronaszintet 60 km/h előrehaladó és 6 m/s függőleges sebességgel érték el, majd az erdőbe zuhantak.

Gyakorlott, fegyelmezett pilótákról lévén szó, érdemes elidőzni a szabálysértő magatartás eszerint megkérdőjelezhető szándékosságánál. E szempontból *függetlenül* a köd tényleges helyétől, ha végig alattuk is volt, a sekély köd tapasztalatból (főként éjszakai fénylátással) felülről átlátható (ti. kicsi a fényút, így gyengülése is), viszont beleérve a ferde ill. vízszintes látás hirtelen leromlik. A néhány perccel korábban még ferdén és függőlegesen átlátszónak tűnő köd *sűrűnek és alattomosnak* bizonyult, ugyanis:

— *a korábban jó időjárás melletti éjszakai VFR repülést hirtelen és váratlanul fel kellett váltani IFR szerinti repülésre,*

— *szintén váratlanul és igen intenzíven elkezdődött a hajtómű jegesedése is.*

Az első tényező — tetézve a bajt — mindenképpen okozott egy hosszabb-rövidebb idejű *tájékozódási problémát*, ami elvonta a személyzet figyelmét a kezdődő jegesedéstől.

A JEGESEDÉS

Mindenek előtt meg kell jegyezzük, hogy a jégtelenítő berendezések csak akkor működnek hatékonyan, ha a jegesedési zónába történő *belépés előtt* már be vannak kapcsolva. Ennek oka a repülés közben fellépő jegesedés elleni véde-

lem alapelvében rejlik: ti. hogy már ELŐRE MEGAKADÁLYOZZUK a jég *lerakódását*, s ezzel az *akkumulálódását* a hajtóműben vagy a sárkányon [1].

A helikopter MOLNAR-nál való bejelentkezésekor az adott magasságban a *hőmérséklet* $1-3^{\circ}\text{C}$ fok között volt, a *relatív nedvesség* pedig 98%. Ilyen körülmények között a levegő minden kg-ja 4,2 g vízgőzt tartalmaz. A hőmérséklet *fagypont feletti* értéke és a helikopter adott magasságon való hosszabb idejű tartózkodása *kizárja a sárkány és a forgószárnylapátok felületi jegesedését*. Ugyanakkor a hajtóműbe áramló levegő — mely jelen esetben másodpercenként 1,31 kg volt — a hirtelen fellépő nyomáscsökkenés okozta tágulás eredményeképp jelentősen lehül, és hidegen tartotta a környezetében elhelyezkedő *csöves részecskekiválasztó* belső falát. Számítások szerint a belső fal hőmérséklete $10-11^{\circ}\text{C}$ volt a repülés utolsó néhány percében. Ilyen körülmények között a részecskekiválasztó falára a levegőben lévő vízgőzből, mintegy 4 g jég *akkumulálódott a túltelítettség* miatt. Ez a jégkiválás már a *repülés korábbi időszakában* megkezdődhetett, tekintve, hogy a *jégmentesítés nem volt üzembe helyezve!* Meg kell azonban említeni, hogy a fentebb említett jégfelhalmozódási ütem *nem okozott volna problémát* a repülés végéig hátralévő idő alatt, ugyanis nem tudta volna eltömíteni a levegő útját a hajtómű torokhoz. Nagyfokú jegesedést ilyen rövid idő alatt csak önmagában a levegőben lévő vízgőz jég formájában való kiválása nem okozhatott.

És itt jelenik meg a köd alattomos szerepe! Az időközben Férihegyre bemozgott ködben rengeteg, apró kb. $10-15\ \mu\text{m}$ átmérőjű *folyékony halmazállapotban* lévő vízcsepp lebegett! Ez jelentősen megnövelte a beömlőnyíláson bejutó víz mennyiségét és így a másodpercenként kifagyó jég *tömegét* is. Tehát miután elérték a mozgó köd felső határát, robbanásszerűen *felgyorsult a jég kiválása* a hajtómű falán. Ennek eredményeképpen a hajtómű előbb kismértékben, majd szinte *teljes egészében elvesztette a teljesítményét* [2]. Ennek a folyamatnak a feltételezhető kezdeti időpontja $19:02'00''$ és $19:02'30''$ között lehetett.

Miután a totális vészhelyzet a repülés végső — közvetlen leszállás előtti szakaszában — alakult ki, a személyzetnek *nem volt több ideje, mint kb. fél perc* arra, hogy megpróbálja azt elhárítani, ugyanis ekkor már a magasságuk nem volt több, mint $150-200\ \text{méter!}$ Ebben a helyzetben már nem tudták elkerülni a katasztrófát.

A MOZGÓ SEKÉLY KÖDÖK TERMÉSZETE

A nem csapadékhoz kapcsolódó ködök kialakulása mindig *anticiklonhoz*, vagy legalábbis *gerincesedéshez* köthető, melyek fő jellemzője az *inverz függélyes*

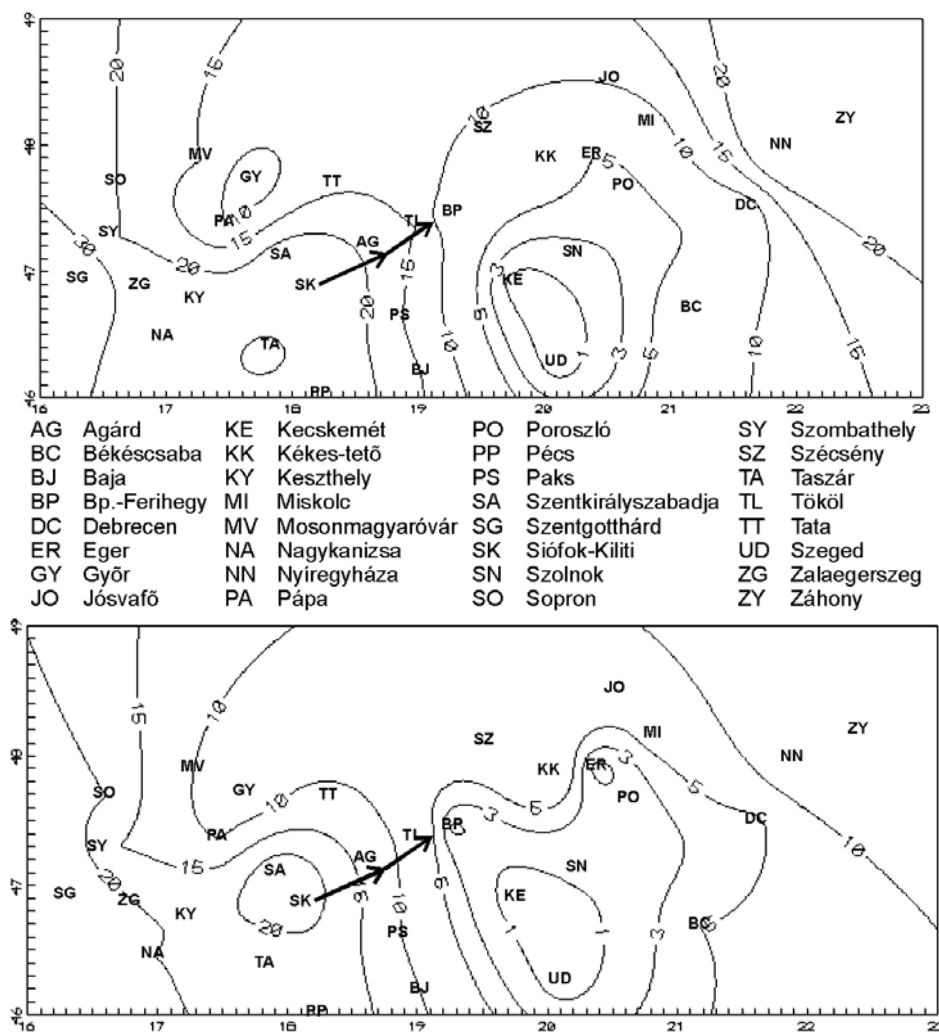
hőmérsékleti rétegződés: az alsó max. kb. 1,5 km-es légoszlopban a magassággal emelkedik a hőmérséklet (az általában átkevert, a légkör külső határa felé hűlővel ellentétben), mintegy kifejezve a nyugalomba jutott hideg levegő alsó leülepedését. Ez utóbbinak különösen kedvez a Kárpát-medence belsejének földrajzi zártsága; a kialakuló — egyébként nevezetesen stabil — szituációt az előrejelzés szemléletesen hideg légpárnának nevezi.

A talajfelszín azonban a téli félév első felében még a nyári besugárzási periódusban nyert, egészen a mélyebb rétegei felé letárolt hőtartalékból fedezve, kisugárzása közben is melegebb marad, mint a felette levő levegő. Így e határfeltételt szabva a hőmérsékleti menet a talajközelségben ismét fordul. Ezzel a profilban leghidegebb és relatíve legnedvesebb „könyök” *kissé* (kb. 10–100 m lehet) *a talajfelszín fölé esik*, s ebben alakul ki megfelelő telítettség esetén aztán akár a kihülés folyamán *egy* tulajdonképpen *a földre simuló* stratus. Magja a felszín fölött lévén lehetővé teszi gyors mozgását e hideg légpárnán belül anélkül, hogy e speciális rétegződés a talajmenti sűrűlődéstől átkeveredve feloszlatná a ködöt. Szintén kárpát-medencei jellegzetesség, hogy — hacsak nem a csapadék párolgásából táplálkozó, területéhez kötött nedvesség a döntő — a légnedvesség a függélyes ülepedésen túl területileg is annak legmélyebb pontján, az Alföldön hajlamos összegyűlni. Ezért ez a fő származási helyük. *Áthelyeződésében* pedig már *csak áldozata a légpárnán belüli* horizontális mozgásoknak.

Jóllehet magához a kondenzálódáshoz vezető folyamatok ezzel még továbbra sem jobban tisztázottak, de kezdeti mérésekre és hidro-, és termodinamikai megfontolásokra alapozva a következők játszhatnak főbb szerepet benne:

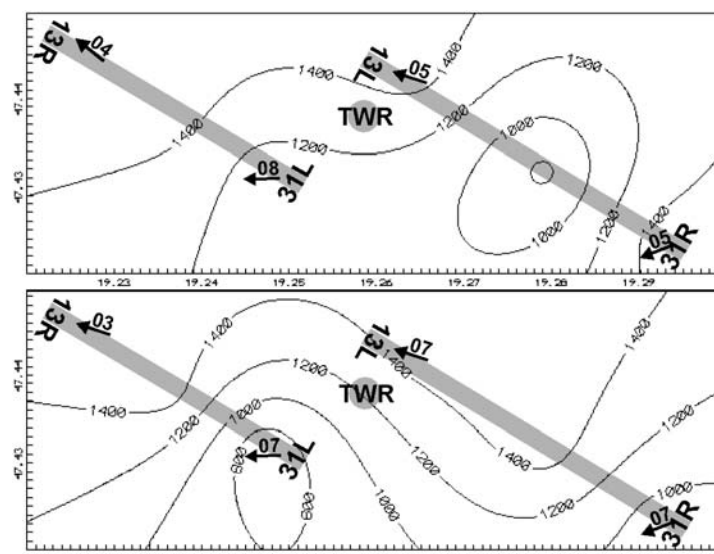
- az anticiklon további épülésével járó lassú, de egységes és folyamatos leáramlás lejjebbnyomja, ezzel erősíti az inverziós orrot (ún. *leszüremkedés*), amit — lévén a gravitációs ülepedés munkát nem végez — energetikailag (ún. *függélyes adiabatikus átrendeződéssel*) az említett alsó könyök kényszerű hűlése kell kompenzáljon; tkp. ezzel mindössze *élesítve* az ülepedés előrehaladottságát kifejező, közöttük levő *inverz rétegződést*;
- a *leszüremkedés*, mint a nagyobb skálákon is függőlegesen lefelé hatoló *longitudinális nyomási-hőmérsékleti hullámként* értelmezett mozgása a levegőnek, a talajfelszíni határfeltétel kényszerére, a kisebb skálán alul, mintegy horizontális állóhullámokat hozva létre, teremti meg a spontánszimmetriasértés helyét [3].

*A “MOZGÓ SEKÉLY KÖD” ELSŐ ISMERTETÉSE, MINT A REPÜLÉST
VESZÉLYEZTETŐ ELEM — EGY HELIKOPTER KATASZTRÓFA ELEMZÉSE*



3.ábra:

A 13:45 ill. 15:45 UTC-kor észlelt meteorológiai látástávolságok [km] analízisei
(A nyilak az MD—500 repülési útvonalát jelölik LHSK-től MOLNAR-ig.)



4. ábra

Ferihegy Repülőtérén 15:08 ill. 15:30 UTC-kor mért RVR értékek [m] analízise a talajszelek [KT] feltüntetésével

REFERENCES

- [1] BRAGG M. B. : Effect of Geometry on Airfoil Icing Characteristics. J. AIRCRAFT, VOL 21. No 7. July 1984. pp (505 – 511).
- [2] COOPER W. A., SAND W. R., POLITOVICH M. K., VEAL D. L.: Effects of Icing on Performance of a Research Airplane. J. AIRCRAFT, VOL 21. No. 9. Sept. 1984. pp (708 – 715).
- [3] BOTTYÁN Zs., HÁMORI I., SÁRKÖZI Sz.: First Description of the „Moving Shallow Fog” Phenomena as a Feature of the Great Plain of Hungary and its Forming and Moving Mechanism, ACTA CLIMATOLOGICA SZEGEDIENSIS, 34. 2000., (to be published).

When the engines of airplane have turned to ice the power is going to be lost. It is very likely a strong icing when the crew unexpectedly get to bad meteorological conditions. In our study we demonstrate that „Moving Shallow Fog” causes similar situations which are very important from the point of view of flight safety. With analysis of previous meteorological observations and data sets we describe this hazardous — but not rare — phenomena.

„F” SZEKCIÓ KATONAI VEZETÉS

**A SZEKCIÓ ELNÖKE: MRÁZ ISTVÁN
TÁRSELNÖK: PINTÉR ISTVÁN**

A KÖZÉP-EURÓPAI RÉGIÓRÓL VALÓ STRATÉGIAI GONDOLKODÁS TÖRTÉNETFILOZÓFIAI ALAPJAI

**Dr. Szani Ferenc alezredes
egyetemi docens
ZMNE Társadalomtudományi Intézet
Hadtörténelem Tanszék**

A magyar történettudományban ma már általánosan elfogadott a Nyugat-, Közép- és Kelet-Európa felosztás. Ez nem öncélú és önkényes regionalizálás, hanem a történelmi folyamat következményeként kialakult realitás, melyet történelemszemléletünk is vissza-tükröz. Stratégiai gondolkodásunkat, ezen belül a Magyar Honvédség (Közép-) Európában betöltendő szerepére vonatkozó terveket, elképzeléseket is alapvetően megszabja, behatárolja az a történelmi múlt, amely régiókat gazdaságilag és kulturálisan, politikailag és katonailag „átmenetivé” teszi. De egyáltalán nem mindegy, hogy ez nyugati vagy keleti hatást, orientációt jelent ezen, például a vezetési struktúra, vagy a modernizáció szempontjából.

Közép-Európa fogalmának bármilyen vázlatos történetfilozófiai elemzése csakis Nyugat- és Kelet-Európával összevetve lehetséges. Erre teszünk kísérletet a termelési- és tulajdon viszonyok, a városiasodás és iparosodás, az államvezetési struktúra eltérő, illetve rokonító vonásainak vizsgálata során. A „közép-európaiságról” való stratégiai gondolkodás történelmi alapjainak felvillantásával megkíséreljük igazolni a nyugati orientáció történelmileg megalapozott szükségességét és lehetőségét.

BEVEZETÉS

A történelem során gyakran változó stratégiai gondolkodás két szintjét vizsgáljuk a következőkben. A regionális (helyzeti) stratégiai szint mellett, kiemelten elemezzük az államvezetési technikákra jellemzőket. Természetesen e két szint szorosan összefonódott és csak az elemzés során választhatjuk szét ezeket. Egy történetfilozófiai vizsgálat éppen szoros összefonódásukat mutatja ki - mint ezt a továbbiakban látni fogjuk.

A Magyar Köztársaság jelenlegi kormánya is megerősítette elődjei álláspontját: Magyarország stratégiai célja az ország teljes körű integrációja az euroatlanti közösségbe. Integrációs szándékunk elsősorban az érdekek és értékek közösségén, valamint a stabilitás igényén nyugvó stratégiai célt jelez, hiszen — közismerten — hazánk egyi-

ke az európai kontinens külgazdaságilag legérzékenyebb, sőt legsebezhetőbb országának. De nem egyszerűen csak „nyitott” gazdasággal bír, hanem katonailag, stratégiai helyzetét tekintve is „nyitott”. Határaink földrajzilag, adott katonai potenciál mellett önerőből nem védhetők. Humán erőforrásaink jó minősége ellenére pénzügyi korlátjaink nem teszik lehetővé, hogy kedvező pozíciókat szerezzünk a globalizálódó (katona) politikai viszonyok között. Az ország jövőjét a nemzetközi folyamatokhoz való alkalmazkodás, az integrálódás sikere határozza meg. Kis országok számára egyszerűen nincs alternatíva a nagy gazdasági, hatalmi térségekbe való integrálódással szemben.

Az integráció azonban nem pusztán gazdasági kérdés, hanem lényeges katonai vetülete is van. Európa keleti felén 1989 óta végigsöprő változások napjainkban is tartó folyamata — a politikai, gazdasági és társadalmi átalakulások mellett — gyökeresen megváltoztatta az országok és nemzetek egymáshoz való viszonyát — új biztonságpolitikai stratégiát kellett/kell kialakítani. A 90-es évtized elején régióinkban, Kelet-Közép-Európában egyfajta nagyhatalmi vákuum alakult ki, de ezzel együtt „biztonsági vákuum” is keletkezett. Bár Magyarország külső fenyegetettségére utaló jelek nem szaporodtak, és a belső stabilitás nem billent fel, de a válságrégiókhoz való közelsége egyre sürgetőbbé tette az integrációt. Így tehát a biztonságot, de a fejlődést, a modernizációt is, jelentő Európai Unió tagságra való törekvés mellett elengedhetetlenül szükséges a NATO tagság adta biztonsági garancia is. Ugyanakkor az uniós (gazdasági) integrálódás nélkül NATO-tagságunk nélkülözi azt a gazdasági bázist, mely a tagsággal járó követelmények teljesítésének bázisa. Nyilvánvaló tehát, hogy Magyarország esetében a gazdasági és a katonai integrálódás szorosan összefonódik. Történelmileg indokolt, kulturálisan megalapozott, hogy hazánk társadalmi-gazdasági, politikai-katonai integrációs stratégiája Nyugat-Európa felé irányuljon. Ezer év történelme, ezer év történelmi gondolkodása alapozza ezt meg.

KÖZÉP-EURÓPA A TÖRTÉNELMI GONDOLKODÁSBAN

Elfogadott tudományos, sőt politikai vélekedések szerint az 1054-es nagy egyházszakadást követően lényegében kialakult az ortodox Kelet-Európa (a balkáni és orosz területeken), valamint a „római” Nyugat-Európa (a Kárpátoktól nyugatra). A nagy földrajzi felfedezések kiváltotta fejlődés (átalakulás) döntő elemei Északnyugat-Európában a 16. századtól a termelési viszonyok (termelő eszközök, technológiák stb.) lettek és ennek következtében az addig többé-kevésbé egységes latin-germán Európa (Königsberg—Kárpátok vonaláig húzódott) kettévált. Míg Nyugat-Európában az egyre gyengülő feudális állam (még katonai erők bevetése ellenére sem) nem tudta

megakadályozni a modern tőkés világgazdaság kibontakozásának beindulását, addig Közép- (és Kelet-) Európában — köztük Magyarországon is — megerősödött a feudális állam (társadalom) és egyén, illetve közösségek viszonyát befolyásoló integráló szerepe. A prekapitalista társadalmi-gazdasági formációkban rekedt közép-európai országok esetében a túlsúlyos állam igen markánsan megkülönböztető elem a kapitalizálódó (ipari, kereskedelmi stb. tevékenységet végző, öntudatos, a szakrális államot egyre kevésbé toleráló polgársággal bíró), individualizálódó Nyugat-Európa társadalmainak (egyre inkább) „szolgáltatóvá” alakuló államaitól.

Európa régióinak elnevezésén természetesen vitatkozni lehet, a terminológia mindig csak jó-rossz segédeszköz. A Közép-Kelet-Európa vagy Kelet-Közép-Európa megnevezések is ilyenek, nem elvi kérdés. A lényeg: elnevezéstől függetlenül megvizsgálni, hogy ez a régió — azaz a volt lengyel, a cseh és magyar királyság, mellék-tartományaikkal együtt, valamint a Baltikum (mind posztoszocialista ország) — olyan történeti egység-e, amely önálló vonásokkal írható le. A kérdés felvetése, s a további vizsgálatok eredménye feltehetően az lesz, hogy nem olyan határozott karakterű, önálló régióról van szó, mint amilyen Az újkorban Nyugat-Európa vagy az orosz Kelet-Európa. Ez a terület egy mozgásban lévő, hibrid képlet — ezt kell empirikusan és fogalmilag megragadni. Európa különböző régiói nem statikus képletek. A Magyarországot is magába foglaló régió olyan mozgásokon ment át, amelyben az eredendően Kelet-Európával rokonító vonásokkal szemben a 11—15. században bekövetkezett fejlődés a nyugati szerkezeti vonásokat emelte ki, hogy azután újra és újra egy kelet-európai „átmosódás”, fordulat következze be (török, orosz, szovjet). A probléma a továbbiakban az, hogy ezek az újabb és újabb fordulatok minden további nélkül Kelet-Európa-hoz csatolták-e ezt a közbülső régiót, vagy megmaradt a köztes jellege.

A feudalizmusból a kapitalizmusba való átmenet vizsgálatánál azonban célszerű a gazdaságtörténet szempontjain túl az intézmények, a társadalomszerkezet, az állam és társadalomviszony stb. együttesét is szem előtt tartani. Ha az abszolutizmus, mint kora újkori államrendszer jellemzőit (gazdaságszervező, bürokrácia, az állam és társadalom viszonya) vizsgáljuk, nem lehet kétséges az eltérés a nyugati típusú abszolutizmus és a keleti típusú autokrácia között. (Túl erős a cárizmust despotizmusnak nevezni [ez az ázsiai típusú uralmi rendszerek sajátja], jobb helyette autokráciáról beszélni despotikus vonásokkal.)

A Közép-Európa és Oroszország közötti különbségek egyik legfontosabbika a polgári tulajdon kifejlődésének foka. Például a Habsburg Monarchia országaiban a 18. század közepétől lassan és burkolt formában, 1848 után törvényesített formában létrejött és megszilárdult a polgári tulajdon. Kelet-Európában ezzel szemben nem jött létre, mert a földközösség fennmaradása nem engedte, nem volt ideje kifejlődni. Ez nem egyszerűen időrendi, hanem alapvető eltérés jelent, hiszen a *polgár* Nyugaton és Közép-Európában végbemenő fejlődését Keleten a polgári magántulajdon hiánya megakadályozta — *alattvaló* maradt.

Nyilvánvaló, hogy minden vizsgálatnak, amely a történelemmel foglalkozik, az életet meghatározó alapegységből kell kiindulnia. Ez a középkorban a feudális nagybirtoküzem, hiszen ennek a vonzáskörében, ettől meghatározottan él a társadalom zöme. A vizsgált korszakban ez a birtoküzem már nem azonos Közép-Európában (tehát Magyarországon, Csehországban és Lengyelországban) és Oroszországban. A termelést a kora középkorban még Nyugat- és Közép-Európában is egy, az oroszhoz hasonló szolgáló végezte, ez a korai feudális réteg azonban — nagyjából 15. században — eltűnt, Oroszországban viszont megmaradt. Közép-Európában a 13—14. századra kialakult az egységes jobbágyosztály, s ez a jobbágyságnak a szabadok szintjén való egységesülését jelentette. Oroszországban a szabadköltözésű jobbágyok vékony rétege nem vált a termelés bázisává, ott a ki-egyenlítődség, az egységesülés a még a 16—17. században is a korábbi szolgáló szintjén ment végbe. Közép-Európában a szabadok szintjén egységesült jobbágyosztály a második jobbágyság rendszerében (16. század) egyfajta visszazuhanást élt át a szolgáltságba, amely csak látszólag jelentett azonos szintet az orosz állapottal.

A térség országaiban az agrárfejlődés fordulópontja a jobbágyfelszabadítás volt. A közép-európai térségben a 16. századi nyugat-európai és az 1861 évi orosz reform közti képtűn a szabadították fel a jobbágyságot. A radikális jobbágyfelszabadítás is csak annyi földet tett paraszti tulajdonná, amennyi a felszabadítás időpontjában a parasztok birtokában volt. Franciaország esetében ez a földek túlnyomó részét jelentette, Magyarországon legfeljebb a felét. Oroszországban viszont lényegében teljesen termelőerő nélkül maradt a parasztság döntő többsége — az ipari centrumokat jelentő városok felszívó hatása nélkül. A 19. századi erőteljes nyugat-európai városfejlődés új tényezőt hozott a társadalomfejlődésbe: a vegyes hierarchiák közötti társadalomszerkezeti különbségek kiegyenlítését. A városhálózat kialakulását követően, annak öntörvényűségei meghatározták és elkülönítették a városi társadalmakat a falusi vagy a kisvárosi társadalmaktól. (További kutatásra váró kérdés a zsellérek útja is. Mai tudásunkkal nem állíthatjuk, hogy a városok szívták fel őket. Mindenesetre a 19. század első felében már milliós nagyságrendben élt Magyarországon egy bizonytalan réteg, amelyik kívül esett a klasszikus feudalizmus keretein. Ennek a rétegnek klasszikus képviselői Táncsics Mihály, Petőfi Sándor, Arany János). A feudalizmus kereteinek ilyen felbomlása a feudalizmus válságának jele, a réteg léte persze nem mutat kiutat a válságból — városiasodás, iparosodás nélkül.)

Nagy nehézséget jelent az agrárfejlődést önmagában vizsgálni (ez az agrárfejlődés lenini koncepciójának is gyengéje), helyette a gazdasági-társadalmi viszonyok, politikai-katonai stratégiák egészét kell vizsgálni. A közép-európai (porosz) utat sem lehet pusztán egy kérdésre szűkíteni, helyette az egész bonyolult stratégiai környezetet kell szemügyre vennünk. Például a mezőgazdasági piac helyzete a gazdaság része, de a túlságosan csak az agrárfejlődést elemző megközelítés semmilyen fejlődési útra nem ad meggyőző argumentációt. A döntő kérdés azonban — ha a gazdasági fejlődést és struktúrát nézünk —, hogy a tőkebefektetés a mezőgazdaság-

ba vagy az iparba irányul ezen, hiszen a századforduló körül már az utóbbi adja a fejlődés mozgatóját.

Már a feudalizmus függési rendszere és szervezete is lényegesen különbözött egymástól Európa középső és keleti régiójában. Közép-Európa keleti részén, Magyarországon, Lengyelországban a nemesség jóval számosabb, szervezettebb és önállóbb volt, mint Oroszországban, ahol a cári autokrácia IV. Ivántól kezdve nemcsak a szolgáló nemességet, de a bojárságot is államhivatalnokká, a cár alattvalójává tette. A parasztság helyzetében még szembetűnőbb az eltérés. Míg Közép-Európa jobbágysága a kései feudalizmusban már a szabadköltözésért, a személyes szabadságért, majd ennek kivívása után a szabad földtulajdonért küzdött, addig az oroszországiak elsődleges célja a földhöz kötés biztosítása (a rabszolgaként való adásvétel elleni védekezés!) és a robotterhek csökkentése volt. A polgárság kialakulása is eltérően történt. Az államvezetés által erősen támogatott városfejlődés térségünkben a 16–17. században hanyatlott, főként a török hódoltság idején, Magyarországon. Ámde a 18. század derekától kezdve mintegy pótolni sietvén a két évszázados visszamaradást, a főbb kereskedelmi és forgalmi központok a nyugati határszélen, a Duna, a tiszta, a Dráva mentén gyors fejlődésnek indultak. Ennek során városi szabadalmukat is megerősítették vagy visszavívták. Ez létkérdés volt a modernizáció alapjainak megteremtéséhez.

A kereskedőtőke felhalmozásának és beruházásának fejlődésmenete a kapitalizmus importjáról, a külföldi tőke kizárólagos generátor szerepéről és az állami támogatásról kialakított nézetek ennek ellenére nem alaptalanok. Igaz, hogy a Habsburg abszolutizmus jószerint az ausztriai és a csehországi iparfejlesztésben buzgólkodott (1815 után ott is egyre fukarabb kézzel). Sőt magyarországi gazdaságpolitikája a tőkefelhalmozás és vállalkozás szempontjából inkább negatívnak ítéltető. A bécsi gazdaságpolitika és a magyarországi állapotok miatt a külföldi tőkés sokáig óvakodott tőkéjét nem garantáló országokban való nagyobb beruházásoktól. Annyit mindenképpen megállapíthatunk, hogy a kapitalizmus genezise nem volt anorganikus, kívülről a magyar és más együtt élő társadalmakra erőltetett fejlemény, hanem éppenséggel a (kelet-) közép-európai kapitalizálódás legjárhatóbb, organikus útja.

A gazdaság és társadalom fejlesztésére irányuló stratégiák is elétértek a nyugat-európaiaktól. Míg ott a jobbágyság és a céhek felbomlása zajlott, térségünkben a parasztháborúkat követően — főleg a keleti területeken — kialakult a második jobbágyság, és a városi ipar fejlődése megrekedt a céhes keretekben. A kialakuló új világgazdasági rendbe Közép-Európa nem az ipari, hanem a feudális vonásokat rögzítő mezőgazdaság révén kapcsolódott be. Közép-Európa, amely a 16. századig Nyugat-Európa szerves része volt, a nyugati korai kapitalizmushoz képest lemaradt, visszaesett, annak alárendelődött, a töröktől meghódított területei pedig abszolút értelemben is hanyatlásnak indultak. A feudális viszonyok fokozatos fellazulása helyett a roboton alapuló majorsági gazdálkodás megerősödése, a városi tőkefelhalmozás és modernizálás elakadása, az állami centralizáció gyengülése és torzulása következett be. Kelet-Európában — ezen elsősorban Oroszországot értjük — viszont éppenséggel nemhogy

gyengülésről, torzulásról, hanem egyenesen visszakanyarodásról, az európai gazdasági, politikai és kulturális rendszertől való eltávolodásról beszélhetünk. De itt második jobbágyságról semmiképpen nincs szó, hiszen a terhek hullámzásai ellenére sem a függőviszonyban, sem a járadékkötelezettségben nem következett be lényegi változás — maradt változatlan formában a korábbi keleti struktúra. A városi kereskedelem megélénkült, az iparosodás (manufaktúrák), a városok rendi státusának elismerése éppen a 16—17. században, a 18. század végéig számottevően fejlődött itt is, de ettől kezdve fejlődése egy évszázadon át lelassult, megrekedt, ismét elmaradt az európai modernizálódás és polgárosodás üteme mögött.

A nyugat- és a kelet-európai (agrár) fejlődés közötti alapvető különbség, abban rejlett, hogy Nyugaton, a feudális földjáradékon belül a pénzjáradék vált uralkodóvá, ennek felbomlása pedig egyrészt az angol típusú tőkés bérlethez, másrészt a francia típusú szabad parasztság túlsúlyához vezetett. Keleten viszont nem a pénzjáradék, hanem a munkajáradék, a robot volt a feudális járadék fő formája: a földesurak roboton alapuló gazdasága nőtt át (pszeudo) tőkés gazdaságba. Amíg ugyanis a tőkés átalakulásnak a nyugati feudális pénzjáradék immanens tendenciája, addig a munkajáradék az önfenntartás és az önszaporítás a belső tendenciája. A robotból nincs közvetlen átmenet a bér munkához. A robot megszüntetése vagy forradalmi úton, vagy strukturális reformok útján mehet végbe, de ez utóbbi esetben — az általános gazdasági helyzettől függően — sokáig túlélnek a jobbágysági függőség formái (ledolgozás), vagy csak hosszabb átmenet után konszolidálódik a bér munkások alkalmazása.

A polgárosodó tendenciák önmagukban talán Közép-Európában sem lettek volna elég erősek a feudális viszonyok gyors és mélyreható felszámolására, de például Magyarországon a hazai és a monarchiai gazdaság általános — kapitalizálódó — viszonyai közepette, az európai iparosodás ösztönzéseitől, majd a 1848-as forradalom hullámaitól sodorva, a liberális nemesi és polgári vezető réteg képes volt forradalmi módon felszámolni a gazdasági-társadalmi és a politikai feudális berendezkedést Közép-Európában is. Amint Közép-Európában, és annak keleti részén, Magyarországon a jobbágyság röghöz kötése teljesen és tartósan sohasem sikerült, úgy az 1848 évi forradalom is a francia jakobinizmus és az 1861 évi orosz reform közötti sávon helyezkedett el: a mi térségünk relációjában radikális módon szabadította fel a jobbágyságot.

A döntő különbséget a Közép- és a Kelet-Európa tőkés (agrár) fejlődése között abban látjuk, hogy a közbülső régióban már a feudalizmus utalós szakaszában megjelent, nyíltan megváltás formájában, és burkoltan bérlet — ámde szerződéses bérlet —, formájában a polgári tulajdon. Ezt aztán forradalom legalizálta, a következő fellendülési szakasz konszolidálta. A keleti régióban viszont a tiszta polgári tulajdon roppant szűk körű maradt, a felszabadítás nem tette a jobbágyságot polgári tulajdonossá. Fennmaradtak a megváltás, a ledolgozás súlyos feudális terhei, a nagy többség számára fennmaradt a faluközösség. S az 1917 előtti évtizedek kevésnek bizonyultak polgári földtulajdon és a tőkés gazdálkodás kibontakoztatására.

Mindezek ellenére azt is látni kell, hogy dinamikusabb polgári fejlődés Közép-Európában is csak a francia forradalom hatására indul meg (elsősorban a német területeken). A francia forradalom bomlasztja fel végleg a majd évezredes birodalmat, a német-római császárságot. A birodalom felbomlásával párhuzamos egyrészt a német fejedelemségek teljes szuverenitásának elismerése, másrészt a térségünkben domináns szereppel bíró Habsburg Birodalom megerősödése. Ez új helyzet elé állítja a közép-európai stratégiai és politikai gondolkodást. Az a kérdés merült fel, hogy mennyiben stratégiai cél és érték a mindinkább „betolakodó” idegen, nyugati modernizáció. A rendi vezetés részéről is kezdeményezett fejlesztési stratégiákat ugyanis beárnyékolja és korlátozza az idegen (például Magyarország esetében az osztrák császári, Lengyelországban a porosz és orosz) hegemonia, amely esetben a fennhatósággal idegenként ható intézmények bevezetésére is sor került. Az „idegen”, a nyugati ekkor „polgárit” jelent, a feudális szolgáltatások megszüntetését, a racionális jogot és igazgatást, képviselőket és miniszteriális rendszert. Ugyanakkor a nyugati „nemzetit” is jelent - a nyugati, polgári nemzetek erejének és fölényének kihívását. Ez a kihívás hozza létre politikában a nemzeti mozgalmakat, a politikai stratégiai gondolkodásban pedig a nemzetkonceptiókat. (Kölcsey: „Jelszavaink valának: Haza és haladás”). A „tulajdon és szabadság” reformkori liberális elve Magyarországon 1848-ban, majd, majd 1867 után — igaz, nem a nyugati tiszta formában, hanem sok tradicionális elemmel és korlátozással terhelve — megvalósult. Kelet-Európában, legalábbis a parasztság tömegeit tekintve a „tulajdon”, a társadalom egészét tekintve a „szabadság” — a szabad helyi, regionális és országos szerveződés —, a *polgári szabadságjogok* nem váltak társadalom- és politikaszervező realitássá.

A gazdaság- és társadalomtörténeti, az államszerkezeti, a vezetési stratégia, a politikai és kulturális jegyek vizsgálata számunkra azt bizonyítja, hogy a politikai közgondolkodásban még ma is sokszor egységesnek minősített kelet-európai régió meghatározás két genetikusan, strukturálisan és fejlődéstendenciájában különböző régiót von össze, a közép- és kelet-európai. Az a tény, hogy a Közép-Európa gondolatot (uniós tervet) a német imperializmus a maga céljaira használta fel, és Hitler diszkreditálta, nem semmisíti meg e régió történeti létezésének tényét. Igaz, hogy a régió népeit az összefűző szálak és barátságok mellett mély gyökerű konfliktusok és ellenszenvek választják el egymástól, de ez nem ellenérve, hanem éppen bizonyítéka a régió történeti létének. „Egy régió történeti létének nem ismerve a regionális identitás tudata.”(Hanák Péter)

AZ ÁLLAMVEZETÉS — STRATÉGIAI KONCEPCIÓ

Kétségtelen, hogy az állami beavatkozás súlyának és szerepének történeti elemzése egyrészt feltételezi, szükségessé tesz az állam fogalmának megfelelő értelmezését, másrészt az állami beavatkozás típusainak, s intézményeinek (azok eszközeinek) — köztük a hadsereg — történetfilozófiai vizsgálatát. Látnunk kell, hogy — éppen a termelési struktúrák fejletlensége következtében — a prekapitalista formációkban a társadalom (és egyben egy régió) legfőbb integráló eszköze kétségkívül az állam volt. De a közép-európai térségben — ellentétben Kelet-Európával — ezen integráló állam intézményei, szervezetei között nem, vagy legalábbis nemcsak a hadsereg játszott döntő szerepet. Mellette mindig ott voltak (nyugati hatás!), más, korszerű, nem tradicionális intézmények, pl. szakmailag felkészült hivatalok, hatékonyabb adórendszer stb. Másrészt (keleti hatás!) tovább éltek az egyre korszerűtlenebb, természet adta szakásokban, szokásjogokban (ez — természetesen — nem azonos a felvilágosodás természetjogával) gyökeredző prekapitalista intézmények (pl. polgári önkormányzatok helyett nemesi önkormányzatok).

Míg az Elbától Nyugatra az állam (gazdasági, katonai) intézményei „csak” a feltetelek biztosítója volt, addig Keleten (1945 után a közép-európai térség is ide tartozott!) az állam a legfőbb integráló (egyes helyeken és időszakokban az egyetlen!) a társadalmi lét minden területén. S ami a legjellemzőbb: a prekapitalista formációkat idézően a társadalom öntevékeny individuuma helyett (továbbra is, sőt fokozódó mértékben), az államba, illetve annak nem is természet adta, hanem adminisztratív úton létrehozott mesterséges közösségéhez „rendelték” az állam polgárait. Ez az államilag intézményesített integrálódás lett általánossá, ezt vezették be az Elbától Keletre, mindenekelőtt Közép-Európa keleti részében is a második világháború után. Közép-Európa átmeneti jellege („Jalta” következtében) lényegében megszűnt. (Külön elemzés tárgya, hogy milyen mértékben). Tehát az átmenetiségen belüli súlypont eltolódott abba az irányba, amely Kelet-Európában gyakorlatilag eddig is létezett (cárizmus, sztálinizmus formájában). Lényegében — szinte anakronisztikusan — kialakult a prekapitalista formáció alapképlete: a „túlsúlyos” végrehajtó hatalom, a hatalomorientált állam, a mindent átfogó bürokratikus apparátus, a termelő egységek (munkás) közösségei. (E közösségek fényévnnyi távolságra vannak a szuverén polgárokból álló, állami gyámkodás, felügyelet nélküli társadalomba integrált, integrálható civil, polgári közösségektől). Másként fogalmazva: nem alakulhatott ki a demokratikus közakaratot kifejező közhatalom.

A fejlesztés stratégiájának Kelet- és Közép-Európa keleti területeire kiterjedő típusát — beleértve Oroszországot, Bulgáriát, az Osztrák-Magyar Monarchia keleti területeit, ebben Magyarországot is — Nyugat-Európához viszonyítva elmaradottság határozta meg már korábban is: itt nem volt elég a meglevő tőkék összegyűjtése és befektetése, hanem a gazdasági eszközökön túl erőteljesebb, állami beavatkozás-

ra volt szükség. Ezt a térséget jellemző fejlesztési stratégiát (modernizációt) az állam szerepe igen világosan megkülönbözteti német vagy osztrák ellenpárjától. Ugyanis ez az állam külső, idegen hatalmi érdekeket szolgált. Először is német—római császári címet, régóta a Habsburg-ház osztrák ága viselte, de a dinasztia a cseh, osztrák, itáliai örökös- és a magyar királyi tartományokban különálló birodalom élén is állt, s a német—római császári hatalom maradványait e saját birodalom erősítésére használta fel. Másodszor a kialakult helyzet, s vele a német—római birodalom fennmaradása érdekében állt az európai nagyhatalmaknak, különösen Franciaországnak. Egy erős állam a birodalom helyén felbillentette volna az „európai egyensúlyt”. Ugyanakkor a birodalom intézményei a középkor óta szilárd helyet foglaltak el a térség lakóinak, rendjeinek, politikai elitjeinek jog- és szabadságfelfogásában, történelmi tudatában, stratégiai elképzeléseiben. Ezek az intézmények nem működtek hatékonyan, de helyi szinteken fontos szerepet tölthettek be.

A közép-európai birodalmak még a 18. századra sem funkcionáltak a korabeli nyugat-európai mércének megfelelő államokként. Nem létezett valójában központi hatalom, képviselő, bíraskodás és hadsereg, ugyanakkor mindezeknek megvoltak a tartalmilag kiüresedett intézményi-jogi formái (császár, király, [birodalmi] rendek, bíróság, és hadszervet). A birodalmak különféle „alkotórészei” eltérően viszonyultak ezekhez az intézményi keretekhez. Nagyobb területeken helyi központosítás ment végbe, és kialakították a rendiség teljes vagy részleges önkormányzatát (nemesi vármegyék). Ezek az „önkormányzatok” féltékenyen őrizték önállóságukat a központi hatalom, a császárság, a királyi központosítás erősödése ellen.

Miért hatottak erősen az elmaradottság, a keleti-európaiság erői a közép-európai fejlődésben? Mindenekelőtt azért, mert a középkori Német—Római Birodalom központi hatalmát megalapítása óta a császári cím itáliai érvényességéért folytatott harcok gyöngöttették meg. Ezzel párhuzamosan indul meg a partikuláris hatalmi centrumok megerősítése. Ezeket a folyamatokat vitték tovább és teljesítették ki a reformációval kialakult vallási és politikai konfliktusok, melyek elidegenítették egymástól a birodalom eltérő felekezetű régióit. E konfliktusok a harmincéves háborúhoz vezettek, ami a központi hatalom felparcellázását, a partikuláris hatalmi centrumok elismerését, valamint a külföldi befolyás megerősödését hozta magával. A birodalmon kívüli Habsburg tartományok (például Magyarország) esetében ez még fokozottabban érvényesült.

Az újkor küszöbén ezzel ellentétes a politikai fejlődés iránya az angoloknál és a franciáknál. Míg náluk abszolutista centralizáció zajlik, addig a közép-európai térségben decentralizációra, partikularizmusra törekednek. De ezzel együtt e törekvések feudális, rendi és nem kapitalista, polgári tartalommal telítődtek. Ez megakadályozta a nemzetté válás modern államkeretének kialakulását, és megfosztotta a térség országait, de a birodalmait is azoktól az előnyöktől, amelyeket a centralizált abszolutizmus a tőkés termelés kibontakozásának a kezdetén jelentett (gyarmatosítás, egységes jog-, vám- és pénzrendszer stb.).

Az interregionális összevetés utolsó tételeként az állami felépítés és a politikai rendszer néhány jellegzetességére szükséges rámutatni. Közép-Európa soknemzetiségű birodalmainak államszerkezetét és vezetési struktúráját valóban sok szál rokonította Oroszországgal: a bürokratizmus, a militarizmus, s ezzel kapcsolatban az állam és a társadalom viszonyában az előbbi primátusa. Ugyanakkor például a Habsburg Birodalom gazdasági fejlettségét, modernizáltságának fokában és polgári bázisát tekintve jóval felülmúlta a cári birodalomét. Ennek következtében modernizáló törekvései realisabbak, a realizáltak pedig hatékonyabbak voltak, mint Nagy Péter, vagy Nagy Katalin kormányzatának reformtervei. A Habsburg Birodalomban létezett már olyan, relatíve fejlett nemesi és polgári elemekből összefonódott középosztály, amelyből kiképeződhetett, és az uralkodók teljes tudatossággal ki is képezték egy szakszerű bürokráciát. Ez a bürokrácia bizonyos szerkezetiséget és stabilitást vitt be az ausztriai államapparátus működésébe. Oroszországban a bürokrácia összetétele, kiképzése esetleges, működése klikkszerű volt. Másrészt az osztrák abszolutizmus teljhatalmát mindig is korlátozta — hol erősebben, hol gyengébben — a magyar rendiség (a „történelmi dualizmus”) Időnként, így éppen II. József ellen a szunnyadásából felriadt osztrák és cseh rendiség is protestált. A felvilágosodás — utóbb a liberalizmus —, a tolerancia — utóbb az alkotmányosság —, a modernizálás, mint államvezérlő elvek Közép-Európában a 19. században kibontakoztak, kibontakozhattak.

A párhuzamot az 1848-as forradalom utáni korszakra is érdemes megvonnunk. Amíg a cári hatalom az 1861. évi reform után is az alkotmányosság elveitől és intézményeitől alig korlátozott autokrácia maradt, addig a Habsburg állam 1867 után alkotmányos monarchiává alakult. Olyan alkotmányos állammá, amelyben a birodalmi egységen és a társadalmi renden éberben őrködő főhatalom megőrizte az abszolutizmus erős maradványait, a hadsereggel való rendelkezés hadúri jogát, s az alsóbb szintű végrehajtó hatalom is számos terén tekintélyelvű jogkörrel rendelkezett. Az Osztrák—Magyar Monarchia a tekintélyi- s a jogállam sajátos keveréke volt. A kormányzatot a parlamenti ellenzéken kívül többféle nemzeti és társadalmi érdekszervezet is ellenőrizte. Legálisan működtek a szakszervezetek, a szociáldemokrata párt, szerény kezdetekből nagy erővé izmosodott. A Monarchiában a korlátozások ellenére is érvényesültek a főbb szabadságjogok, elsősorban a sajtószabadság. Így a tekintélyelvű uralkodó és az abszolutisztikus kormányzásra hajló végrehajtó hatalom szervei, képviselői széles körű nyilvánosság ellenőrzése alatt állottak. Végül a Monarchiában — közép- és kelet-európai mércével mérve — jelentős közösségi és lokális autonómiák épültek ki, amelyek ugyancsak a végrehajtó hatalmat ellensúlyozták. Igaz, a századforduló idejétől kezdve a Monarchiában is erősödtek a militarizmus tendenciái, de velük párhuzamosan erősödtek a parlamenti és parlamenten kívüli ellenőrzés alkotmányos szervei, fórumai is. Az Osztrák-Magyar Monarchia volt és maradt is az első világháborúig az európai liberális alkotmányosság keleti határa. Ez a politikai rendszer, ha korlátozta, és gyakorta megsértette is, meghonosította, megtartotta az európai humanizmus, felvilágosodás és liberalizmus

örökségét: a pluralizmust és a toleranciát. A Monarchia — benne Magyarország — állami-politikai rendje ugyancsak közbülső helyet foglalt el a nyugati parlamentáris demokrácia és a keleti autokrácia között: pontosan a közép-európai sajátosságot testesítette meg.

Kétségtelennek látszik, hogy az állami beavatkozás szerepének megfelelő történeti megítélése egyrészt feltételezi, és szükségessé teszi az állam fogalmának megfelelő értelmezését, másrészt a gazdasági beavatkozás típusainak és eszközeinek gondos mérlegelését. Amennyiben csak azt a tevékenységet tekintjük állami beavatkozásnak, melynek közvetett célja a termelési tényezők létrehozása, elosztása vagy újraelosztása, akkor megállapítható, hogy a gazdaságilag fejlett országokban az állami gazdaságpolitika 1914 előtt kevésbé volt fontos, s gazdasági fejlődésük inkább önálló, semmint indukált fejlődés volt. A beavatkozás különböző formái ellenére - mint a földbirtokstruktúra, a kereskedelem védelme, jogi keretek - az államnak nem volt döntő szerepe a gazdaság irányításában. Relatív és abszolút értelemben is csekély az állam részvétele a nemzeti jövedelem és a nemzeti vagyon létrehozásában. Az állami beavatkozás mértéke természetesen nem volt azonos a vezető tőkés országokban. A gazdasági fejlődés élén járó Németország és Japán, Angliával ellenétben, tudatosan és szándékosan nem alkalmazta soha gazdaságpolitikájában a „laissez faire” elvét.

Mindaddig, amíg a 19—20. századi stratégiai döntések elméleti alapját a történet és társadalomfilozófia klasszikus, vagy neoklasszikus iskola modelljei alkották, nem került megvilágításra az állam szerepe a gazdasági-társadalmi fejlődés folyamatában. Erre alapozva a (gazdaság) történeti elemzések többnyire kritikátlanul elfogadták a 19. század szabad verseny dogmáját, mely nem ad helyet a gazdaság belső mozgatóerőin kívül semmi más ösztönzőnek, s az állam szerepét — Ferdinand Lassalle ismert mondása szerint — legfeljebb az éjjeliőr funkciójával azonosították. A neoklasszikus fejlődési modell a világ gazdaságot lényegében nem is nemzetgazdaságok összességének tekintette, hanem egy olyan közegnek, melyben a termelési tényezők racionális tulajdonosai vesznek részt a teljes szabad verseny alapján, melynek stabilitását sem a külső gazdasági tényezők, sem a társadalmi és technológiai akadályok nem befolyásolják, s melyben biztosítva van a gazdasági források optimális felhasználása. A tökéletes egyensúlymechanizmus alapján az alkalmazkodási folyamatokat és stratégiák változtathatóságát rendkívül gyorsnak vélték, a változásokat, valamint a gazdaságok méreteinek kérdését is elhanyagolhatóan tartották.

Mivel a 19. századi közép-európai térség stratégiai célokat kitűző, azok realizálását vezető politikai elitjei a fejlődés döntő elemét a termelés kereteit biztosító termelési viszonyokban látták, és a polgári forradalom lényeges kritériumának tekintették a polgári állam megalakulását, stratégiai gondolkodásuk a polgári államra, mint a fejlett tőkés gazdaság előfeltételére is kiterjedt. Ennek ellenére még a marxista gazdaságtörténeti munkák nagy része sem vonhatta ki magát a liberális felfogás hatása alól, s bár az államot az uralkodó osztály elnyomó szervének tekintették, a

fejlett országok tapasztalata alapján úgy látták, hogy ez elsősorban a társadalmi és politikai szférában érvényesül, és a kapitalizmus felfelé ívelő szakaszában a spontán piaci viszonyok még alapjában biztosítják a tőkeviszony újratermelését. Az államnak tehát — véleményük szerint — ekkor nem kell közvetlenül beavatkoznia a gazdasági folyamatokba. (Ellentétben a kapitalizmus későbbi szakaszával, amikor az ellentmondások kiéleződésével a spontán folyamat már nem elegendő, és szükségessé válik az állami beavatkozás.) Vagyis úgy vélték, hogy — ebben az értelemben — az állam problematikája gyakorlatilag nem a 19. századi szabad versenyes kapitalizmushoz, hanem a 20. századhoz, a monopolkapitalizmushoz vagy még inkább az állammonopolista kapitalizmushoz kapcsolódik. Az állam funkcióját a társadalom és a gazdaság folyamatos működésének biztosítására, az osztályellentétek bizonyos kiegyenlítésére is kiterjesztették. E leegyszerűsített szemléletben az iparosítást a burzsoázia, a kapitalista fejlődés ezt megelőző fázisait (agrárkapitalizmus) gyakorta egyszerűen a tőkésedő nagybirtok érdekeivel azonosítva, a gazdaságpolitikában figyelmen kívül hagyták a külgazdasági kapcsolatok által igényelt funkciókat. Nem vették tehát figyelembe, hogy ez alapján tőkés vagy azzá váló 19. századi állam, amely — akármilyenek is belső osztály-erőviszonyai —, tőkés világ gazdaságba illeszkedik, annak követelményrendszere formálja. Márpedig a korszak nemzeti államai számára a gazdasági célok és eszközök elválaszthatatlanok voltak a politikai stratégiáktól, azaz a nemzetgazdaság politikai és intézményrendszerének megteremtésétől. Ezért akár a burzsoáziának, akár a polgárosodó nagybirtokos osztálynak vagy más hagyományos vezető rétegnek vállalnia kellett ezt a célt, ezt a stratégiai gondolkodást, még akkor is, ha megvalósítása túlmutatott közvetlen gazdasági érdekelttségén. Ez nyilvánvalóvá teszi, hogy a modern nemzeti állam nemcsak egyes országok belső társadalmi fejlődésének eredménye, de egyben az európai társadalom egyetemes fejlődési terméke is, s ez a kialakult nemzetközi gazdasági és politikai rend által meghatározott stratégiai céljait, tevékenységét és eszközeit is lényegesen befolyásolhatja.

ÖSSZEGZÉS

Egy fejlődő ország, így Magyarország stratégiai gondolkodásában kellő önismeretre és önmérséklésre van szükség: saját helyzetének, szükségleteinek, lehetőségeinek reális felmérésére. Csak így van reális esély a jelen problémáinak történelmileg is megalapozott megoldására. Úgy tűnik a lehetőségek és a szükségletek közötti szakadék áthidalásának legreálisabb útja a szelektív, a szimmetrikus, gondosan ütemezett és meghatározott értéksorrendhez kötött modernizáció. Ez természetesen vonatkozik a Honvédség fejlesztési stratégiájára is, amelyben — a Nyugathoz való (visz-

sza) integrálódás elengedhetetlen előfeltételeként — az elektronizálási programnak elsőbbséget célszerű biztosítani. A korszerűsítés terén a számítástechnika mellett prioritást kell kapnia a vezetés, az információ-feldolgozás, valamint az elektronikus törzsmunka és a kapcsolódó képzés vagy oktatás feladatainak.

A humán-, valamint a technikai fejlődés illetve fejlesztés egyidejűleg s egyformán cél és eszköz a modernizációs folyamatokban. Az egyik fő összetevője: a funkcionális munkamegosztás, a technikai fejlődés illetve fejlesztés felgyorsulása és az innovatív államvezetési technikák alkalmazása.

A hadügy polgáriasodás irányába halad, hiszen az olyan területeken, mint a katonai vezetés, a hadiipar az eddiginél fokozottabban igénybe veszi és igényli a polgári szférában meglévő és feltárható szellemi, anyagi kapacitásokat. A katonai és polgári szféra közötti határok egyre inkább elmosódnak. Ez különösen szembetűnő a békefenntartás és békemegfigyelés esetében, mivel az ilyen típusú katonai műveleteket a hagyományosan ismert és kezelt katonai tevékenységeknél szélesebb keretbe helyezi és kezeli a társadalom. E téren vagyunk talán legjobban „ráhangolódva” Nyugatra, melyet nagymértékben megalapoz ezer éves múltunkból táplálkozó történelemszemléletünk, stratégiai gondolkodásunk

A történelmi tendencia azt mutatja, hogy Nyugat-Európa és (különösen) az USA katonai erői a hosszú háborúkban, különösen a második világháborúban igyekeztek kerülni a közvetlen és szoros harcérrintkezést: a technika alkalmazását favorizálták és nem a rohamozó gyalogságot. Ez a tendencia folytatódott a koreai, a vietnami és az Öbölháborúban is. Az ilyen felfogás szöges ellentétben áll az olyan államok katonai vezetésének gyakorlatával (volt Szovjetunió, Kínaiak, Vietnam, Észak-Korea), amelyek irányítása alatt a hősi tettek gyakran az öngyilkos áldozatvállalással jártak. E szemléletnek teret kell veszítenie hadseregünkben és az *ALATTVALÓI, ÁLLAMPOLGÁRI* önfeláldozás „keleti” elvárásával szemben az *INFORMATÍV ÉS INNOVATÍV POLGÁRI* áldozatvállalásának „nyugati” koncepcióját kell stratégiai céllá tenni. Lényegében ez felel meg „közép-európaiságunknak” is.

Ma már szinte közhely, hogy korunk a poszt-indusztriális társadalomnak az információs korbá történő átmeneti időszak. Ezért a hadügyi forradalom napjainkban is, zajló folyamata magába foglalja az információ felhasználása terén történő változásokat is, amely megnyilvánul többek között a precíziós harci technológiákban, az érzékelő eszközök széles körű alkalmazásában. A katonai erők hadműveleteiket a korábban soha nem tapasztalt, pontossággal „precíziós műtét” szinten tudják végrehajtani. A modern számítógépek, informatikai rendszerek alkalmazása esetén óriási veszteséget és rombolást okozhatnak az ellenségnek már akkor is, amikor az mozgósítja és előrevonja (fejleszt) erőit. E szint eléréséhez, vagy akár megközelítéséhez a közép-európai régióknak stratégiai gondolkodásában legalábbis „közép-európaivá” kell válnia — elszakadva a „Jalta szindrómától”.

A Magyar Honvédségnek kihívást jelent az, hogy megjelenjen a NATO, és későbbiekben a Nyugat-Európai Unió, esetleg az Eurohadtest soknemzetiségű (multinacionális) katonai szövetségekben, koalíciókban. A politikai, katonai vezetőknek

és tervezőknek meg kell találniuk azokat az utakat, módokat és eszközöket, hogy az ismét Nyugat-Európához kapcsolódó hazánk a lehető leghatékonyabb szerepet játssza. Számunkra ez azt is jelenti, hogy törekedni kell egy új típusú és megbízható vezetési és irányítási rendszer mielőbbi kiépítésére.

Az mindenki számára belátható, hogy a Magyar Honvédség jelenlegi szerkezetében, felszereltségében nem tekinthető korszerűnek. A változások nem következhetnek be „forradalmi” lendülettel. Történelmi átmenet szükséges, hogy a sok szellemi, strukturális „zárvánnyal” még mindig Kelet-Európához kapcsolódó Közép-Európa, közte Magyarország, ismét Nyugathoz tartozhasson. E stratégiai cél eléréséhez fel kell tárnunk a hátráltató, a visszahúzó, a (történelmünkben is gyökeredző) tényezőket — ismerünk kell a múltból, jelenből kielemezhető, a jövőre is vonatkoztatható trendeket.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BIBÓ István: Válogatott tanulmányok. Magvető Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- [2] BIHARI Mihály: Magyar politika (1944–1993). ELTE ÁJK, Budapest, 1993.
- [3] FEHÉR Ferenc – HELLER Ágnes: Jalta után — Kelet-Európa hosszú forradalma Jalta ellen Kossuth Könyvkiadó. Budapest, 1990.
- [4] HANÁK Péter: Magyarország a Monarchiában. Tanulmányok, Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1975.
- [5] IRINYI Károly: Mitteleurópa-tervek és az osztrák—magyar politikai közgondolkodás, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1973.
- [6] SZÜCS Jenő: Vázlat Európa három történelmi régiójáról, Magvető Könyvkiadó, Budapest, 1983.

Dividing of Europe to three parts — West, Central, East — is generally acknowledged in Hungarian historical science. It is not an arbitrary dividing, it is reality that developed as a consequence of historical processes. But the regions keep in close touch (economic, cultural, military, etc.). This fact influences our strategic-thinking, so we take our specific position into consideration.

The question is what effect is stronger? The Eastern, or the Western? Whatever simple history-philosophical analysis of Central Europe is possible compared with Western- and Eastern Europe. In my article I compare the three regions different conditions (economic and ownership, urbanization and industrialisation, political system, etc.) As a result of comparison I would like to prove the western orientation of Hungary and to prove, it is historically established.

SZERVEZETI KOMMUNIKÁCIÓ ÉS STRATÉGIAI VEZETÉS

**Tóth Zoltán őrnagy
egyetemi adjunktus
ZMNE Vezetés- és Szervezéstudományi Kar
Vezetés- Szervezési Tanszék**

BEVEZETÉS

Az ezredfordulót és NATO tagságunk első születésnapját úgy élte meg a Magyar Honvédség, hogy továbbra sem rendelkezik kidolgozott stratégiával. A felelősség e tekintetben a rendszerváltás utáni kormányokat terheli, melyek a nemzeti környezetben beállt változásokat nem rögzítették nemzeti biztonsági stratégiai koncepcióban, mely alapját képezte volna egy hadrafogható hadsereg kialakításának.

A helyzet tarthatatlansága — a hadsereg valódi képességei — a koszovói válság kezelése kapcsán került a felszínre.

A Kormány a 2183/1999. (VII. 23.) számú határozatában felhívta a honvédelmi minisztert, hogy dolgozza ki és terjessze a kormány elé a honvédelem egészét érintő stratégiai felülvizsgálat koncepcióját.

A várható intézkedések nyilvánossá váltak. Következménye az lett, hogy a bizonytalanság érzése tovább mélyül a hadseregben. Emberek ezrei élnek súlyos létbizonytalanságban, a jövőtől rettegve.

A morális válság elmélyüléséhez nagyban hozzájárult a hadseregben évtizedek alatt kialakult és megkövesedett kommunikációs elv, és gyakorlat, mely hűen tükrözi szervezeti kultúránkat.

A jelzett problémák szükségessé teszik, hogy a szakirodalmat, illetve a NATO gyakorlatát tanulmányozva áttekintsük a stratégiai vezetés rendszerét, és annak részeként a szervezeti kommunikáció jelentőségét, mely nélkül lehetetlen a cél elérése érdekében végzett összehangolt tevékenység.

A STRATÉGIAI VEZETÉS

Minden szervezet — így a Magyar Honvédség — működését és vezetését a környezeti feltételek és a belső adottságok határozzák meg.

A társadalom által támasztott követelményeknek való megfelelés — és a szervezet hosszú távon való fennmaradásának igénye létrehozta azt az értékelési és célkitűzési tevékenységet, melyet stratégiának nevezünk

A stratégia megalkotásához a tervezés ad rendezett keretet. A környezeti változásokra a szervezet döntésekkel reagál. Ezek a döntések a szervezeti célok a stratégiák, a stratégiai célok kiválasztására irányulnak. A döntéseket a tervezési rendszer foglalja keretbe, amely maga is a környezettel együtt változik [1].

A 70-es években kiderült, hogy a stratégiai tervezés gyorsan változó környezeti feltételek mellett¹ nem tudja biztosítani a szervezeti struktúra és vezetés rugalmas átalakítását, melynek legtöbb okai az alábbiak:

- a tervezési szakapparátus felduzzad, feladatai szükségtelenül gyarapodnak, munkája bürokratikus, öncélúvá válik;
- a rendszer hosszabb távon is lemerevedik, öncélúvá válik, a tervezésbe bevont vezetők számára a tervezésben való részvétel mind terhesebbé válik;
- az operatív szempontból végrehajtott szervezeti átalakítások felborítják a stratégiai szempontból egyébként kiegyensúlyozott rendszer működését [1].

A stratégiai tervezés különösen azokon a területeken mond csődöt, ahol a változások intenzitása a legerősebbek.

A környezet mozgása tehát a stratégia-alkotás és megvalósítás terén újabb megközelítések kidolgozását kényszerítik ki. A környezeti kihívásokra a helyes választ megtalálásának egyik eszközeként alakult ki a stratégiai management elmélete és gyakorlata [1].

Az egyik megközelítés a stratégia készítés folyamatjellegének erősebb hangsúlyozásával kereste a megoldást, mely felfogásban a tervezésen kívül a stratégia alkotási folyamat többi eleme is nagyobb szerepet kap, a hangsúlyok átrendeződnek.

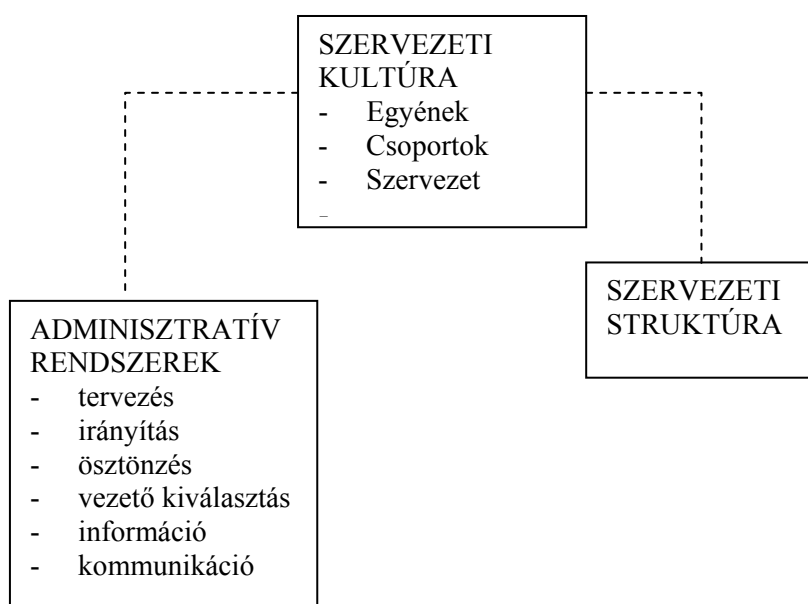
Még tovább megy az a felfogás, amely már a komplex irányítási rendszer egészéből indul ki, már nemcsak a meglévő rendszer jobb működtetése a cél, hanem a rendszer újraalkotása is.

¹ A változások intenzitása a 70-es évek elején gyorsult fel az első olajválságot követően. A technológiai gyors fejlődése, a világpiac átszerveződése viharossá tette a szervezetek számára a társadalmi-gazdasági környezetet. A 80-as évek végén és a 90-es évek elején a „szocialista tábor” összeomlása földcsuszamlás-szerű változást jelentett minden szervezet számára.

A szervezet is bekerül a stratégiai változások közé: a környezeti kihívásokra adandó válasznál a szervezet sem tabu, a siker érdekében az is módosítható. Mindezekhez új fogalom — a szervezeti kultúra — csatlakozik az, az emberi, társadalmi tényező, amelyben a stratégiakészítés- és megvalósítás folyamatai lezajlanak. Megnő az információs és kommunikációs rendszer szerepe is.

A stratégiai vezetésnek ez a teljes körű értelmezése már minden eszközt mozgósít a gyorsan változó környezet fenyegetéseinek elhárítására, lehetőségeink kihasználására [1].

A stratégiai vezetés alappillérei:



In.: Barakonyi – Lorange: Stratégiai management: 1991. p. 198.

A nemzetközi környezetben bekövetkezett változásokra való gyors reagálás tükröződik a NATO stratégia alkotásában.

A szövetség 1991-es stratégiai koncepciója tükrözte a hidegháború végével az euro-atlanti stratégiai környezetben beállt drámai változásokat.

A bipoláris katonai szembenállás megszűntét és az atom-világháború veszélyének jelentős csökkenését követően mind Keleten, mind Nyugaton megkezdődött és napjainkban is folytatódik a fegyveres erők átalakítása, de a kor új kihívásainak jobban megfelelő katonai erő létrehozása.

Az 1990. novemberében Párizsban megkötött CFE-szerződés előírásainak végrehajtása elindított egy olyan folyamatot, amely elsősorban a fegyveres erők harci tech-

nikájának mennyiségi csökkentését írta elő, majd Helsinkiben 1992. nyarán aláírt kiegészítő megállapodással a fegyveres erők létszámát is jelentősen korlátozták [3].

A stratégiai koncepcióban megfogalmazott új helyzetnek megfelelően a NATO haderőnemei is átalakultak.

A NATO szárazföldi erők reformjánál is érvényesül az a stratégiai koncepcióban megfogalmazott értékelés, amely elsősorban nem a „nagyháborúval”, hanem a regionális instabilitásból eredő helyi konfliktusokkal számol Európában és az Európán kívüli közel-keleti és észak-afrikai térségben. Ezekre a regionális konfliktusokra olyan szárazföldi erők, bevetését kell előkészíteni, amelyek alapvetően különböznek a hidegháború éveiben felállított szervezetektől.

Megszűntek a hadseregcsoporthoz² és a tábori hadseregek, valamint az egy nemzet erőiből álló hadtestek is. Helyettük megkezdtek a többnemzetiségű és nagy mozgékonyágú, gyorsreagálású hadtestek és hadosztályok felállítását.

Az új szervezetek közül kiemelt figyelmet érdemel a NATO többnemzetiségű gyorsreagálású hadteste (*Allied Rapid Reaction Corps – ARRC*) amely például szolgál a további átalakításokra.

A hadtest rendeltetése, hogy minden időben készen álljon arra, hogy megerősítse, vagy növelje az agresszió által fenyegetett NATO tagállamok védelmi képességeit az európai kontinensen. A jövőben feladatuk kaphatja azt is, hogy a NATO felelősségi területén kívül vegyen részt különböző békeműveletekben, illetve az európai biztonságot fenyegető veszélyek elhárításában.

A hadtest állományát tíz olyan hadosztály képezi, melyek zöme multinacionális dandárokból és ezredekben áll. Az ilyen összetétel pozitívuma a NATO feladatok iránti nemzeti elkötelezettség konkrét erővel történő kinyilvánítása. Negatívuma az, hogy a teljes hadtest mozgósítása hosszú időt igényel. Erre tekintettel a NATO európai katonai vezetése azt tervezi, hogy legalább négy hadosztály egyidejű bevetésének feltételeit kell megteremteni.

A bevetés alapvető feltétele, hogy a hadtest csapatait gyorsan és rugalmasan tudják a kívánt helyszínre szállítani. Ezért nagyszámú szállító repülőgép rendszerbeállítását is tervezik.

Várható, hogy Magyarországnak is megfelelően felkészített katonai erővel kell hozzájárulni a NATO gyorsreagálású hadteste további erősítéséhez [3]

A légierő átalakításának vezérlő elve az, hogy az általános és minden NATO haderőt érintő költségvetési korlátozások hatása mellett figyelembe kell venni az elmúlt évek konfliktusainak tapasztalatait is.

Kiemelt figyelmet fordítanak az 1991. évi Öböl-háborúban, valamint a délszláv válságban szerzett tapasztalatokra.

A légierő átalakítása az új kihívásokra érinti mindenek előtt a szervezeti struktúrát. A korábbi hadseregnek megfelelő szervezeteket (*Air Force Command*), a repülő had-

² A NATO közép-európai szárazföldi erőit a hidegháború évtizedeiben két hadseregcsoporthoz — az Északi és Középső HDSCS állományába osztották be.

osztályokat és wingeket (ezredeket) olyan légi expedíciós erőkké (*Air Expeditionary Forces*) alakítják át, amelyek jobban megfelelnek a várható feladatokból eredő igényeknek, mivel gyorsan átcsoportosíthatók és adminisztratív szervezetük kisebb és alkalmasabb a hadműveleti feladatok végrehajtására.

Ez az átalakítás a legelőrehaladottabb állapotban az Egyesült Államok légierijénél van. A jóváhagyott program szerint 10 légi expedíciós erőt hoznak létre 2000. január 1-ig. Ezek az alakulatok alkalmasak lesznek arra, hogy 90 napig tartó bevetésen vegyenek részt a földgolyó bármely részén folyó egy, vagy két regionális konfliktusban.

A légi expedíciós alakulat állományában a harci (csapásmérő, felderítő, vadász stb.) erők mellett a szállító és légi utántöltő repülő alegységek is megtalálhatók lesznek, amelyek az expedíciós erő gyors átcsoportosítását és folyamatos tevékenységét teszik lehetővé. Egy légi expedíciós erő állományát mintegy 175 repülőgép és több mint 10 ezer fős személyi állomány képezi.

Az amerikai légierő vezérkarának véleménye szerint ezzel a gépmennyiséggel és személyi állománnyal az expedíciós erő egy nagyobb és egy kisebb méretű konfliktusban tud eredményesen tevékenykedni. Ilyen esetben a feladatok végrehajtásához szükséges arányban osztják el a repülőgépeket és a katonákat [3].

Az 1991-es Stratégiai Koncepció elfogadását követő években további jelentős politikai fejlemények és a biztonságot érintő változások történtek a világban. Ez vezetett egy új stratégiai koncepció kidolgozásához, melyet az Észak-atlanti Tanács 1999. április 23-24.-i Washington D. C. tartott ülésén fogadtak el. Ahogyan azt a Stratégiai Koncepció bevezetőjének 5. pontjában rögzítették:

„Az új Stratégiai Koncepció útmutatást ad a Szövetségnek feladatai elvégzéséhez. Kifejezi a NATO hosszú távú céljait, jellegét és alapvető biztonsági feladatait, megalapítja az új biztonsági környezet fő jellemzőit, kijelöli a biztonság átfogó megközelítésének elemeit, valamint irányelveket ad a Szövetség fegyveres erőinek további átalakításához.”

A stratégiai vezetés lényegének tanulmányozása során láthattuk, hogy a kommunikációnak nélkülözhetetlen szerepe van a szervezet működésében, vezetésében, a gyorsan változó környezethez való alkalmazkodás folyamataiban. A hazai kutatási eredményekre és szakirodalomra támaszkodva, tekintsük át a szervezeti kommunikáció főbb jellemzőit és jelentőségét.

A SZERVEZETI KOMMUNIKÁCIÓ

A szervezeti kommunikáció legfontosabb jellemzője a szabályozottság, az egyértelműség, amely egy sor korlátozást jelent annak érdekében, hogy csatornáival, módszereivel, szabályozottságával a szervezeti célokat és folyamatokat szolgálja [4].

A kommunikáció jelentőségét kiemeli az a tény, hogy a különböző szintű döntések a szervezetben belül tagoltan jelennek meg. Csak egy jól szervezett és hatékonyan működő információs és kommunikációs rendszerrel érhető el, hogy a döntések a szervezeti célokkal összhangban szülessenek meg. A stratégiai vezetés felfogás ezért is ad nagyobb hangsúlyt az információs és kommunikációs rendszer kialakításának és működésének.

A radikális és viharos gyorsasággal változó környezetben létfontosságú kérdés, hogy:

- a stratégiai- és operatív döntések gyorsan szülessenek meg;
- összehangoltak legyenek;
- a szervezeti célok, stratégiák megvalósulása irányába hassanak;
- mielőbb eljussanak az érintettekhez.

A stratégiai vezetés adminisztratív rendszerei információ bázisúak, a résztvevők idejének zömét információfeldolgozás és kommunikáció tölti ki.

Fontos tisztázni az információs- és kommunikációs rendszer megkülönböztető jegeit:

- az információs rendszerben több a formális elem, az ismétlődések révén rutinpályák alakulhatnak ki, ami az információ feldolgozás gépesítése előtt nyit utat;
- a kommunikációs rendszer sokoldalúbb, bonyolultabb, formáját tekintve változatosabb tevékenységet takar, speciális vezetői képességet igényel [1].

Röviden úgy foglalhatnánk össze, hogy amíg a kommunikációs rendszer emberi oldalról közelíti az információtovábbítás lehetséges és hatásos módját, addig az információs technológiák felhasználása a formalizálható komponensekre, a számítógép fejlődéséből adódó lehetőségek, kihasználására helyezi a hangsúlyt.

A Magyar Honvédségben a szervezeti kommunikáción belül központi helyet tölt be a vezetői információs rendszer, amely az egyszemélyi parancsnoki rendszer felelősségi, hatásköri és feladat összetevőit szolgálja ki. Szigorúan centralizált, és elsődleges funkciója a döntési rendszer támogatása.

A rendszer hatékonyságát az információs technológia és a kommunikáció helyzet-től függő egyensúlya biztosítaná, azonban a kommunikáció oldalán erőteljes deficit tapasztalható.³

A szervezetelmélet irodalma szerint minél feszültebb körülmények között, minél nehezebb feladatokat ellátva, vagy minél nagyobb belső változások közepette működik egy szervezet, annál nagyobb a helyes vezetői viselkedés és kommunikáció jelentősége, és annál kevesebbre lehet menni a hagyományos, mechanikus szabályzókkal [2].

A megállapítás minden pontja igazolható a Magyar Honvédség vonatkozásában. A vezető (parancsnok) kommunikációs érzékenysége és beosztottjaival való kapcsolata nagyban befolyásolja döntései helyességét és végrehajthatóságát.⁴

³ Lásd Pintér István ez irányú kutatásait.

A vezetőnek el kell érnie, hogy beosztottjai fontosnak tartsák a vele való kapcsolatukat, és abban maximálisan igyekezzenek betölteni funkciójukat, ezen keresztül pedig azonosuljanak a szervezeti célkitűzésekkel.

A szervezetek elmélete azért tartja különösen fontosnak a fentieket, mert a szervezeten belüli viselkedés lényegében egyetlen szinten sem szabályozható kizárólag intézményes normákkal és szerepelőírásokkal, ugyanis minden esemény és helyzet nem számítható ki előre. Szükség van tehát a személyiség önálló állásfoglalásaira is tisztázatlan helyzetekben.

Alapvető értékszempontok alapján ezek az állásfoglalások könnyen létrejönnek, ha a személyiség pozitív érzelmekkel viszonyul a szervezethez, és azt sajátjának érzi, tehát ha „beleadja” magát, vagy ha olyan fontos neki a szervezet érdeke, mint a sajátja. Ha ez nem következik be, akkor a normative tisztázatlan, szankcióhoz nem kötött helyzet alkalom arra, hogy a személyiség lázadjon a szervezet ellen, kárt okozzon neki. A munkások körében régen leírták, hogy a rossz üzemi légkörben hagyják tönkremenni a gépeket, nem törődnek a minőséggel, a különböző feladatot ellátó munkakörök betöltői nem segítenek egymásnak. Valójában a saját dolgát mindenki elvégzi, csak hogy a szervezeten belül a feladatok mindig bonyolultabbak, mint a munkaköri szabályozások, és a gyorsan változó technológiai és szervezési körülmények között mindinkább ilyenek lesznek.

A vezető közvetlen beosztottjainak körében mindez úgy nyilvánulhat meg, hogy a beosztottak tarthatják magukat ahhoz az elvhez, hogy amire nem kaptak utasítást, azzal nem törődnek, és amit nem kérdeznek tőlük, azt nem jelentik. Bizonyos szankciók veszélyét ez által felidézhetik, de mindig hivatkozhatnak jóhiszeműségükre. A vezetői döntésekhez szükséges információk így hiányosak lehetnek, illetve az utasítások kivitelezése elégtelenné vagy késedelmessé válhat. A vezető tehát nem tudja jól betölteni szervezeti funkcióját, ha kizárólag a hozzá eljutó információk tartalmi és a döntések racionális oldalával foglalkozik, hanem szabályoznia kell a körülötte lévő emberi kapcsolatokat is. A beosztottakkal való kapcsolatnak bizonyos mértékig tehát informálissá, vagyis személyessé is kell válnia, el kell érni, hogy a beosztottak értékeljék vezetőjüket, bízzanak benne. Ennek sok módja van, egyik csoportja e módoknak a vezető viselkedési és kommunikációs stratégiája címszó alatt foglalható össze, a másik viszont a kommunikációs érzékenység kategóriájában.

Ha a vezető maga is involválódik a szervezettel, és nagyon fontosnak tartja annak érdekeit, akkor általában a szervezet értékszempontjait helyezi előtérbe, és azokhoz következetesen igyekszik tartani magát. Következetessége bizalmat kelt, saját felelősségtudata és értékszemlélete mintát ad, és bizonyos fokig aktiválja az identifikáció mechanizmusát. A következetesség áttekinthető kommunikációs stratégiához vezet, a közlések nyílttá és direktté válhatnak, a metakommunikáció egy részének alapja a

⁴ A téma feldolgozása Buda Béla: A közvetlen emberi kommunikáció szabályszerűségei [Buda 1988] p. 204.-210. alapján.

szervezeti értékek és normák kontextusa lesz. Az eddigi kutatások szerint távlatilag a direkt és a nyílt kommunikáció a legjobb stratégia, ha ezt valaki képes folytatni, akkor ez csak nagyfokú következetesség és személyes vállalás alapján történhet. A helyes vezetői stratégiának része a döntésekkel kapcsolatos alapos kommunikáció és a beosztottak véleményének figyelembevétele. A jó vezető-beosztott relációk hálózatában tevékenykedő vezető saját képességeit erősíti fel, ha engedi beosztottjait megnyilvánulni, és álláspontjaikhoz érdemben kapcsolódni próbál. A megnyilvánulást és az őszinte kommunikációt a beosztottakból leginkább a vezető kongruenciája⁵ váltja ki. A belső ellentmondások konfliktusából keletkező inkongruencia vagy a manipulatív viselkedés elrontja az emberi kapcsolatokat, zavart kelt a kommunikációban. A kutatások különösen a manipulatív viselkedést tartják kórosnak, tehát azt, amikor nyilvánvaló, hogy a közlések mögött „hátsó gondolatok” vannak.

A vezetői kongruencia és nyíltság (a manipulációk kerülése) inkább hosszú távon jelentős, s a vezetői munka mindennapjaiban főleg a kommunikációs érzékenységeknek van szerepe. Ennek fontos eleme az empátia, vagyis — a fogalmat a szervezeti körülményekre vonatkoztatva — annak a képessége, hogy a ki nem mondott dolgokból is értsen valamit az ember, és hogy a másik érzelmi állapotát és viszonyulását némileg át tudja élni. A megfelelő kommunikációs érzékenység révén a vezető jobban megérti, hogy mit mondanak neki, jobban kiismeri magát interakciós partnereinek motivációiban, ezáltal képes a különböző kommunikációs zavarok kiküszöbölésére, érzi, mikor kell további információkat kérni, jobban tudja követni mások gondolatait stb. Általában az interperszonális visszajelentés sok csatornája nyitottá válik számára, így ő maga hatékonyabb kommunikátorrá válhat, hiszen ki tudja fejezni, amit akar úgy, hogy a másik azt megfelelően értse. A mindennapi interakciókban nagyon sok félreértés keletkezik és marad fenn, ha nem tisztázzák azonnal. Ezek főleg a szándékokra, a viszonyra, a kommunikációs helyzetekkel kapcsolatos attitűdökre vonatkoznak, és többnyire az interperszonális relációkat zavarják.

A vezetéssel foglalkozók szerint a korábbi és a mai szakirodalomban olyan sokat hangoztatott demokratikus vezetési stílus éppen azért jelentős, mert a vezetők helyes szervezeti kommunikációját feltételezi. A kommunikációs értelmezés azért jobb, mert tudatosítja, hogy a vezetőnek valóban demokratikusnak, illetve olyan személyiségűnek kell lennie, amely megengedi a nyíltságot és a kommunikációs érzékenységet, és nem egyszerűen arról van szó, hogy felvesz valamilyen stílust. Ha valaki autokratikusan vezet, ahhoz, hogy demokratikus vezetővé váljon, meg kell változnia, nem kezdhet el csak úgy egyszerűen demokratikus lenni. A vezetési stílusok régebbi irodalma pedig azt sugallta, mintha egyszerűen csak vezetői módszer és szándék kérdése lenne a demokratizmus. A vezetők pszichológiai vizsgálataiból azonban az derül ki, hogy a vezetői státusz hatalmi fölényhelyzete jó lehetőség a személyiség számára, hogy ön-maga előtt is elkendőzze belső bizonytalanságait és konfliktusait, és ez által mentesül-

⁵ Kongruencia alatt a verbális és a nem verbális kommunikáció összhangját értjük.

jön a feszültségektől. A vezetői helyzet lehetővé teszi, hogy a személyiség kikapcsolja a számára kellemetlen interperszonális visszajelzéseket, és ez által máris létrejön az autokratikus vezetés alapvető stratégiája, a visszajelzésektől való elzárkózás.

A vezetés és a szervezeti szabályozás szempontjából a kommunikációnak igen nagy a jelentősége, nem véletlen tehát, hogy egyrészt a szervezetelmélet is mind gyakrabban alkalmazza a kommunikációs megközelítést, a szervezetek fejlesztésének technikái között mind nagyobb szerepet kapnak a különböző kommunikációs gyakorlatok, másrészt a szervezetek is egyre inkább válnak kommunikációs vizsgálatok terepévé.

A szakirodalom elméleti alapvetései és a fejlett országok gyakorlata lehetőséget ad a felkészülésre, illetve mintát szolgáltat a politikai, valamint a hadsereg irányítói számára az előttünk tornyosuló feladatok megoldásához.

Éljünk vele!

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BARAKONYI – LORANGE: Stratégiai management, KJK. 1991.
- [2] BUDA Béla: A közvetlen emberi kommunikáció szabályszerűségei. Tömegkommunikációs Kutatóközpont, Bp., 1988.
- [3] KŐSZEGVÁRI Tibor: Hadviselés a 21. században (Elképzelések, elvek, erők és eszközök) Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények 1999. 3. évf. 1. szám p. 9-27.
- [4] PINTÉR István – DUNAI Pál: A stratégiai vezetés és gondolkodás katonai specifikációi az ezredfordulón. Kutatási jelentés MH Vezetési Főcsoportfőnökség és a ZMNE Vezetés Szervezési Tanszék Kiadványa, 1999.

A MAGYAR HONVÉDSÉG FELSZŐ SZINTŐ VEZETÉSÉNEK INFORMÁCIÓIGÉNYE ÉS AZ INFORMÁCIÓS RENDSZER FEJLESZTÉSÉNEK IRÁNYA

**Mráz István vezérőrnagy
MH Vezetési Főcsoportfőnökség
vezetési főcsoportfőnök**

BEVEZETÉS

A Magyar Honvédség vezetésének rendjét, *VEZETÉSI RENDSZERÉNEK STRUKTÚRÁJÁT, MŰKÖDÉSÉT, INFORMÁCIÓIGÉNYÉT ÉS FEJLESZTÉSÉNEK* szempontjait *SZÁMOS TÉNYEZŐ HATÁROZZA MEG*. Közülük a legidősebbek és a legfontosabbak:

- hazánk NATO tagságával teljessé váltak azok a nagy horderejű változások, amelyek kialakították az 1990-es évek végének arculatát. *NEMZETKÖZI TÉREN* az új polgári demokráciák megerősödése, a NATO megújulása, szerepvállalásának módosulása, a balkáni béketeremtő és békefenntartó műveletek tapasztalatai, a Szövetség bővítése az újjászületett demokráciákkal és a katonai szervezésének strukturális reformja, azok a főbb tényezők, amelyek új megvilágításba helyezték a katonai vezetés elméleti és gyakorlati kérdéseit;
- *HAZAI VONATKOZÁSBAN* a rendszerváltás kiteljesedése, a demokratikus jogállamiság megerősödése, az ország honvédelmével és biztonság politikájával szembeni újszerű elvárások, valamint a Magyar Honvédség küldetésének, működési és finanszírozási viszonyainak újraértékelése jelenti a legnagyobb kihívást a vezetéssel szemben;
- nem elhanyagolható mozgatóerő napjaink *HADÜGYI FORRADALMA* sem, amely mindenekelőtt információs forradalomként jellemezhető. Ebből eredően a legközvetlenebb kapcsolatban van a katonai vezetéssel és a vezetés-támogatási rendszerekkel;

- a honvédség *BÉKE–FELADATRENDSZERÉNEK* súlyponteltolódása ugyancsak a vezetés megújításának irányába hat. Míg korábban az alaprendeltetésre — a háborús feladatokra — történő felkészülésből fakadt a feladatrendszer, addig már napjainkban is, de a jövőben még inkább a béketeremtésben, a békefenntartásban, a katasztrófa-elhárításban való részvétel képezi a tevékenység súlyponti elemeit. E sajátos műveleti és igénybevételi formák a korábbiakhoz képest újszerű vezetési elveket és gyakorlatot igényelnek;
- a feladatrendszer változásai a haderő jelentős *STRUKTURÁLIS VÁLTOZÁSAIT* igénylik, melyek lényege: a korábbi tömeghadseregről történő átállás a kisebb, de rugalmasabban alkalmazható, képesség-orientált haderőre.

Mindezen strukturális változások eredményeként a Magyar Honvédségnél kialakulófélben vannak a *REAGÁLÓ* és a *FŐVÉDŐ* erők.

A *REAGÁLÓ ERŐK* kategóriájába — a NATO követelmények szerint — sokoldalúan felkészített és nagy mozgékonyságú csapatok tartoznak. Jellemzőjük a magas fokú készenlét és bevetethetők a Szövetség teljes működési területén. Demonstrálják a NATO elszántságát és erejét a válságok megelőzésére, időbeni kezelésére.

A reagáló erökhöz a viszonylag kisebb szervezetű azonnali reagáló erők és a nagyobb harcképességű gyorsreagálású erők tartoznak. A reagáló erők egyaránt rendelkeznek szárazföldi és légi komponenssel.

A *FŐVÉDŐ ERŐK* alkotják a haderő nagyobbik részét. Készenlétük kellően differenciált, összetételük, felszereltségük többoldalúan feladatorientált. A szárazföldi és a légi haderőnem csapatai alkalmazhatók válságkezelésre vagy kezdeti védelmi műveletek megvívására.

Mind a reagáló, mind a fővédő erők alkalmazásának meghatározó keretét a többnemzetiségű kötelék adja, melynek vezetésében összességében és a nemzeti komponensek vonatkozásában maradéktalan a szövetségi hadműveleti vezetési elvek érvényesítésének követelménye;

- a feladatrendszer és a szervezeti keretek változásai *ÚJSZERŰ ALKALMAZÁSI ELVEKEN* alapuló tevékenységi rendet igényelnek. Kultúraváltás zajlik a magyar haderőben mind harcászati, mind hadműveleti, mind pedig stratégiai szinten. Az új doktrínális alapelvek megfogalmazása ugyanúgy része ennek a kultúraváltásnak, mint a harc- és a harci kiszolgálói támogatás gyakorlatának kialakítása.

A fenti tényezők súlyából és minőségéből adódik, hogy azok igen jelentős változásokat tesznek szükségessé a haderő vezetésében. *MINŐSÉGILEG ÚJ VEZETÉSI* struktúrát igényelnek új működési renddel és új információs rendszerrel. Különösen határozott és sürgető a megújítás iránti igény a felső vezetés szintjén, ahol az átalakulással párhuzamosan megfogalmazódnak az egész haderő-korszerűsítés elvei és követelményei.

Az előadás a felső szintű vezetés korszerűsítésének néhány fontos és időszerű témáját tekinti át. Röviden jellemzi a vezetés információ-igényét, bemutatja az információs rendszer működésének jelenlegi helyzetét és vázolja a továbbfejlesztésének követelményeit.

A KATONAI FELSŐ VEZETÉS INFORMÁCIÓIGÉNYÉNEK JELLEMZŐI

Egy viszonylag *SZÉLES FELADATSÁVON* működő, sokoldalúan *ÖSSZETETT TEVÉKENYSÉGŰ ÉS KÖTÖTT MŰKÖDÉSŰ* szervezet — mint pl. a Honvéd Vezérkar — információigényét teljes terjedelmében és mélységében leírni teljesíthetetlen vállalkozás. Különösen az egyetlen rövid előadás keretében. Ennek megfelelően az előadás első része az információigény *LEGFONTOSABBNAK TARTOTT JELLEMZŐIT*, összefüggéseit foglalja össze.

A katonai felső vezetés információigénye (továbbiakban: információigény) többféle aspektusból vizsgálható. Közülük a *JOGSZABÁLYOKBAN* és *BELSŐ RENDELKEZÉSEKBEN* meghatározott *FUNKCIONÁLIS FELADATOK* végrehajtásához szükséges információbázis tekinthető elsődlegesnek. (Ezen túl beszélhetünk még időleges, eseti, szakterületi, kiegészítő stb. információigényről. Ezekre az előadás nem tér ki.)

Az információigénynnek első megközelítésben két, viszonylagosan elkülöníthető forrása van. Úgy mint:

- a felső szintű vezetés — a HVK — *KÖRNYEZETE*. Ide tartozik, például a Szövetség katonai vezető szervei, bizottságai, az Országgyűlés, annak szakbizottságai, a Kormány, a Honvédelmi Minisztérium, más kormányzati és országos hatáskörű szervek, az alárendelt vezetési szervek, katonai szervezetek *KÜLSŐ IGÉNYEI*;
- a Honvéd Vezérkar szervezett tevékenysége, célirányos működése által generált *BELSŐ IGÉNYEK*.

Lényeges hangsúlyozni, hogy mindkét kategória szinte valamennyi összetevője és folyamata *KÉTIRÁNYÚ INFORMÁCIÓIGÉNYT* jelent. A felhasználók és a szolgáltatók kölcsönösen — egymással szemben — jelentkeznek információigénnyel és szolgáltatási kötelezettséggel.

Súlya és szerepe alapján a *KÜLSŐ INFORMÁCIÓIGÉNY A MEGHATÁROZÓ*. Ez az igény (és szolgáltatási kötelezettség) kapcsolódik közvetlenül a HVK rendeltetéséhez, funkcionális feladataihoz. A *BELSŐ INFORMÁCIÓIGÉNY* elsősorban a vezérkar munkájának koordinálásával, a vezérkari szervek közötti kölcsönös tájékoztatással és a belső informálódással kapcsolatosak.

Az információigény meghatározásához és leírásához a legfontosabb szempontot a *KATONAI VEZETÉS LEGALAPVETŐBB SAJÁTOSSÁGA* adja. Nevezetesen: a honvédség *EGYSZEMÉLYI FELELŐS VEZETÉS* alatt álló szervezet. A honvédséget a Magyar Honvédség parancsnoka vezeti, aki egy személyben ellátja a vezérkari főnöki feladatokat is. Prioritása van azoknak az igényeknek, amelyek a haderő törvényes működtetéséért, a jogszabályokban, határozatokban, utasításokban, illetőleg a Kormány és a honvédelmi miniszter által egyedileg megállapított feladatokért viselt parancsnoki, vezérkari főnöki (MHPK, VKF) felelősséghez és feladatokhoz kötődnek.

Az *MHPK, VKF* vezetői felelősségéhez, tevékenységéhez kötődő *INFORMÁCIÓIGÉNY* és az általa meghatározott információs kör mindenekelőtt:

- MH szintű, hadászati és összhaderőnemi jelleggel bír;
- összefogottan, a teljesség igényével jellemzi a haderő helyzetét, alkalmazhatóságát;
- bemutatja a honvédség felkészítésének, béketevékenységének helyzetét, folyamatait;
- megalapozza az egyszemélyi vezetői feladatkörét érintő kormányzati döntések előkészítését;
- támogatja az ország fegyveres védelemre történő felkészítésével összefüggő követelmények meghatározását, a honvédelemben résztvevő szervek feladatainak megállapítását;
- biztosítja a minősített időszakok vezetési rendjére vonatkozó döntések meghozatalát;
- reális alapot ad az alárendelt katonai szervezetekkel szembeni követelmények megfogalmazásához, feladataik meghatározásához, tevékenységük értékeléséhez;
- megalapozza a hatósági feladatokhoz kapcsolódó döntéshozatalt.

A fentiekből következtethető, hogy a HVKF vezetői információigénye igen *SZÉLESKÖRŰ* és *SOKOLDALÚ*, ugyanakkor szakszerűen *VÁLOGATOTT* és mesterien *ÖSSZEFOGOTT* információbázist jelöl. Teljesítése körültekintő, alapos és sokirányú információgyűjtő, elemző, értékelő tevékenységet követel a Honvéd Vezérkartól. Az igények kielégítésére kialakított információs rendszernek biztosítania kell a fenti követelmények mennyiségi és minőségi teljesítését.

Az MHPK, VKF információigénye kisebb részben általános, nagyjából egy *HELYZETHEZ, ESEMÉNYHEZ KÖTŐDIK*. Az időszerű vezetői döntések meghozatalához kötődő információk rendre egy-egy vezetési aktushoz vagy annak valamely fázisához kötődnek. Nem elhanyagolható ugyanakkor az állandó (folyamatos) jellegű igénye sem az általános tájékozódás és tájékoztatás céljából.

Az MHPK, VKF személyes vezetői tevékenysége — annak információ- szükséglete — lényegében a *HONVÉD VEZÉRKAR* szintjén is meghatározza az információ-

igényt. A vezérkari főnök információigényének döntő hányadát a HVK szervek által gyűjtött, értékelt, elemzett és összegzett információk elégítik ki.

LÉNYEGES SAJÁTOSSÁGA AZONBAN A VEZÉRKAR INFORMÁCIÓIGÉNYÉNEK, HOGY AZ A HONVÉDSÉG FŐ TEVÉKENYSÉGI TERÜLETEIHEZ KAPCSOLÓDVA SZAKÁGI TAGOZÓDÁSBAN JELENTKEZIK. A HVK RENDELTETÉSÉRE, FŐ FELADATAIRA ÉPÜLŐ SZERVEZETI TAGOZÓDÁSSAL ÖSSZHANGBAN A VEZÉRKARI INFORMÁCIÓIGÉNY SZAKTERÜLETEI ÉS AZOK FŐBB TARTALMI JEGYEI AZ ALÁBBIK:

- *HUMÁN SZAKTERÜLET.* Ide tartoznak a hadrafoghatóság fenntartásához, fejlesztéséhez szükséges létszámú és képzettségű személyi állomány biztosításával, a személyügyi, a kiegészítő, a humánszolgálati és a képzési feladatokkal kapcsolatos szakmai igények;
- felderítő szakterület a hadműveleti-harcászati felderítés tervezésével, szervezésével, irányításával, a felderítési adatok gyűjtésével, értékelésével, a katonai felső vezetés és a haderőnemi vezérkarok tájékoztatásával, kapcsolatos igényekkel;
- hadműveleti szakterületi információigények a haderő hadászati-hadműveleti szükségleteinek összhaderőnemi tervezésére, az alkalmazás, a készenlét fokozás, a felkészítés és kiképzés, a helyőrségi, a katonai rendészeti és őrzés-védelmi követelmények kidolgozására, tervezésére vonatkozóan;
- logisztikai szakterületi igény. Magába foglalja a honvédség logisztikai biztosításának tervezéséhez, szervezéséhez és irányításához, valamint az éves költségvetési tervezés koordinálásához szükséges adat- és információ szükségletet;
- a védelmi tervezési szakterületi igények az MH fejlesztésére, korszerűsítésére, a hadseregépítés és doktrínafejlesztés hosszú és középtávú célkitűzéseire, fő irányaira, követelményeire és feladataira vonatkozó felső szintű tervező munka koordinálása terén;
- vezetési szakterület. Információigénye a béke- és háborús általános vezetési és irányítási, az ellenőrzési, a híradó, az informatikai, az elektronikai hadviselési feladatok általános elveinek, követelményeinek, szabályozóinak felső szintű tervezéséhez, a kapcsolódó tevékenységek koordinálásához és szakmai irányításához kötődik.

A felsorolt területeken túl az *EGÉSZSÉGÜGYI*, a *MŰVELETI IRÁNYÍTÓ*, a *JOGI ÉS IGAZGATÁSI*, a *TÉRKÉPÉSZ*, a *METEOROLÓGIAI*, a *GAZDASÁGI ELLENŐRZÉS*, valamint a *SZÁRAZFÖLDI* és a *LÉGIERŐ* haderőnemi, és a *LOGISZTIKAI TÁMOGATÁSI* szakterületi igények teszik teljessé a felső szintű vezetés információigényét.

A szakterületi információigény szinte valamennyi területe tovább strukturálható a *VEZETÉS ÁLTALÁNOS FOLYAMATA* és annak *SAKASZAI (FÁZISAI)* szerint. Sajátos az információigénye a szervezeti (tevékenységi) *CÉLOK MEGHATÁROZÁSÁNAK*, a helyzetre és a környezetre vonatkozó adatok általános vagy célorientált *GYŰJTÉSÉNEK*, a

HELYZETMEGÍTÉLÉSNEK és a megoldási változatok kialakításának, a VEZETŐI DÖNTÉSNEK és az ahhoz kapcsolódó TERVEZÉSNEK, SZERVEZÉSNEK, az intézkedések kidolgozásának, a TEVÉKENYSÉG KOORDINÁLÁSÁNAK ÉS ELLENŐRZÉSÉNEK és a szükséges korrekciós BEAVATKOZÁSNAK.

ÖSSZESEGÉBEN az elmondottak megerősítik, hogy az MH felső vezetési szintjén igen széles és összetett információigény fogalmazódik meg. Ezt az igényt elsősorban az MHPK, VKF személyes vezetői tevékenysége, a Honvéd Vezérkar döntés-előkészítése határozza meg. Az igény minél teljesebb és pontosabb megfogalmazása lényeges eleme a vezetési rendszerre, az információs rendszerre és azok működésére vonatkozó követelmények megfogalmazásának, korszerűsítésük szempontjainak.

A FELSŐ SZINTŰ VEZETÉS JELENLEGI INFORMÁCIÓS RENDSZERÉNEK JELLEMZŐI

A felső szintű vezetés információigényét, az adatok gyűjtését, feldolgozását és terítését a HVK szintjén *SZÁMOS ADATFELDOLGOZÓ RENDSZER* szolgálja. Ezek a rendszerek egymástól viszonylagosan függetlenek, legtöbbjük egy-egy szakterület adatfeldolgozását végzi. Működési rendjük, minőségi jellemzőik (generációs paramétereik) a rendeltetésük és a kialakítók szándékán túl magukon viselik annak a korszaknak a jegyeit, amelyben keletkeztek. A több évtizedes „rendszer-Matuzsálemek” mellett nagy számban működnek a legutóbbi évek fejlesztései is.

A HVK információs rendszerei között meghatározó jelentőségű a *HONVÉD VEZÉRKAR INFORMÁCIÓS KAPCSOLATI RENDSZERE* (HVK IKR). A korábbi Rendszeres jelentések bázisán és működési tapasztalatain kialakított információs rendszer megfelel az *ÖSSZHADERŐNEMI, FELSŐ SZINTŰ, ÁLTALÁNOS VEZETŐI* rendszer-követelményeknek.

A HVK IKR a *TELJESSÉG IGÉNYÉVEL ÉS SZÁNDÉKÁVAL* tartalmazza és támogatja mindazon jelentéseket és tájékoztatókat (szolgáltatásokat), amelyek valamilyen rendszerességgel ismétlődnek (nem egyediek). Működési sávjába évente több mint 1000 információs szolgáltatás tartozik. Egy-egy szolgáltatásban átlagosan 8 vezetési szerv érintett, így évente közel 8500 jelentést, tájékoztatót támogat a rendszer.

Az információs szolgáltatások döntő hányada *KONKRÉT IDŐPONTHOZ KÖTVE CIKLIKUSAN* (hetente, havonta stb.) *ISMÉTLŐDIK*, kisebb hányaduk pedig valamilyen helyzet, esemény (pl. bevonulás, gyakorlat) bekövetkezéséhez kötődik.

Az IKR-ben együtt van jelen a *KORSZERŰBB, SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ALAPÚ* és a *HAGYOMÁNYOS, MANUÁLIS* adatfeldolgozás. A szolgáltatások meghatározó hányada hagyományos, papíralapú munkát igényel, de viszonylag jelentős a számítá-

tógépes folyamatok aránya (pl.: a rendszer egészének kialakítása, a kezelési-alkalmazási szempontok általánosítása, a szolgáltatások összeállítási és felépítési követelményeinek megadása a felhasználóknak, az aktív jelentési és tájékoztatási táblázatok, űrlapok alkalmazása).

A HVK IKR felépítését és működését — annak ellenére, hogy a rendszer a rendeltetésének képes eleget tenni — több *GOND ÉS PROBLÉMA* jellemzi. Közülük a legjellemzőbbek:

— Problémák az *ADATGYŰJTÉS* területén:

- Az információs rendszerben *A FELHASZNÁLÓK ADATJOGOSULTSÁGA* *NINCS* maradéktalanul (szigorúan) szabályozva. A felhasználók nem kapnak tájékoztatást a számukra szükséges adatok mások által (más helyen) már megszervezett gyűjtéséről és feldolgozásáról.

(¹A vezérkarnál és a külső környezetéhez tartozó szervezeteknél egységes számítógépes hálózat még nem működik. A szabályozás elsődleges adathordozók segítségével — táblázatokkal, intézkedésekkel, szóbeli utasításokkal, parancsokkal, szokás alapján, de többnyire eseti jelleggel és hiányosan — megy végbe.

A vezetési szinten nincs olyan információ- vagy adatátadási lehetőség (kötelezettség), amely tájékoztatná a vezérkar állományát és a külső felhasználókat a rendelkezésre álló teljes adatköréről.

A gond nem csupán szabályozás vagy emberi magatartás kérdése. A probléma érdemi megoldásának jelenleg nincsenek meg az anyagi-technikai feltételei a Magyar Honvédségnél.)

- Nem problémamentes az *INFORMÁCIÓIGÉNY ÖSSZEANGOLÁSA* a vezérkar szintjén. Ennek következménye az estenkénti *PÁRHUZAMOS ADATGYŰJTÉS*, továbbítás és feldolgozás.

(A probléma csak egy széleskörű, célirányos felmérés és elemzés útján oldható meg a katonai vezetés korszerűsítésének részeként.

A honvédség jelenleg még nem rendelkezik az új szövetségi viszonyainak megfelelő, egységes fogalomtárral. Ebből eredendően a különböző szakterületek — pl. hadművelet, szervezés, pénzügy — eltérően értelmeznek, és más tartalommal használnak, pl. olyan alapvető fogalmakat, mint a meglévő létszám.

A probléma túlmutat a Honvéd Vezérkar hatáskörén: jelzi a hazai polgári szféra és a NATO katonai szövetség hasonló fogalomrendszereivel való harmonizáció igényét is.)

- Az információk és adatok szervenként elkülönült, (párhuzamos) gyűjtése *JELENTŐS TERHET RÓ AZ ADATSZOLGÁLTATÓKRA* és az egyébként is zsúfolt *ADATÁTVITELI CSATORNÁKRA*.

¹ (Zárójelben és dőlt betűvel): kiegészítése és magyarázata egy-egy röviden összefogott megállapításnak.

(A jelenlegi rendszerben az adatok gyűjtéséhez szükséges kommunikációs és informatikai csatornák bővítése vagy új adatcsatornák létrehozása tovább növeli a rendszer bonyolultságát. A szerteágazó, bonyolult kapcsolatok rendszerének áttekintése, felügyelete egyre több erőforrást és időt igényel, néhány területen már lehetetlen.

Az érintett vezetési szerveknek, törzseknek az adatok gyűjtését, értékelését és feldolgozását nagyjából annyi alkalommal kell végrehajtaniuk, ahány jelentésre a HVK IKR szerint elkötelezettek. A jelentések tartalom és jelentési időpont szerinti szinkronizálása — a reálidejűség biztosítása — viszonylag jelentős plusz feladatként terheli mind a rendszergazdát, mind pedig a felhasználókat.)

— Az ADATFELDOLGOZÁS problémái:

- A jelenlegi vegyes (számítógépes és manuális) jellegű információs munka igen JELENTŐS EMBERI ERŐFORRÁST ÉS IDŐT KÖT LE. Az érdemi alkotó, elemző tevékenységhez szükséges kapacitás már alig biztosítható, a többféle kidolgozási változat (alternatíva) elkészítése pedig sokszor lehetetlenné válik.

(Az adatok feldolgozása a vezérkar különböző szerveinél sem egységes. Általános a manuális és számítógépes folyamatok párhuzamos futása. A bonyolult, nagyobb feldolgozást igénylő kidolgozások „számítógépesítése” folyamatosan bővül.

A komplex számítógépes hálózatok kialakítására az utóbbi évtizedben sem határozott vezetői igény, sem anyagi lehetőség nem volt. A vegyes adatfeldolgozás további feladatot is ró a vezetési szervekre, mivel más munkaszervezési követelményeket kell a manuális és más a számítógépes rendszereknek kielégíteniük.

A jelenlegi vegyes rendszerekben nem regisztrálható pontosan valamennyi adat érvényességi ideje. További probléma, ha ebből eredően egy adathalmazban eltérő aktualitású adatok találhatók.)

- A feldolgozási, valamint az adattovábbítási problémák miatt adatok viszonylag LASSAN JUTNAK EL A CÍMZETTEKHEZ. Emiatt aktualitásukból jelentősen veszítenek.
- A vegyes rendszereket általában jellemzi egy DOKUMENTÁLÁSI, ARCHIVÁLÁSI PROBLÉMA, ami az újbóli adathozzáférést és a feldolgozást nehezkesé teszi, gátolja a programok gazdaságos kihasználtságát. *(A papíralapú tárolás, de különösen a későbbi feldolgozás nehézkes, bonyolult, időigényes. A probléma gyökereihez tartozik, hogy az archiválás elveire és gyakorlatára a Magyar Honvédségben nem került egy-egy követelményrendszer kidolgozásra.)*

— Problémák a SZÁMÍTÓGÉPES FELDOLGOZÁS területén:

- A jelenlegi információs rendszerek többsége *A HELYI ADATFELDOLGOZÁS* és szolgáltatási igények, kielégítésére épül. Nincsenek, vagy alig vannak figyelemmel más szervek igényeire, felhasználási lehetőségeire.
(Különböző az adatok integritási foka, nem teljes az adatkör, nem szinkronizáltak az adatgyűjtési időpontok.
Az egyéni kezdeményezésekkel kialakított feladatmegoldások, programok, esetlegesen számítógépes hálózatok nem azonos adatokkal, nem azonos algoritmus alapján dolgoznak. A kidolgozások megrendelői a vezérkaron belül nem tudtak egyeztetni, mert eltérő az informatikai környezet, a számítógép és programbiztosítás [informatikai infrastruktúra], vagy a kidolgozók informatikai ismerete.)
- A korszerű adatgyűjtési, adat-előkészítési rend több helyütt *NEM ILLESZKEDIK HAGYOMÁNYOS FELDOLGOZÁSHOZ.*
(A számítógépes feldolgozás csak néhány vezetési szervnél jelent korszerűsítést. A felhasználók egy részénél többé-kevésbé informatizált gondolkodás- és működési mód vonzatai mindazon járulékos igények, amelyek a felhasználók egy részénél jelentős többletterheket jelent el a manuális alapú adatgyűjtés és az adatrögzítés terén.)
- Az egyedi gépekre és egyedi igényekre épülő kidolgozások azt is eredményezték, hogy *A KÜLÖNBÖZŐ RENDSZEREK ILLESZTÉSE* a jelenlegi megoldások alapján gazdaságosan *KIVITELEZHETETLEN.*
(Igen nagy az önálló, nem központi előírások szerinti fejlesztések száma. Jelentős a nem központi ellátással beszerezett gépek, külön-külön fejlesztett programok aránya.)
- A jelenlegi rendszer nem teljesíti az *EGYSÉGES FOGALOMÉRTTELMEZÉS*, az *EGYSÉGES KÓDRENDSZER* és az *EGYSÉGES* (dokumentált és engedélyezett) *ADATKEZELÉSI MÓDSZEREK*, *PROGRAMOK* alkalmazásának követelményét.
(A probléma kialakulásának oka többreű, bizonyos vonatkozásai túlmutatnak a honvédségi szféra határain. Az adatértelmezések, az azonosításra használt kódok többféle igényt kell, hogy kielégítsenek. Elsősorban ki kell elégíteniük a honvédségi igényeket, a polgári élettel közös területeken biztosítaniuk kell a csatlakozási felületeket. Figyelembe kell venniük a szövetségi rendszer kapcsolódó felületeit is.
A polgári élettel való csatlakozási területeként megemlíthetők a térképészeti, a meteorológiai, az államigazgatási, a távközlési és informatikai, a repülési vagy egyéb közlekedési kódrendszerek, adatok.
A szövetségi rendszerhez való tartozásból szintén adódik az egységes fogalom-értelmezés követelménye a már említett területeken, és kiegészül a vezetési, jelentési táblákban, szabványosított közleményekben, fegyverazonosító kódokban, irányítási, vezetési rendszerekben, szimulációs

rendszerekben használt fogalmakkal és kódrendszerekkel. A nagyszámú követelmény kielégítése sokirányú előkészítést, körütekintő megvalósítást, ebből eredően hosszabb időt igényel.

A saját erőből kialakított, valamint a külföldi hadseregektől átvett, illetve a polgári életből vásárolt, vagy készített programok természetesen nem, lehetnek szinkronban.)

- Az alkalmazott számítógépes rendszerek többsége csak a *BÉKEKÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTTI* feladat-megoldásra alkalmas. Technikailag jelentős részük elavult és a minősített viszonyok közötti vezetéshez — rendszerben — nem tud kielégítő minőségben és megbízhatósággal adatokat biztosítani.

(A rendszerek kialakítása során a békevezetés gépesítése prioritást kapott, a minősített időszaki feladatok támogatása rendre háttérbe került.

További tényezők: a vezetés rendjének gyors és gyakori változása a honvédség átalakításai folyamán; az alapfeladatban jelentkező arányeltolódások; az alaprendeltetésre és az újszerű feladatokra — pl. a nemzetközi katonai szerepvállalásra — történő felkészülés háttérbe szorulása.

Nem kerültek meghatározásra a szigorúbb követelmények kielégítését biztosító katonai (tábori) kivitelű számítógépekkel szembeni követelmények.

A Magyar Honvédség számítógépparkja összességében elavult, katonai kivitelű PC gépeink gyakorlatilag nincsenek.)

- A programok széttagolt fejlesztései, átdolgozásai azt eredményezték, hogy a *KÖZPONTI*, egységes alapokon nyugvó módosítások, fejlesztések, *KARBANTARTÁSOK* nem vagy alig végrehajthatók. Munkálatai jelentős erőkapacitást vonnak el az egységes fejlesztéstől, kidolgozástól.

(A fejlesztések széttagoltsága, a számítógépes konfigurációk sokrétűsége komoly akadálya a tipizálásnak. Sem a központi kidolgozó intézet, sem a vezérkar informatikai szakállománya nem képes a programok folyamatos karbantartására.

A programok felhasználhatósági ciklusaideje jelentősen rövidebb az elvárhatónál, a felhasználók vagy visszatérnek hagyományos feldolgozási formára, vagy újabb kidolgozásokat igényelnek.)

ÖSSZESSÉGÉBEN: a HVK információs rendszerei a feladatok végrehajtását hatékonyan segítik. Beépültek a munkarendbe, alkalmazásuk fontos szerepet játszik a vezérkar kultúraváltásában, a korszerű adatfeldolgozás alapjainak kialakításában.

Ugyanakkor az is megállapítható, hogy a felső szintű vezetés jelenlegi adatfeldolgozó rendszerének hatékony működését jelentős és több összetevős problémák akadályozzák. A HVK információigényét csak kompromisszumokkal képesek teljesíteni, elmaradnak a felhasználók növekvő igényétől.

A FELSŐ SZINTŰ VEZETÉS INFORMÁCIÓS RENDSZERÉNEK FEJLESZTÉSI IRÁNYA, KÖVETELMÉNYEI

A HVK információigényének minél teljesebb kielégítése, a jövőben hosszabb távon is korszerű információs rendszer létrehozására már napjainkban sürgető feladat. Megoldásához az előadás előző részei alapján megfogalmazhatók azok az ÁLTALÁNOS (VEZETŐI) KÖVETELMÉNYEK, amelyek meghatározzák a struktúráját, a külső kapcsolatait és működési rendjét. Ezek:

- A kialakításra kerülő rendszernek a *FELSŐ VEZETÉSI SZINT IGÉNYEIRE* kell épülnie, figyelemmel a *DÖNTÉSI ÉS ADATFELDOLGOZÓI SZINT ÖSSZHANGJÁRA*.
(E területre is igaz a megállapítás: a rendszerek mindenekelőtt azon a területen biztosítják optimálisan szolgáltatásaikat, amelyre kialakításra kerülnek. Ha egységes Magyar Honvédségi rendszer kerül kiépítésre, akkor is figyelembe kell venni, hogy a felső vezetési szintnek behatárolható, viszonylagosan önálló információs alrendszerrel kell rendelkeznie.)
- Az információs (adatfeldolgozó) rendszernek *MINDEN* olyan *INFORMÁCIÓT*, feldolgozási eljárást, tárolási, archiválási lehetőséget biztosítani kell, amelyet ezen a szinten meghozandó *VEZETŐI DÖNTÉSEK IGÉNYELNEK*.
- A közös feladat-végrehajtás érdekében a rendszer minden tekintetben legyen képes *EGYÜTTMŰKÖDNI A SZÖVETSÉG* és az érintett szövetségi tagállamok hasonló rendeltetésű szervezeteinek *ADATFELDOLGOZÓ RENDSZEREIVEL*.
(A NATO csatlakozásunk egyik fő követelménye a vezetési rendszerek együttműködési képessége. E követelmény kiemelten érvényes a felső vezetés együttműködési területeire.)
- A NATO hadseregeiben — így a magyar haderőben is — alapvető fontosságú a *RENDSZEREK BIZTONSÁGA*. A kialakításra kerülő adatfeldolgozó rendszernek ezeket a követelményeket teljesítenie kell.
(A NATO tagországok hadseregeivel való együttműködés alapfeltétele, hogy a Magyar Honvédségnél a NATO titokvédelmi előírások teljesüljenek. A teljes körű, zárt, folyamatos, és kockázattal arányos védelem biztosítani tudja az adatfeldolgozó rendszerek biztonságának egyenszilárdságát.)
- Biztosított legyen a szövetséges vagy együttműködő erőkhöz a *KÖZVETLEN ADATCSATLAKOZÁSI LEHETŐSÉG*. A rendszerben lehetőleg ne legyen szükség átalakító (konvertáló) programokra.

(Ez feltételezi az egységes fogalmak használatát, az egységes fogalomtár, eljárási algoritmusok meglétét és funkcionálását.)

- A rendszer legyen képes *TÉRINFORMATIKAI KEZELŐRENDSZEREK* fogadására, működtetésére, kapcsolódni tudjon a Magyar Köztársaság és a NATO térinformatikai rendszereihez.

(A Magyar Honvédség már ma is rendelkezik geodéziai adatbázissal, topográfiai térképeink egy részének digitális változatával, rendelkezünk digitális domborzatmodellekkel, és rendelkezésre áll a további munka alapját képező topográfiai térképek szabványa.)

- A rendszer adatbázisában kapjanak helyet a *BÉKE- ÉS A MINŐSÍTETT IDŐSZAKOK* körülményei közötti vezetés feladatainak megoldásához szükséges adatok. A helyzettől és a vezetői követelményektől függően ezek köre rugalmasan bővíthető legyen. A rendszernek az *ESZKÖZBÁZISA VONATKOZÁSÁBAN* is működőképesnek kell lennie mind a béke-, mind pedig a minősített időszakokban.

(A minősített időszakokhoz kötődő működés követelménye a Magyar Honvédség alaprendeltetéséből következik.)

- A rendszert úgy kell kiépíteni, hogy kellő rugalmassággal *ILLESZKEDJEN AZ ADOTT SZERVEZETI STRUKTÚRÁBA*, a vezetési struktúra módosításakor lehetőleg ne, vagy minél kevésbé kelljen újraépíteni.

(Fontos követelmény, hogy a szervezeti struktúra és az adatfeldolgozó rendszer illeszkedjenek egymáshoz, az adatfeldolgozó rendszer pontosan kezelni tudja a szervezeti struktúra rendszerének felépítését.)

- A rendszer tudjon *CSATLAKOZNI AZ MH ELEKTRONIKUS ÜGYIRATTOVÁBBÍTÁST, TÁROLÁST, KEZELÉST BIZTOSÍTÓ ÜGYVITELI TÁMOGATÓ RENDSZERÉHEZ*.

(A Magyar Honvédség informatikai fejlesztésének elgondolásában — a viszonylagos egyszerűsége és a kész rendszerek alkalmazhatósága miatt — első helyen áll az elektronikus levelezőrendszer kialakítása.)

- A rendszer működéséhez szükséges *BIZONYLATOK* legyenek *EGYÉRTELMŰEK, EGYSZERŰEK*, biztosítsák a számítógépes feldolgozás és ellenőrzés feltételeit.

(Az elsődleges adathordozók szerepe ugyan csökkenni látszik, ennek ellenére a rendszernek hosszabb távon is képesnek kell lennie ezek készítésére, kezelésére.)

- *AZ ALAPADATOK OTT KERÜLJENEK A RENDSZERBE, AHOL KELETKEZNEK.*

(A számítógépes hálózati rendszeren az adatbevitel fizikailag bárhol lehetséges; az adat mindig ott a legpontosabb, ahol az keletkezik; az adatok a keletkezési helyen javíthatók vagy pontosíthatók leggyorsabban.)

- A rendszernek a jelenleg belátható ideig biztosítania kell *A VEZETÉS HAGYOMÁNYOS* (alacsonyabb szintű adat-feldolgozási vagy manuális)

ESZKÖZÖKKEL VALÓ FOLYTATÁSÁHOZ szükséges induló adatokat és információkat is.

- A rendszer összetétele, kiépítésének lépcsőzése messzemenően legyen tekintettel a *MAGYAR HONVÉDSÉG REÁLIS FINANSZÍROZÁSI LEHETŐSÉGEIRE*.
- A rendszer szolgáltatásai, a rendszer lekérdezési lehetőségei, a beépített jelzések, figyelmeztetések *SZIGORÚAN JOGOSULTSÁGI ALAPON LEGYENEK FELÉPÍTVE*.

(Követelmény a rendszerrel szemben, hogy személyi kódok alapján azonosítást tudjon kezelni. Ennek kettős funkciója is van. Első, hogy a meghatározott személyhez, beosztáshoz kötött szolgáltatások, figyelmeztetések a címzett részére biztosítottak legyenek. A másik, hogy a rendszerben történő naplózások által az események követhetők, visszakereshetők legyenek. Az automatikus figyelmeztetések, jelzések megléte a rendszer objektivitását biztosítja.)

- Kommunikációs jellegű rendszer-követelmény, hogy a Magyar Honvédségben áramló információk egységes továbbítási rendjébe történő illesztéssel *NE IDÉZZEN ELŐ PÁRHUZAMOS ADATÁRAMLÁST*.

(Ha a párhuzamosságot meg tudjuk szüntetni, csökken a HVK és az érintett vezetési szervek adat-feldolgozási munkája, a katonai szervezetek jelentési kötelezettsége. Nő viszont az adatok hitelessége, mert egy adatnak csak egy értéke van forgalomban.)

- Külön igényként jelenik meg a NATO szervektől, hazai vonatkozásban pedig a határőrségtől, a rendvédelmi szervektől, valamint a polgári szervektől beérkezett *KÜLSŐ INFORMÁCIÓK ÁTVÉTELÉNEK, FELDOLGOZÁSÁNAK KÖVETELMÉNYE*.

(A követelménynek az is része, hogy ezen szervek részére az elsődlegesen a HVK rendszerében keletkező adatok — jogosultság mértékében — átadhatók legyenek. Itt azok az adatok is szerepelnek, mint átvételre tervezett adatok, amelyek a honvédségnél eddig nem voltak tárolva, ezért itt nemzetközi és tárcaközi pontosítások is szükségesek a kidolgozás folyamán.)

- Az adatfeldolgozás egyik alapfeltétele, hogy a rendszerben tárolt *ADATOK* titok- és informatikai *VÉDELME*, a tárolás, a feldolgozás, valamint a kommunikáció területén a *RENDSZERT ELHAGYVA IS MEGOLDOTT LEGYEN*.

(Ez a biztonsági követelmény várhatóan a közeljövőben kielégítést nyer, mert az informatikai fejlesztés egyik fő szempontját jelenti mind polgári, mind katonai területen. A rendszerépítés alapfeltétele lesz az adatbiztonság megléte. A témában a NATO országoktól is jelentős tapasztalatátadásra, valamint konkrét segítségre számolhatunk.)

- A technikai rendszerek akkor tudnak optimálisan együtt dolgozni, ha hálózati eszközök és megoldások, a számítógépes adatfeldolgozó rendszerek tech-

nikai (hardver) és program (szoftver) háttere a *HONVÉDSÉG TELJES RENDSZERÉBEN EGYSÉGES ALAPOKON NYUGSZIK.*

(Ez a követelmény igaz a felső szintű adatfeldolgozó rendszerek belső és külső kapcsolataira egyaránt.)

BEFEJEZÉS

A Magyar Honvédség felső szintű vezetésének informáltsága az egész haderő helyzetének és működésének egyik meghatározó tényezője. A HVK információs rendszere működő- és funkcionáló-képes, ha kompromisszumokkal is, de biztosítja a felső vezetés információval történő ellátását. Az információs rendszer felépítése és működése már napjainkban is elmarad a vezetés reális szükségleteitől, a HVK külső környezete részéről jelentkező igényektől és az elérhető műszaki színvonaltól, korszerűsítése sürgető jellegű. A rendszer korszerűsítésének elvei, fő irányai, követelményei és szempontjai nagyjából megfogalmazhatók, az érdemi munka azonban sokirányú előkészítést igényel.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. GORZA Jenő mk. ezredes: Elgondolás a Magyar Honvédség informatikai fejlesztésére. Új Honvédségi Szemle 1999/7. füzet
- [2] SZŰCS Gáspár mk. ezredes: PhD értekezés a katonai vezetés harcászati szintje információfeldolgozásának korszerűsítésére. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Budapest 1999
- [3] 2218/1997. (VII.24.) kormányhatározat a Magyar Honvédség irányításáról és felső szintű vezetésének rendjéről
- [4] 62/1997. MHPK, VKF intézkedés a Magyar Honvédség Információs Kapcsolati Rendszer kidolgozására
- [5] 15/2000. MHPK, VKF intézkedés a Magyar Honvédség Honvéd Vezérkar Információs Kapcsolati rendszer kiadására
- [6] A Honvédelmi Minisztérium információs kapcsolati rendszere. Nyt. szám: 556 337/1996 HM

G" SZEKCIÓ
DOKTORANDUSZ SZEKCIÓ II.

A SZEKCIÓ ELNÖKE: TURCSÁNYI KÁROLY
TÁRSELNÖK: SZABÓ LÁSZLÓ

A VIRTUÁLIS VALÓSÁG ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A KATONAI KIKÉPZÉSBEN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A REPÜLŐTISZTI KÉPZÉSRE

**Dr. Szabó László mk. alezredes
egyetemi adjunktus
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Bólyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar
Repülőgép Sárkány-Hajtómű Tanszék**

A ZMNE Repülőgép Sárkány – Hajtómű Tanszékén 17 éve kutatom a repülő-műszaki témák mellett a személyi számítógép felhasználását, ezen belül a multimédia és a virtuális valóság alkalmazásának lehetőségét tanítás-tanulás folyamatában. Az utóbbi időben a repülőgépek tervezése és üzemeltetése, a repülő személyzet oktatása (kiképzése) és kiválasztása, a repülőgépvezető és a repülőgép szerkezet, mint komplex rendszer- optimalizálása során felmerülő sokrétű feladatok megoldásakor széles körben alkalmazzák a modellezést. Ennek során különböző virtuális valóság rendszereket hoznak létre, amelyek segítségével földi viszonyok között — megfelelő pontossággal — előállítható a repülés alapvető körülményei, jellemzői, a repülés teljes folyamata és a repülőszerkezet irányítása. A BME-en 2000 februárjában, a munkahelyi vitán sikeresen túljutott PhD értekezésem legfontosabb téziseit kívánom bemutatni előadásomban, illetve cikkemben.

A KUTATÁS CÉLJA, AKTUALITÁSA, MÓDSZERE

Szolnokon a Repülőtiszt Intézetben, mint a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Repülőgép Sárkány - Hajtómű Tanszékének tanára 1983 óta kutatom a személyi számítógép alkalmazásának lehetőségeit a tanítás-tanulás folyamatában. A kutatásaimról a Budapesti Műszaki Egyetem Természet és Társadalomtudományi Kar Műszaki Pedagógia Tanszékén számoltam be, mint doktorandusz, és védtem meg sikeresen 1992-ben egyetemi doktori értekezésemet.

(Az egyetemi doktori értekezésem címe: *Személyi számítógép alkalmazásának tapasztalatai a szakalapozó tantárgyak tanításában*. Konzulensem Dr. Biszterszky Elemér egyetemi tanár volt.)

Az általam tartott bemutató órák, nyílt órák, valamint a tudományosan megalapozott kontroll csoportos kísérlet eredményei — a kvantifikálást elvégezve — a statisztikai próbák 95%-os megbízhatósági szinten igazolták, hogy a kontroll-, illetve a kísérleti csoport közötti eltérés nem tekinthető véletlennek. Ezek alapján döntött úgy az intézményünk tudományos tanácsa, valamint tanszékünk vezetése, hogy az előadások szemléltetésére, konzultációk eredményességének növelésére, valamint a tanítás-tanulás hatékonysága érdekében — a Magyar Honvédség oktatási intézményei közül elsőként — alkalmazzuk a számítógépet a (repülő) gépészmérnöki képzés szakalapozó tantárgyaiban. E tantárgyak minél tökéletesebb és hatékonyabb elsajátítása a későbbi oktatásra kerülő repülő szaktantárgyak szempontjából rendkívül fontosak. A tanár tökéletes szakmai felkészültsége és pedagógiai rutinja mellett elengedhetetlenül szükséges a mai modern módszerek és eszközök ismerete és alkalmazása. Ilyen új lehetőségnek tekinthető, főleg a repülő szaktantárgyak oktatásában, illetve a gyakorlati repülő-technikai (ki) képzés rendszerében a számítógép adta virtuális valóság (VV) módszer és eszköz rendszerének ismerete, alkalmazása is.

Napjainkban a számítástechnika és az informatika fejlődése az elmúlt években soha nem látott méreteket és lehetőségeket öltött. Ezek szükségszerűen magukkal hozták az ember-gép viszonyának jelentős átalakulását is, ahol a korábbi hagyományos, egyoldalú kapcsolatot egy látványorientált, audiovizuális és egyben a kívánt mértékben valósághű kapcsolat váltotta fel, amely már teret engedett az emberi érzékeléshez, valamint megismeréshez közel álló módszereknek is. Ilyen és hasonló jellegű változást figyelhetünk meg a multimédiás rendszerek alkalmazásainál, a számítógépes szoftverek kezelői felületeinél, valamint a valóságot egyre jobban megközelítő szimulációk elterjedésénél és gyakorlati felhasználásánál is. Az ember-gép kapcsolat rendszerében a virtuális valóság, mint módszer és eszköz megjelenése, elterjedése egy teljesen új fejezetet nyit. A valósághű működés és magas fokú interaktivitás több olyan feladat elvégzését teszi lehetővé, amelyeket eddig vagy csak közvetve, vagy egyáltalán nem lehetett — például veszélyessége vagy a magas költségei miatt — megoldani, illetve bemutatni. Ennek köszönhetően napjainkban már számos alkalmazási területen — így a tanítás-tanulás folyamatában is — elterjedt (főleg az USA-ban és más gazdaságilag fejlett országokban) a virtuális valóság eszköz rendszereinek használata.

A virtuális valóság alkalmazása az oktatásban ma még hazánkban a magas költség kihatás miatt — különösen a hazai katonai közép és felsőfokú képzésben — csak a jövő egyik nagy ígérete és egyben nagy lehetősége lehet. Külföldi polgári és katonai közép és felsőfokú iskolák (továbbképző intézetek) már elterjedten használják ezt az eszközcsoporthoz és ezek kiegészítéseit konkrétan az oktatás folyamatában — katonai (ki) képzésben — és az általános ismeretterjesztésben.

A virtuális valóság — elemei — a hazai katonai repülőgép-gépészmérnök képzésben nem ismeretlen, hisz az egyetemi doktori értekezésemben is említésre került olyan, általam készített, illetve konzultált szimulációs program — természetesen az adott korszak technikai lehetősége nem tette lehetővé, hogy a kidolgozás minősége megfeleljen a mai kor követelményének —, amelynél kvantifikációs vizsgálattal 95%-

os megbízhatósági szinten bizonyítottam annak hatékonyságát. Ugyancsak kedvező repülő szakmai és pedagógia eredménnyel zárult a repülőgép üzemeltetés tanításához készített HV—SZIM—01 hajtóművező trenázs berendezés elkészítése és gyakorlati alkalmazása, amely szintén nagy tárháza a virtuális valóság rendszer elemeinek.

Tapasztalataim szerint a hazai közép és felsőfokú képzésben a számítógépnek a tanítás-tanulás folyamatában való felhasználása sajnos még mindig elmarad a nemzetközi alkalmazáshoz képest, de az oktatással foglalkozó magyar szakemberek jelentős erőfeszítéseket tesznek e hiányosság csökkentésére. A helyzet még kedvezőtlenebb a virtuális valóság elméleti alapjai fogalmainak, eszközrendszerének ismerete és alkalmazása terén, mind a polgári, mind a katonai képzésben.

A KUTATÁS AKTUALITÁSA

A virtuális valóság eszközeinek és annak alkalmazásának oktatásba, katonai képzésbe való bevezetése sürgős és szükségszerű, továbbá cél- és időszerű, tekintettel arra, hogy e szakterület Magyarországon is a fejlesztés és alkalmazás homlokterébe került, kiemelten az:

- EU IV. keretprogramja, ESPRIT CIME és IIM programja keretében;
- a katonai kiképzés rendszerében pedig a NATO-hoz való csatlakozás miatt.

A **kutatás célja** az alábbi fő- és részterületeket foglalja magába:

- TANULMÁNY A VIRTUÁLIS VALÓSÁG RENDSZERÉRŐL
 - A virtuális valóság fogalmának pontos definiálása;
 - A virtuális valóság érzékelés alapjai és a kutatás fő területei;
 - A virtuális valóság története;
 - A virtuális valóság alkalmazások eszközrendszere:
 - Szoftverek, vizuális eszközök és berendezések, pozícióérzékelők, speciális ruhák, és egyéb bementi eszközök, hangkeltő eszközök;
 - A példák a virtuális valóság legfontosabb felhasználási területeire:
 - Szórakoztatóipari, művészeti alkalmazások;
 - Üzleti, kereskedelmi alkalmazások;
 - Egészségügyi alkalmazások;
 - Ipari, tervezési alkalmazások;
 - Hadászati, harcászati és kiképzési, űrhajózási alkalmazások;
 - Virtuális valóság alkalmazása az oktatásban (szakképzésben).
- SAJÁT ERŐBŐL TÖRTÉNŐ FEJLESZTÉS LEHETŐSÉGEI
 - A virtuális valóság bevezetés okainak részletes elemzése, alkalmazásának várható előnyei és hátrányai, valamint javasolt tanítási forma lehetőségei a repülőtiszti (ki) képzésben;
 - A virtuális valóságon alapuló szoftverek készítésének módszertana, megtervezése;

- A virtuális valóságon alapuló oktatóanyag elkészítésének pedagógiai- és pszichológiai szempontjai;
 - Javaslat egy a virtuális valóság rendszert fejlesztő „team” létrehozására a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen;
 - Repülőszerkezetek szimulátorainak és trenázs berendezéseinek vizuális helyzet imitátorai, valamint a vizuális helyzet modellezésének főbb elvei és rendszere.
- JAVASLATTÉTEL A VIRTUÁLIS VALÓSÁG ESZKÖZ- ÉS MÓDSZER RENDSZERÉNEK ALKALMAZÁSÁRA A REPÜLŐTISZTI (REPÜLŐGÉPVEZETŐ ÉS MŰSZAKI) (KI) KÉPZÉSBEN
- „D” kategóriájú szimulátor alkalmazásának (katonai és didaktikai) indokai a Magyar Honvédségnél;
 - Egy gyakorló helikopter szimulátor teljes rendszerterve;
 - A virtuális valóság alkalmazása a repülő műszaki képzésben:
 - Az elméleti képzés;
 - A repülőgép üzemeltetés;
 - Javaslat a MIG—29-es pilóták repülési kiképzésének megváltoztatására egy — a virtuális valóság eszközrendszerét magába foglaló szimulátor alkalmazásával:
 - A szimulátor kiválasztásának indokai;
 - Repülés kiképzési koncepciók;
 - Költségvetési számítás.

Az értekezésben kitűzött célok kidolgozásával, egy olyan átfogó tanulmány elkészítését kívánom megvalósítani, amellyel hozzá szeretnék járulni a Magyar Honvédségben, a repülés területén oktató és dolgozó szakemberek virtuális valóság rendszer alapjainak és eszközrendszerének átfogó (de nem a minden részletre kiterjedő) megismertetéséhez, ezen keresztül annak bevezetésének és alkalmazásának eddigénél szélesebb területen való elfogadásához, valamint az eddig uralkodó hagyományos szemlélet falainak lebontásához.

Munkámban, oktató kollégáim külföldi tapasztalatait (USA, Kanada, Nagy-Britannia, Németország, Svájc, Franciaország, Törökország, Oroszország, Szlovákia), valamint saját tapasztalataimat (**Svédországi /SAAB Ösztöndíj 1997/, Olaszországi és hazai**), kutatásaimat felhasználva kívánok javaslatot tenni a virtuális valóság rendszerének bevezetésére. A további fejlesztési lehetőségekre az egyetemi (ZMNE repülő/helikopter sárkány-hajtómű és repülőgép vezető szakirány) oktatásban, valamint a MH repülőcsapatainál a kiképzés és továbbképzés tekintetében.

A KUTATÁS MÓDSZERE

A témakör kutatásához induktív és deduktív úton történő kutatási módszer elemeit választom. Az adatok gyűjtésére és azok elemzésére az induktív úton haladó kutatás menetének feltárás fázisában a megfigyelés, a beszélgetés és kikérdezés módszerét kívánom alkalmazni. A témához kapcsolódó publikációk és dokumentumok elemzése meggyőződésem szerint nagyban hozzájárul a szélesebb értelmezési források kutatásához. A hazai és külföldi (polgári és katonai) repülőszakember képzés (tisztképzés) tapasztalatai és dokumentumai, a tisztképzéssel kapcsolatos tanulmányok, (saját, oktató kollégáim) külföldi tanulmányutak tapasztalatai, valamint a jövő repülőtisztrel szembeni elvárásai alapján kívánom a virtuális valóság alkalmazási lehetőségeit felvázolni, következtetéseimet levonni, ajánlásaimat megtenni. A jövő várható repülőtisztrel szembeni követelményeknek és a jelen képzési forma hiányosságainak a szembeállításával alapvetően deduktív úton, illetve analitikus jellegű kutatási stratégia segítségével a hazai- és nemzetközi források, dokumentumok elemzésével és az ezekből levont következtetésekkel be kívánom bizonyítani, hogy a repülőtiszt képzésben elengedhetetlenül fontos szerepet játszik a virtuális valóság alkalmazása ahhoz, hogy a kibocsátott repülőtiszt állomány megfeleljen a speciális nemzetközi (pl.: NATO) követelményeknek.

EREDMÉNYEK

A doktori értekezésemben az alábbi fő témakörök kutatását tűztem ki célul:

- tanulmány a virtuális valóság rendszeréről;
- saját erőből történő fejlesztés lehetőségei;
- javaslat a virtuális valóság eszköz- és módszer rendszerének alkalmazására a repülőtiszt (repülőgép vezető és műszaki) (ki) képzésben.

TANULMÁNY A VIRTUÁLIS VALÓSÁG RENDSZERÉRŐL

A doktori értekezésemben a külföldi és magyar publikációk szakirodalmi kutatásával, egy olyan átfogó tanulmány elkészítését végeztem el, amely struktúrájában túlmutat a jelenlegi magyar nyelven megjelent publikációkon. Ezzel szeret-

nék hozzájárulni a MH-ben, a repülés területén dolgozó szakemberek virtuális valóság rendszer alapjainak és eszközrendszerének átfogó (de nem a minden részletre kiterjedő) megismertetéséhez, és ezen keresztül a rendszer bevezetésének és alkalmazásának eddigénél szélesebb területen való elfogadásához, valamint az eddig uralkodó hagyományos szemlélet falainak lebontásához. A célkitűzésnek az alábbi fejezetekben tettem eleget:

- A virtuális valóság alapfogalmai, a VV érzékelés alapjai (2.1–2.2 fejezet);
- A virtuális valóság története (2.3 fejezet, Függelék/F1. Fejezet);
- A virtuális valóság eszközrendszere (2.4 fejezet, Függelék/F2. Fejezet);
- A VV alkalmazás területei (3. fejezet, Függelék/F3. fejezet);

SAJÁT ERŐBŐL TÖRTÉNŐ FEJLESZTÉS LEHETŐSÉGEI

A „saját erőből történő fejlesztés lehetőségei” célkitűzésben elemeztem mindazon témaköröket, amelyek elengedhetetlenek minden olyan oktatási intézményben, ahol alkalmazni kívánják a virtuális valóság eszköz- és módszer rendszerét. A VV rendszer fejlesztés költségvetési vonatkozásának csökkentésére — külföldi példák alapján — olyan VV fejlesztő csoport („VV. team”) felállítását javaslom az egyetemünk szakembereiből, amely nagyban hozzájárulna az oktató berendezések minőségi kidolgozásához és elterjesztéséhez. Ezen team részére egy olyan segédanyag összeállítását készítettem el (vizuális helyzetimitátorok modellezésének alapjai), amely nagyban hozzájárul (ilyen szakirodalom magyar nyelven még nem készült!) a repülési szimulátorok didaktikai és repülőműszaki szempontból is megfelelő szintű megalkotásához.

A célkitűzésben az alábbi témákat töltöttem meg új tartalommal:

- A virtuális valóság rendszer alkalmazásának várható előnyei az oktatásban (4.1 fejezet);
- A virtuális valóság rendszer alkalmazásának várható hátrányai az oktatásban (4.2 fejezet);
- A virtuális valóság módszer alkalmazásának javasolt tanítási (/ki/képzési) formái (4.3 fejezet);
- A virtuális valóság szoftverek készítésének módszere, megtervezése (4.4 fejezet);
- *Pedagógiai- és pszichológiai szempontok a VV oktatóanyag elkészítéséhez* (4.5 fejezet);
- *Repülő szerkezetek szimulátorainak és trenázs berendezéseinek vizuális helyzet imitátorai, valamint a vizuális helyzet modellezésének főbb elvei és rendszerei* (4.6 fejezet);

A kutatott részfejezetek közül kiemelkedőnek tartom az *utolsó két témarészt*, amely külföldön is a kutatás tárgya, avagy meglévő, de nagy titokként kezelt eredmények.

JAVASLATTÉTEL A VIRTUÁLIS VALÓSÁG ESZKÖZ- ÉS MÓDSZER RENDSZERÉNEK ALKALMAZÁSÁRA A REPÜLŐTISZTI KÉPZÉSBEN

Ezek a következők:

- A repülőtisztai képzésben a VV legtöbbet alkalmazott eszköze a repülési szimulátorok. Repülőszakmai és didaktikai szempontból elemeztem a szimulátorok alkalmazási lehetőségének kérdését. Ebben a témakörben bemutattam a „magyar repülő-kiképzés valóságát”, a jelen helyzet tarthatatlanságát, és külföldi példák felhasználásával bizonyítottam a szimulátorok alkalmazásának szükségességét és fontosságát [5.2 fejezet].
- A MH legmodernebb vadászrepülőgépén a MIG—29 típuson repülő hajózó állomány kiképzésében javaslatot teszek — a bevezetésben leírt kutatási módszer alapján — egy konkrét példán keresztül egy olyan szimulátor beszerzésére, amely már magába foglalja a — mai kor által megkövetelt legfejlettebb — VV rendszert. Felvázolok néhány kiképzési koncepciók lehetőségét, majd egy költségvetési számítással bebizonyítom, hogy a VV eszköz rendszerével felszerelt berendezésre fordított költség hamar megtérül. A kiképzésben résztvevők begyakoroltatási lehetősége és így a kiképzettség nagyságrendekkel növekszik, ezen kívül a NATO repülési időnorma teljesíthető, akár 50 pilóta kiképzése esetén is alacsonyabb költségekkel, mint a jelenlegi „valós valósággal” történő repülés (5.3, F/4, F/5 fejezetek).
- Kiegészítő javaslatommal (madárral való ütközés problematikája) felhívom a figyelmet a pilótakiképzésünk egyik hiányosságára, aminek pótlását csak az általam felvázolt koncepcióval (szimulátor beszerzés) lehetne megoldani, illetve a „begyakoroltatást” elvégezni (5.3.1 fejezet).
- A helikoptervezető alapkiképzés számára egy típusra (MI—2) olyan átfogó szimulátor rendszertervet dolgoztam ki, amely megfelelő tárgyalási alapot jelenthet mind a katonai szolgálati előljárók felé a finanszírozás kérdésében, mind pedig a lehetséges kivitelezők felé a gyakorlati megvalósítást illetően. Ez megfelelő alapot teremt a MI—24 harci helikopter szimulátor rendszertervének kiegészítésére (6. fejezet).

(MEGJEGYZÉS: A rendszerterv elkészítésénél figyelembe vettem azt, hogy a MI—2 helikopter típus — jelenleg ez a kiképzés alaptípusa — rendszer-

ből történő kivonása esetén, a szimulátor a helikoptervezető kiképzés új alaptípusára könnyen átalakítható legyen fülkecsere, valamint a típusra jellemző paraméterek szoftverre történő felvitele után.)

- Hazai, de főleg külföldi tapasztalatok alapján a VV olyan alkalmazási lehetőségeire teszek javaslatokat a repülőműszaki tisztképzésben, amely magában foglalja a számítástechnika tantárgy tematikájának teljes megváltoztatását a számítógéppel történő tervezés alapjainak megteremtésére, valamint a repülőgépek üzemeltetés elsajátításának növelését, amellyel tovább emelkedne a képzési rendszerünk hatékonysága (7.1–7.4 fejezetek);

ÖSSZEFOGLALÁS

Ezt az értekezést oktatási segédanyagként, valamint „alapanyagként” szánom a repülőtiszt és tiszthelyettes képzés fejlesztéséért felelős fórum (ok) számára, amely véleményem szerint hasznos hozzájárulás az oktatástechnológiai kultúra általános fejlesztéséhez is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Szabó: A virtuális valóságalkalmazási lehetőségei a katonai képzésben, különös tekintettel a repülőtiszt képzésre, (PhD értekezés tervezet), BME Műszaki Pedagógia Tanszék, 2000.

In the Jet Engine and Airframe Department of the Aviation Officer' Institute of the Miklós Zrínyi National Defence University I have been searching the possibilities of application of personal computers in the teaching-studying process for 17 years among other technical topics. From 1997 the main direction of our research is to create a base for application of the virtual reality and the multimedia in the flying and mechanical engineering training.

MILITARY AND CIVILIAN EMPLOYMENT OF AERIAL ROBOT TECHNIQUES — RESPONSE TO THE CHALLENGES OF 21ST CENTURY

**László VÁNYA assistant professor
Zrínyi Miklós National Defence University
Faculty of Management and Organization
Electronic Warfare Department**

Aerial robot techniques and unmanned remotely operated aerial vehicle systems have great possibility for supporting military and civilian operations without risking the lives of an aircrew in assessing hazardous situations. They have three-dimensional mobility, long endurance but have difficult take-off and landing process, weight, velocity and economical problems. This paper presents the concept of a small vertical take-off and landing unmanned aerial vehicle, presents some special task, which can be realized by them. This paper wants to show how we could be performing our tasks with this UAV in Hungary.

INTRODUCTION

The use of information in war, in operations other than war, in peacekeeping and in law enforcement operations has been a basic requirement. The remote ground vehicles, unmanned aerial and underwater vehicles with their onboard sensors can assist in collecting evidence, can support clearing missions, they can also be used to position non-lethal or lethal packages. In 21st century, we have new challenges in environment, on the battlefield, new threats in crime, and the budget pressures armies and law enforcement agencies to look more effectively perform their missions.

When faced with dangerous situations on the battlefield, or in a crime situation commanders or police officer need as much information on the situation as possible. In peace if available and the situation warrants, aircraft or helicopter aerial surveillance can be called in to provide additional assistance. Availability of aircraft is typically limited to

large organizations, the numbers of aircraft available are limited, they require dedicated pilots, and are costly to operate.

In war or in operations other than war only division commander or commander of joint task force has availability of aircraft and helicopters. The small countries and law enforcement agencies are beginning to look at unmanned, cheap systems to perform reconnaissance and surveillance.

The American Space and Naval Warfare (SPAWAR) Systems Center San Diego and Sikorsky Aircraft performed the concept of a small vertical take-off and landing (VTOL) unmanned aerial vehicle for Army, Navy and law agencies. This idea is very attractive for these types of applications. Such a system could be carried to the operational area in an army vehicle or a police patrol car and be used to perform reconnaissance using video or thermal cameras. The small variant can be carried by two persons, would provide officers with the ability to see over and beyond large structures such as buildings without being hampered by ground terrain. This system could be utilized to emplace sensors, or communications repeaters for enhanced communications coverage. It could also maintain an overwatch position to aid in command and control, delivery of nonlethal agents, carry chemical, or nuclear sensors to survey chemical or radioactive pollution in hazardous or difficult to reach locations to provide long term surveillance. The cost of operating this type of system should be much less than the cost of operating a helicopter or a plane, potentially providing greater availability to smaller army units (battalion, company moreover platoon or squad) or law enforcement agencies.

THE INITIAL CONCEPT

The new system would consist of a small vertical take-off and landing shrouded rotor unmanned aerial vehicle and a supervisory control station. The platform size (three - six feet in diameter) is small enough to be carried in police or army vehicles and large enough to provide reasonable levels of performance. The shrouded rotor platform provides a more compact design than an open blade helicopter configuration. System safety is improved due to the shrouded blades.

The flight control of the system is supervisory, i.e.; the operator directs the motion of the platform, but does not fly it. Supervisory control allows the system to be operated by field personnel as a collateral duty and does not require a dedicated operator, pilot. The onboard flight control system takes care of maintaining platform stability and coordinating the controls to respond to operator direction.

The unmanned aircraft is envisioned to be a mobility platform for multiple mission modules. The primary module is for reconnaissance and surveillance includes both daylight and thermal sensors, video cameras. The thermal sensor enhances detection of vehicles, people and animals in shadowed areas, in foliage, in smoke, as well as at night.

The secondary module includes network based communications and control architecture, allows information to be accessed by other personnel requiring it. The modularly architecture simplifies integration sorting a plug and play approach for multiple mission packages.

The radio frequency network also allows passing of control between operators and integration of information at the command control station.

The system must be designed to assist operational personnel and must not detract or encumber them during prosecution of their mission. The control unit of the bigger variant can work in a vehicle, patrol car, or container. The smaller control unit is based on body-worn computer and head mounted display technology. Operator input to the body worn systems is through arm-mounted keypads, small joysticks, small computer mouse devices or voice input.

THE HISTORY OF MSSMP OPERATIONAL CONCEPT

In fiscal year 1992 Space System Center San Diego (SSC-SD) under U.S. Army sponsorship initiated a program to investigate the feasibility of using small, vertical take-off and landing unmanned aircraft to position remote surveillance sensors in the battlefield to enhance the capability of Military Police Squads, in tactical security missions, to cover large areas of the rear area of a battlefield.

The system concept was originally called the Air Mobile Ground Security and Surveillance System (AMGSSS) and then the Multi-Purpose Security and Surveillance Mission Platform (MSSMP).

The air mobility platform was a shrouded rotor, VTOL UAV with a sensor suite mounted on its board. The operational scenario was based on a squad of three MPs deploying with a High Mobility Multi Wheeled Vehicle HMMWV towing a trailer holding three air mobility platforms. When the squad reached a central location in the area of responsibility they would launch one or all of the air mobility platforms to locations at which they desired to perform long term ground surveillance.

The platform would fly to target location where it would autonomously land and then conduct long term surveillance with its onboard sensors. To reduce communication

power and time of radio communication the sensor data was processed onboard the platform by automatic software. At the end of the mission or when surveillance was required in another location the system would be commanded to restart, takeoff and go to the new location or return to its launch point.



Picture 1. Cypher

The Sikorsky Aircraft Corporation's Cypher UAV (see Picture 1) was selected as the best system available to demonstrate the MSSMP mission. A program was initiated FY1993 to demonstrate the feasibility of the MSSMP concept by incorporating an SSC-SD developed mission sensor package (motion detection system, sensor control and display unit) into a tripod mounted above the Cypher vehicle.

DESCRIPTION OF CYPHER AND ITS MODIFICATIONS

The Cypher aircraft concept is an innovative approach to UAVs because it is the first and only ducted configuration using rigid coaxial rotors coupled with an external shroud to control and stabilizes the aircraft. The two coaxial counter-rotating rotors balance torque, and provide aircraft lift and all directional control. The shroud is multi-functional: it supports the rotors, produces a portion of the lift, and contains propulsion, avionics, fuel, payload, and other flight-related hardware. This construction also enhances vehicle and operator safety for operations in confined areas by protecting the rotor from tip strikes.

The present Cypher technology demonstrator (Cypher—TD) is six feet in diameter and was designed to carry 20 kg payload for two to three hours.

The key attributes of the Cypher UAV are summarized in the Table 1.

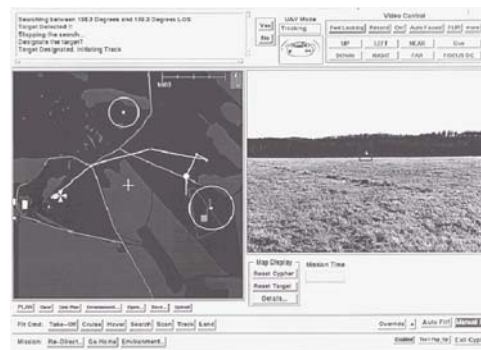
*MILITARY AND CIVILIAN EMPLOYMENT OF AERIAL ROBOT TECHNIQUES –
RESPONSE TO THE CHALLENGES OF 21ST CENTURY*

Table 1. Cypher-TD Characteristics

<i>Characteristic</i>	<i>Value</i>	<i>Characteristic</i>	<i>Value</i>
Body Diameter	6,3 ft (1,98 m)	Speed (max)	60 mph
Rotor Diameter	4 ft (1,22 m)	Endurance	2–3 hours
Height	2 ft (0,61 m)	Mission Radius	90–125 km
Nominal Weight empty	175 lb. (79,5 kg)	Powerplant	1xAR801 rotary piston engine, rated 50 hp
Max. Payload	50 lb. (20,5 kg)		
Altitude (max)	8000 ft (2700 m)		

One the major goal of the Cypher-TD program was to develop a user friendly VTOL UAV that could be easily controlled with simple operator commands. It was made possible by a sophisticated flight control system and an operator friendly graphical user interface called the Sikorsky System Manager. (See Picture 2)

Picture 2. System Display



The display is split into two portions. The left side displays a digital map of the area of interest, and the right displays the payload sensor output. Data from the FLIR can be analyzed by an Automatic Target Recognition (ATR) system to detect targets and provides target location information back to the System Manager. Aircraft and target position along with track history are displayed on the digital map.

The Cypher aircraft can be scaled up or down to meet specific mission requirements. Presently Sikorsky has designed Cypher II (Dragon Warrior) for US Marine Corps and a MiniCypher which is a man-portable version.

MiniCypher can be carried on the back of a person and operated through a portable ground station or body-worn computer with a helmet-mounted display. MiniCypher does

not require a highly trained pilot, it is autonomous in all of its flight modes and only requires mission-oriented directives from the operator.

MiniCypher was designed to carry a wide variety of payloads. Sensors such as video cameras and FLIRs are mounted inside the fuselage. Carrying a 4 kg payload the MiniCypher can travel a distance of 5 km, loiter on station for one hour, and return to the launch point without refueling. Imagery from the sensors is transmitted back to the operator and displayed in real time.



Picture 3. Cypher II

The Cypher II's (see Picture 3.) unique design includes removable wings, shrouded rotor and a pusher propeller. As a fixed wing aircraft, it has maximum speed of 125 knots and a range of over 100 nautical miles. As a rotary wing aircraft, it can operate in confined areas and support urban operations. It can fly low and slow. The U.S. Marine Corps has awarded Sikorsky a \$5,46 million contract to build two Cypher II prototype aircraft and ground control stations.

In the urban environment, the Cypher II UAV can fly extremely close to buildings, vehicles, wires, and other structures without concern for blade strikes or risk to human life.

PAYLOADS AND POTENTIAL APPLICATIONS

The Cypher has been designed to accommodate wide variety of sensors, not only Electro Optic (EO) and Forward Looking InfraRed (FLIR). The following payloads have been flown on the Cypher aircraft: FLIR, Video, Magnetometer, Laser range finder, chemical

*MILITARY AND CIVILIAN EMPLOYMENT OF AERIAL ROBOT TECHNIQUES –
RESPONSE TO THE CHALLENGES OF 21ST CENTURY*

canisters, EMI sensor. In the next the Cypher modifications will accommodate acoustic sensors, imaging sonars, communications transmitters, transponders, emitters, amplifiers, telemetry equipments, linescanners and integrated optical systems, radars, ESM/ECM measurement systems, jammers, decoys, smoke dispensers, onboard manipulators, etc.

The payloads are summarized for some mission in the Table 3.

SSC–SD and Sikorsky Aircraft have conducted many demonstrations of the MSSMP concept. At the McKenna Military Operations in Urban Terrain training site in Ft. Benning, Cypher flew up and down city streets; successfully landed on the flat roof of a multi-story building.

A counter-drug operational demonstration was conducted for the U.S. Army Military Police School, Ft. McClellan, Alabama where the system, once in place, surveilled the area to document a simulated drug transaction.

Table 3.

MISSION	TYPE OF PAYLOADS
Reconnaissance	EO/IR, SAR/MTI
Target designation	Laser Target Designators
Information Warfare	Specialized Electronic Attack Tools
SIGINT, COMINT, ELINT	Specialized Measurement System
Electronic Warfare	ESM/ Jammer, Dispenser
Communication/Relay	Communication Equipment
Battle Management	EO/IR, SAR/MTI
Mine Countermeasures	IR, Radar, FOLPEN
Search & Rescue	EO/IR, SAR, SIGINT
Nuclear/Biological/Chemical	Special NBC Surveillance Equipment
Counter Camouflage	Hyper-Spectral Sensors
Acoustic Surveillance, Harassment	Sonar, Acoustic Jammer
Border and Traffic Surveillance	EO/IR, Acoustic sensor, Loud speaker for voice
Neighborhood Patrol	EO/IR, Acoustic sensor, Loud speaker for voice

In Ft. Benning was an experiment where the main goal was to demonstrate that Army operators, with only minimum training (approx. 1 hour), could plan and conduct a mission using the Cypher. All flights were planned and executed by Army MPs. This was the first time the Cypher UAV was fully operated by non-Sikorsky personnel. The result was very good. The Cypher can replace a human point man,

flying over the next hill or around the next corner and transiting a bird's-eye view of the ground situation to the small-unit commander.

SOME ASPECTS OF THE CONTROL SYSTEM

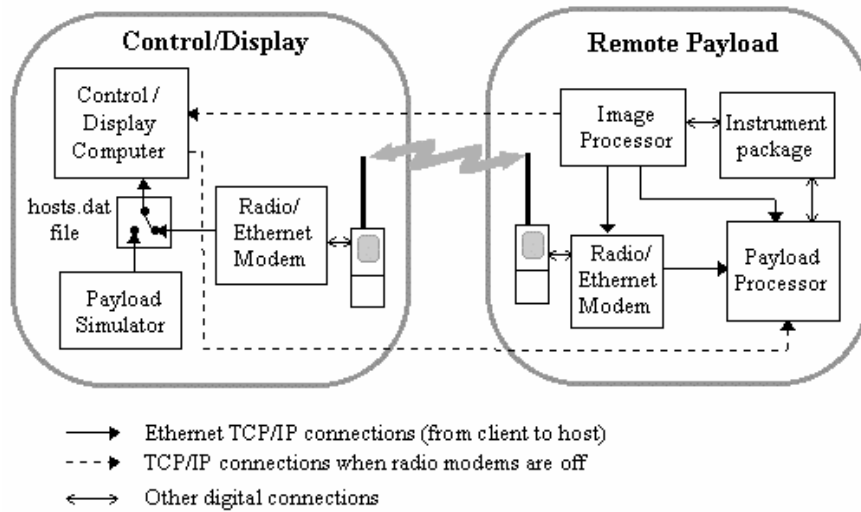
The Air-Mobile Ground Security and Surveillance System (AMGSSS) objectives include:

- high mobility;
- insensitive to intervening terrain;
- remote operations over existing low-bandwidth tactical radio links;
- long-endurance surveillance capabilities;
- easily scaleable functionality;
- the ability for one operator to supervise several remote systems.

A prototype mission payload and control station has been developed over a period of six month. To allow fast prototyping and to achieve a small, portable demonstration package, the following design methodologies were employed:

- Use of miniature embedded Personal Computer (PC) components, with DOS and Windows-based software. This allowed us to exploit in-house expertise in PC programming, and a simple transfer of the finished code to the embedded system hardware.
- Decomposition of the complex system into functional tasks operating on dedicated PC components, connected by Ethernet and TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) networks. This allowed parallel development of subsystems, easy incremental testing, and a simple final integration.

Picture 4 is the AMGSSS Mission Payload Prototype system functional diagram, showing connections between each subsystem computers. There are two computers at the control end (a laptop running the control/display and optional payload simulator, and a tactical radio/Ethernet modem), and three computers on the remote payload side (payload processor, image processor, and tactical radio/Ethernet modem). Interprocessor communications is via TCP/IP using Ethernet cables and tactical-radio-frequency modems.



Picture 4. System Functional Diagram

Picture 5 shows the prototype sensor payload packaged in a portable configuration. The package includes a visible-light video camera, an infrared video camera, and a laser rangefinder, all mounted on a pan-and-tilt unit. Additionally, there is a serial port for connection to an optional portable Northrop-Grumman Acoustic Unattended Ground Sensor. The PC/104 computers are housed in the compartment below the sensors.



Picture 5. The prototype sensors payload package.

The system employs a message passing distributed processing architecture. Messages and commands are passed between the subsystems via the Ethernet cables and via the radio link between the control and payload ends. Each computer has an Internet (IP) address, and uses a hosts data file ('hosts.dat') to find the Internet addresses of the other modules. The network protocol is set up to automatically switch to an all-direct Ethernet configuration, by passing the radios, upon detecting the absence of the radio modems. This was intended as an early developmental configuration, but proved very useful throughout the developmental cycle and later as a valuable demonstration tool.

CONCLUSIONS

UAVs must be designed to be safe and simple to operate, preferably by an individual soldier, policeman, fireman, or another civilian user. We need small VTOL UAVs can be used in urban environments and open ground environments to perform surveillance, gather sensor data to detect and locate ground troops, weapon systems and electronic equipments. The current state of the art in UAV design and payload development supports armies, law enforcement agencies, but another organizations for environmental supervision, border patrol, wildlife & forest inspection, etc.

In Hungary - in a small country - this type of UAVs is more cheaper, than big systems, more suitable for civilian and military users, not only in war, in operations other than war, in catastrophe situations but in peacetime too. The commercial and military electronics markets are driving down the size and cost of the sensors and subsystems. These systems would be deployed better video cameras, FLIRs, RF modules, low weight components to provide modern digital signal processing and communications.

We need new UAV development program. We need study experiences of foreign countries, our experiences of development Hungarian UAV Soyka and make a new conception - in my opinion - a similar to Cypher concept. If some organization works in cooperation, then the development will be available at reasonable cost.

REFERENCES

- [1] Ed. Sara WADDINGTON: Shephard's Unmanned Vehicles Handbook 2000. The Shephard Press, Burnham, England 1999. ISSN 1365-6546
- [2] MURPHY D, CYCON J: Applications for mini VTOL UAV for law enforcement. <http://www.nosc.mil/robots/pubs/spie3577.pdf>
- [3] HOA G. Nguyen, WILLIAM C. Marsh and W. DALE BRYAN: Virtual Systems: Aspects of the Air-Mobile Ground Security and Surveillance System Prototype. <http://www.nosc.mil/robots/air/amgsss/virtual.html>
- [4] MCMICHAEL J. M. – FRANCIS M. S.: Micro Air Vehicles - Toward a New Dimension in Flight. http://www.darpa.mil/tto/mav/mav_auvsi.htm
- [5] KNOWLES J.:EW and UAVs: Payloads That Pay Off.. Journal of Electronic Defense, July 1996. Vol. 19, No.7 34–43 pp.
- [6] Marines Award Sikorsky Aircraft CYPHER II Contract. <http://www.sikorsky.com/news/news/current/page10.html>
- [7] László VÁNYA: Unmanned Air Vehicles - Commander's Eyes and Arms in the Information Age. In: The Challenge of Next Millennium on Hungarian Aeronautical Sciences. eR-GROUP, Budapest, Hungary 1999. 91–100 pp.

A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐ ESZKÖZÖK ALKALMAZÁSA ELEKTRONIKAI FELDERÍTÉSI FELADATOKRA

**Marton Csaba doktorandusz hallgató
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Vezetés- és Szervezéstudományi Kar
Elektronikai hadviselés tanszék**

A NATO új stratégiai elgondolásában a válságok kezelésében és a konfliktusok megelőzésében jelölte meg az elkövetkező évek egyik legfontosabb feladatát. A válságok kezeléséhez elengedhetetlenül szükségesek a hiteles és időszerű információk megszerzése, mely alapján megfelelő döntések hozhatók. A pilóta nélküli repülőeszközök kiválóan alkalmasak méretüknél, kialakításuknál, sokszínűségükénél fogva széles spektrumú, nagy mobilitású felderítési feladatok végrehajtására. A pilóta nélküli repülő eszközök alkalmazásának jelentősége egyre nő, mivel a földi telepítésű felderítő eszközök hatótávolsága a terep függvényében erősen korlátozott, továbbá a felderítő repülőgépek folyamatos alkalmazása magas költségekkel jár.

BEVEZETŐ

Az elektronikai felderítés az elmúlt években példátlan méretű fejlődésen ment át. Az elektronikai felderítés eszközeivel megszerzett időszerű információk jelentősége a parancsnokok és törzsek számára felértékelődött, ugyanis egyre kevesebb idő áll rendelkezésre a döntések előkészítésére, illetve meghozatalára. Alapvető jelentőségű a szembenálló félről minél több, és minél pontosabb adatok megszerzése az elektromágneses spektrum teljes tartományában.

Ezen információk megszerzése céljából pilótanélküli repülőgép rendszereket alkalmazhatunk, melyek a parancsnokok igényei alapján a megfelelő feladatokra rövid időn belül felkészíthetők, ugyanakkor napjaink háborúi is bebizonyították, hogy az emberi élet mindennél értékesebbé vált.

A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK RÖVID TÖRTÉNETE

A pilóta nélküli repülő eszközök megjelenése az USA-ban azután kezdődött, hogy a Wright testvérek 1903-ban végrehajtották az első repülésüket. 1917-ben a

Szárazföldi Haderő Híradó Szolgálatát megépítette a Kettering Bug kétfedelű pilóta nélküli repülő eszközt, amely már képes volt egy bomba szállítására.

A pilóta nélküli repülő eszközök felderítésre történő alkalmazása 1939-re vezethető vissza. Ebben az évben a Rechlinben lévő repülőkísérleti terepen tesztelték egy kamerával felszerelt repülőeszközt.

A második világháborút követően USA hadsereg lögyakorlatainak végrehajtása céljából nagy számban állított rendszerbe pilóta nélküli repülő eszközöket. Ezt követően az 50-es években kezdték meg a felderítő, illetve fegyverrel felszerelt repülő eszközök fejlesztését.

A felderítési feladatokra felkészített pilóta nélküli repülő eszköz programot USA-ban, a 1960-as években ismét elő vették. Az USA repülőgépipara felkarolta az ügyet és a vietnámi hadszíntér vált a pilóta nélküli repülő eszközök kifejlesztésének próba területévé. A háború során a MODEL—147 nevű pilóta nélküli repülő eszköz 28 különböző változatát fejlesztették ki.

A 70-es években Izrael az élőerő megóvása céljából nagy figyelmet fordított a pilóta nélküli repülő eszközök kifejlesztésére és rendszerbe állítására.

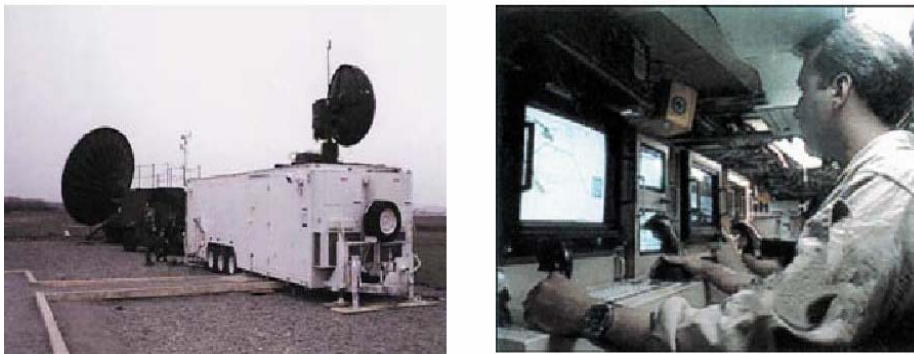
Az Öböl háborút követően az USA-ban a nagyütemű fejlesztési programok indultak meg a légi felderítési hivatal vezetésével. A harcászati feladatok céljából az Outrider programot, a hadműveleti feladatok ellátására pedig a Predator programot kezdték meg. A Predator pilóta nélküli repülő eszköz rendszer a délszláv konfliktus idején képes volt a felderítési zónába való kiérkezés után reálidejű képi információt szolgáltatni az összefegyvernemi parancsnok számára.

A 90-es évek végétől megkezdődtek a pilóta nélküli repülő eszközök miniatürizálását célzó programok, úgynevezett "mikró UAV" kifejlesztése. Ezen repülő eszközök már egy tenyérben is elférnek. A repülőeszközbe beépítették a fedélzeti repülésvezérlő rendszert, a szervomotorokat, parancsvevő berendezést, vevőantennát és egy videokamerát.

A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZ KOMPLEXUM FELÉPÍTÉSE

A pilóta nélküli repülőeszköz komplexum alapvetően földi alrendszerből és a légi alrendszerből áll.

A **földi alrendszer** biztosítja a légi alrendszer repülési útvonalának és feladatának megtervezését, repülésének irányítását, a légi alrendszertől beérkező adatok feldolgozását, kiértékelését és jelentését. (1. ábra)



1. ábra
Földi alrendszer főbb elemei

A **légi alrendszer** alapvetően a különböző típusú pilóta nélküli repülőeszközökből és a feladatnak megfelelő hasznos terhekből áll.

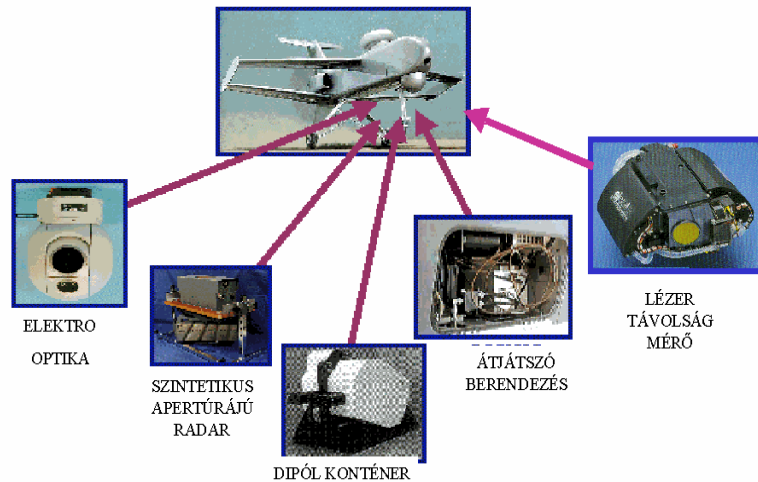
A szakirodalom különböző megközelítésből osztályozza a pilóta nélküli repülő eszközöket. A repülő eszközök aerodinamikai kialakításuk, hatósugaruk, repülési magasságuk, repülési időtartamuk szerinti osztályozását a 1. táblázat mutatja. [3]

Hatósugár szerint	közei (30 km-ig)	Kis (30-150 km)	Közepes (150-650 km)	Nagy (650 km felett)
Repülési magasság szerint	Kis		közepes	Nagy
Repülési idő szerint	Harcászati (24 óra alatt)			Hadműveleti (24 óra felett)
Aerodinamikai kialakításuk szerint	merevszárnyú légcsővel meghajtással	Merevszárnyú sugárhajtással	lebegő forgószárnyú	kikötött forgószárny meghajtású

1. táblázat
A pilóta nélküli repülő eszközök osztályozása

A pilóta nélküli repülő eszközre a feladat függvényében szerelhető hasznos terhek (2. ábra) a következők lehetnek:

- elektro-optikai kamerák;
- rádió és rádiótechnikai felderítő vevők;
- rádiólokációs mozgó- és álló cél felderítő berendezések;
- vegyi-, és sugárfelderítő érzékelők stb.



2. ábra

A pilóta nélküli repülő eszközökre szerelhető hasznos terhek

A pilóta nélküli repülő eszközök modulrendszerű elemekből állnak, kis rádiólokációs visszaverő felülettel rendelkeznek, hajtóműveik zajszintje, illetve infra kisugárzása jelentéktelen. A kis hajtóművek ellenére jó repülési, manőverezési tulajdonságokkal rendelkeznek. A repülő eszközök 50–7000 m-ig terjedő magasság tartományban repülhetnek, repülési sebessége viszonylag kicsi, minimum 70 km/h, max. 800 km/h.

A pilóta nélküli repülő eszközöket — modulrendszerükből adódóan — az elvégezendő feladat jellegének megfelelően különböző fedélzeti berendezésekkel, konténerekkel, eszközökkel szerelhetik fel. Az sem elhanyagolható szempont, hogy alkalmazásuk során emberi élet nincs közvetlenül veszélyeztetve.

A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

A pilóta nélküli repülő eszközöket felkészíthetők támogató, csapásmérési és felderítési feladatokra, amelyek az alábbiak lehetnek:

— Támogató feladatok:

- átjátszó állomásként történő üzemeltetés;
- elektronikai megtévesztés;

- röplapok kiszórása;
 - célok lézerrel történő megvilágítása;
 - digitálistérképekhez adatok gyűjtése.
- Harci feladatok:
- csapásmérés;
 - rádió és rádiólokációs zavarás;
 - érzékelők és egyszeri felhasználású zavaróadók a meghatározott területre történő kijuttatása.
- Felderítési feladatok:
- elektro-optikai felvételek készítése éjjel és nappal;
 - rádió és rádiótechnikai felderítés;
 - rádiólokációs mozgó-, és álló cél felderítés;
 - vegyi-, és sugárfelderítés.

A TÁMOGATÓ FELADATOK közül a legjellemzőbb, hogy a pilóta nélküli repülőeszközöket elektronikai megtévesztési feladatokra alkalmazzák.

A pilóta nélküli repülő eszközöket olyan szögviszazverőkkel is felszerelhetik, amelyek egy a valós repülőgép visszaverő felületének felelnek meg. Ezzel a megtévesztő tevékenységgel aktivizálhatják a szemben álló fél légvédelmét, ezáltal leköthetik a szemben álló fél légvédelmének korai előrejelző kapacitását. Így a szemben álló fél légvédelmének határfoka jelentős mértékben csökkenhet.

A HARCIL FELADATOK közül az egyik legjellemzőbb, hogy a pilóta nélküli repülőeszközöket rádió és rádiólokációs zavaró konténerekkel szerelik fel.

A pilótánélküli repülőeszközökre felszerelt zavaró berendezések hatékonyabban alkalmazhatók zavarási feladatra, mint a földi zavaróállomások. Ennek oka kettős: Egyik az elektronikai zavaróeszközök közelebb vihetők a zavarandó objektumhoz. A másik ok, hogy nem érvényesül a föld csillapító hatása, ezért a zavaróadó teljesítménye lényegesen csökkenthető. A pilótánélküli repülőeszközt a földi irányító állomás kivezeti a szemben álló fél területe fölé, és a felszerelt zavaró berendezésével önállóan oldja meg feladatát, vagyis a vett jelre (rádió, rádiólokátor adás esetén) egyszerre kiváltja a zavart.

A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK ALKALMAZÁSA FELDERÍTÉSI FELADATOKRA

Az elektronikai felderítés az elmúlt években példátlan méretű fejlődésen ment át. Az elektronikai felderítés eszközeivel megszerzett időszerű információk jelentősége a parancsnokok és törzsek számára felértékelődött, ugyanis egyre kevesebb idő áll rendelkezésre a döntések előkészítésére, illetve meghozatalára. Alapvető jelentőségű

a szembenálló félről minél több, és minél pontosabb adatok megszerzése az elektromágneses spektrum teljes tartományában. Elektronikai felderítési feladatokra felkészített pilóta nélküli repülő eszközök időszerű és megbízható információkat szolgáltathatnak békében, nem háborús és háborús katonai műveletekben.

ELEKTRO-OPTIKAI FELDERÍTÉS

A TV KAMERÁVAL FELSZERELT pilóta nélküli repülő eszközök órákon keresztül éjjel-nappal képesek "valós idejű" adatokat és képeket szolgáltatni az ellenséges területről és objektumokról. A pilóta nélküli repülő eszköz hasznos terhe lehet egy girostabilizált kisméretű állványra szerelt gumioptikás TV kamera. A gumioptika átfogása 15:1, így a látásszög $48^\circ \times 37^\circ$ -tól $3,4^\circ \times 2,5^\circ$ -ig állítható be. Ez azt jelenti, hogy a legkisebb látásszög esetén a leképezett terület nagysága mintegy 40x50 m-es. A kamera gumioptikája 4 másodperc alatt képes az egyik szélső állásból a másikba áttérni. [1]

A földi állomásra a TV kép lejuttatása mikrohullámú rádió felhasználásával történik. A kiválasztott képkivágásokat a földi állomáson rögzítik és továbbíthatják a felhasználókhoz.

A pilóta nélküli repülő eszközt INFRAVÖRÖS VONALAS LETAPOGATÓVAL felszerelve a földfelszínről nappal és éjszaka megfelelő minőségű információkhoz juthatunk. Az infravörös vonalas letapogató 8-12 mikrométeres tartományban tapogatja le a földfelszínt a repülő eszközök repülési irányával merőlegesen. Az infravörös letapogató a cél által kisugárzott hőt érzékeli.

A korszerű felderítő pilóta nélküli repülő eszközöknél az elektrooptikai és infravörös szenzorok egy kompakt hasznos teherbe építik be. Így ezeket a látási és fény viszonyoknak megfelelően kombináltan alkalmazzák.

A FÉNYKÉP FELVÉTELEK készítésénél a pilóta nélküli repülő eszköz előre beprogramozott útvonalon repül a szemben álló fél területe felett és fényképezőgéppel felvételeket készít a felderítendő területről.

RÁDIÓLOKÁCIÓS MOZGÓ-, ÉS ÁLLÓCÉL FELDERÍTÉS

A földi mozgó cél felderítő lokátorral ellátott pilóta nélküli repülő eszközök biztosítják a mozgásban levő oszlopok és egyes páncélozott célok, valamint a vízfelszín feletti célok felderítését és a megszerzett adatok visszasugárzását a földi irányító állomásra.

Az állócéllal felderítő lokátorral felszerelt pilóta nélküli repülő eszköz képes az álló földi és vízfelszíni objektumok, illetve a terep felderítését végrehajtani.

A feladatok ellátására alkalmazhatók a pilóta nélküli repülő eszközre felszerelhetők szintetikus aperturájú radarok, amelyet kiegészítenek mozgó tárgy kiválasztó rendszerrel is. A szintetikus aperturájú radarok bármely időjárási körülmények között, nappal és éjszaka egyaránt megbízható felderítési adatokat szolgáltatnak. A szintetikus aperturájú radarok 3 és 10 m közötti felbontóképességgel rendelkeznek, de már 15 cm-es pontosságú eszközöket is tesztelnek.

RÁDIÓ-, ÉS RÁDIÓTECHNIKAI FELDERÍTÉS

A rádiófelderítő eszközzel felszerelt a pilóta nélküli repülőeszközzel lehetőség nyílik a szemben álló fél működő rádióállomásának felderítésére, megfigyelésére és harcászati paramétereinek meghatározására.

A rádió és rádiótechnikai felderítésre felkészített pilóta nélküli repülő eszköz alkalmazása kétféle módon történhet: Az egyik módszer, ha a pilóta nélküli repülő eszköz a felderített információt „valós időben” visszasugározza a földi irányítóállomásra. E módszernek az előnye a pontos és időszerű információ biztosítása.

A másik módszernél a pilóta nélküli eszköz fedélzeti számítógépébe előre beprogramozzák a repülési útvonalat, ekkor a felderített információkat a fedélzeti számítógép tárolja. A pilóta nélküli repülő eszköz landolása után a számítógépben rögzített adatokat feldolgozzák, kiértékelik.

VEGYI- ÉS SUGÁRFELDERÍTÉS

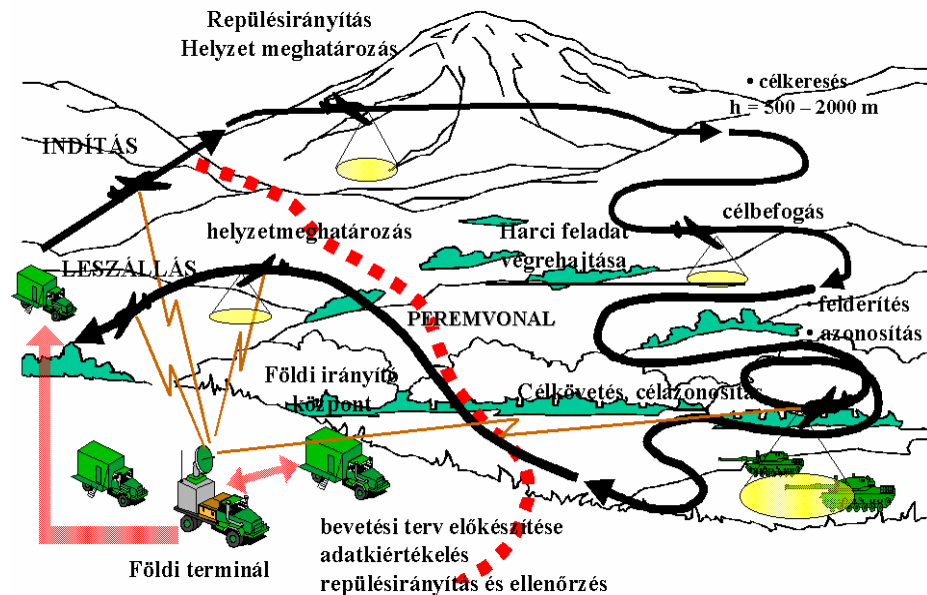
A pilóta nélküli repülő eszközöket vegyi- és sugárfelderítésre alkalmazható hasznos teherrel felszerelve a szennyezett terület légterében manőverezve hatékonyan képesek meghatározni annak területi kiterjedését, a szennyezettség mértékét. Mintát véve a levegőből a hasznos teher képes azt analizálni és „valós időben” a földi irányító állomásra továbbítani.

A Pioneer típusú pilóta nélküli repülő eszközre telepíthető vegyi és sugárfelderítő konténer nagy távolságból képes a vegyi anyagok érzékelésére. Az érzékelő az elektromágneses spektrum 8-12 mikronos tartományban működő passzív infravörös eszköz, amely 4-8 km távolságból észleli az idegműködésre ható, illetve hólyaghúzó vegyi anyagokat. [3]

A PILÓTANÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK ALKALMAZÁSI FOLYAMATA

A pilótanélküli repülő eszköz rendszer felderítésre történő alkalmazása egy komplex tevékenységi folyamat összessége, amely következő elemekből állhat:

- pilóta nélküli repülő eszköz repülési útvonalának és feladatának megtervezése;
- pilóta nélküli repülő eszköz feladatra történő felkészítése;
 - A feladatnak megfelelő a hasznos teher (elektrooptikai felderítő érzékelők, zavaróadók, rádiolokátor, stb.) felszerelése és a repülő eszközre;
 - A pilóta nélküli repülő eszköz repüléséhez szükséges adatok beprogramozása (repülési útvonal, magasság, stb.);



3. ábra

A pilóta nélküli repülőeszköz alkalmazásának folyamata

- pilóta nélküli repülő eszköz indítása;
- pilóta nélküli repülő eszköz kirepülése a feladat végrehajtás légterébe (autonóm, távirányítással);

- pilóta nélküli repülő eszköz harci feladat végrehajtás:
 - célkeresés;
 - cél azonosítás;
 - célkövetés;
 - felderítési adatok továbbítása a földi irányító állomásra.
 - A földi állomáson a felderítési adatok vétele és feldolgozása, jelentése;
 - repülő eszköz visszatérése a meghatározott leszállási körzetbe;
 - repülő eszköz leszállása.
- A pilóta nélküli repülő eszköz alkalmazásának folyamata a 3. ábrán látható.

A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK TOVÁBBFEJLESZTÉSÉNEK IRÁNYAI

A csúcstechnológia alkalmazásával és technika fejlődésével tovább korszerűsödnek a pilóta nélküli repülő eszköz rendszerek. A felderítő pilóta nélküli repülő eszközök rendszerek fejlesztésénél, az alábbi főbb tendenciákat figyelhetjük meg:

- pilóta nélküli repülő eszközök sebezhetőségének, felderíthetőségének csökkentése;
- hasznos terhek időjárás- és napszakfüggőségének csökkentése;
- hasznos terhek technikai paramétereinek javítása, illetve újjak kifejlesztése;
- a pilóta nélküli repülő eszköz rendszer híradó rendszerének tovább fejlesztése;
- felderítési információk széleskörű felhasználhatóságának megteremtése.

A pilóta nélküli repülő eszköz komplexum távirányítási rendszerének fejlesztésénél várhatóan nagy előrelépést fog jelenteni a többsoros aktív antenna rendszerek alkalmazása. Az új típusú antennával a repülő eszköz és a földi irányító állomás közötti összeköttetés egy antenna rendszerrel is megoldható.

Többsoros aktív antennarendszer jellemzői:

- sík antenna felület;
- optimális méret és súly kialakítás ;
- többsoros független sugárnyalábok;
- gyors elektronikus sugárnyaláb vezérlés;
- szélessávú üzemmód (5 GHz);
- üzemi frekvencia X/Ku sáv.

ÖSSZEGZÉS

A technika rohamos fejlődése megnövelte az alegységek, egységek mozgékony-ságát és fegyvereik alkalmazhatóságának hatótávolságát, ezért a valós idejű in-formáció szerepe is felértékelődött.

A pilóta nélküli repülő eszközök alkalmazására a sokszínűség jellemző, egyre több feladat ellátására lesznek képesek. Nem elhanyagolható tényező, hogy az elektronikai felderítésben a pilóta nélküli repülő eszközök egyre nagyobb szerepet kapnak.

A pilóta nélküli repülő eszközökkel folytatott felderítő tevékenység nagyban elősegíti a parancsnokok munkáját, mivel a szembenálló félről pontos, időszerű adatokat szolgáltatnak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DR. MAKKAY Imre – VÁNYA László: Harcászati-hadműveleti pilótánélküli repülő eszközök az elektronikai hadviselés eszközei légi hordozókon ZMNE Egyetemi közlemények, 1999.
- [2] MARTON Csaba fhdgy.: Idegen hadseregek pilótánélküli repülőeszközei és harci alkalmazásuk, az ellenük vívandó rádióelektronikai harc összetevői, lehetőségei. Szakdolgozat, ZMKA, 1992.
- [3] Pilóta nélküli felderítő repülő eszközök. Haditechnikai Intézet, Haditechnika füzetek 1 sz. 1999.

**„H” SZEKCIÓ
HELIKOPTEREK ÉS HELIKOPTER
ROTORLAPÁTOK DINAMIKÁJA**

A SZEKCIÓ ELNÖKE: GAUSZ TAMÁS

TÁRSELNÖK: BÉKÉSI LÁSZLÓ

AZ AERODINAMIKA NUMERIKUS MÓDSZEREI

Dr. (PhD) Gausz Tamás

egyetemi docens

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Repülőgépek és Hajók Tanszék

A cikk az aerodinamika két, előzetes vizsgálatra alkalmas numerikus módszerét mutatja be: a lamináris áramlásokra vonatkozó Navier–Stokes egyenlet, másképpen az örvény-transzport egyenlet véges differenciákon alapuló megoldását és a potenciálmélet véges szárnyakra érvényes, alkalmazott örvény elméletét.

BEVEZETÉS

Az aerodinamika feladatainak zárt alakú megoldása igen kevés esetben létezik csak, ezért egyre nagyobb mértékben terjednek a numerikus módszerek. E módszerek sokfélesége a felhasználók sokféle igényét tükrözi. Jelen cikk, illetve munka célja egy átfogó kép felvázolása és utána két, konkrét, egyszerűnek tekinthető módszer bemutatása. E két módszer egyébként az oktatásban is jól alkalmazható — ezt a cikk mellett kifejlesztett bemutató szoftverek szépen illusztrálják.

Az aerodinamika legegyszerűbb feladatai az X , Y Banach terek közötti leképezést jelentő $L : X \rightarrow Y$ lineáris operátor korrekt kitűzésű feladataira vezethetők vissza.

E feladat-típus megoldására alapvetően két út kínálkozik. Az első lehetőség az, amikor az operátor átírásával az eredetileg végtelen dimenziós feladatot véges dimenziós feladattal közelítjük, azaz a problémát diszkretizáljuk — ez vezet, pl. a véges differenciák módszeréhez:

$$L_n : X_n \rightarrow Y_n, \quad \text{másképpen: } L_n X_n = Y_n \quad .$$

A véges differenciák módszerében a közelítő megoldás (X_n) explicit vagy implicit eljárással számítható ki — az általunk is alkalmazott implicit eljárás inhomogén, lineáris algebrai egyenletrendszer iterációs megoldásához vezet, az

így alakuló sorozat Cauchy konvergens — ez, a fenti feltételekkel együtt biztosítja azt, hogy a közelítő megoldás a tényleges megoldáshoz konvergál.

A másik lehetőség a megoldás approximációja. Ebbe az osztályba sorolható a perem-integrál egyenletek módszere, melyre az alkalmazott örvény-elmélet épül. Csak megjegyezzük, hogy ebbe az osztályba tartozik — több más módszerrel együtt — a véges elemek módszere is. A vizsgálatunk a Poisson egyenletre vonatkozik, ennek a repülőgépszárny körüli áramlást leíró megoldását közelíthetjük a Biot–Savart törvény alapján:

$$\mathbf{w} = \frac{\Gamma}{4\pi} \int_s \frac{d\mathbf{s} \times \mathbf{r}}{r^3} \quad (1)$$

E módszer rendkívüli előnye, hogy a számolást véges számú (ellenőrző) pontra alapozva a szárny körüli, teljes háromdimenziós térben érvényes megoldásra jutunk.

AZ ÖRVÉNY-TRANSPORT EGYENLET

Az örvénytransport egyenletet a Navier–Stokes egyenlet összenyomhatatlan közeg lamináris áramlásra érvényes alakjából származtathatjuk, Az egyenletet „Helmholtz általánosított örvény tételé”-nek is nevezik. A továbbiakban síkáramlást vizsgálunk, az egyenletek a következők:

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} = \frac{1}{\nu} \left(\frac{\partial \psi}{\partial y} \frac{\partial \omega}{\partial x} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial \omega}{\partial y} \right) \quad (2)$$

és:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -\omega \quad (3)$$

ahol:

$$\psi \text{ — az áramfüggvény, és: } \frac{\partial \psi}{\partial y} = c_x, \text{ illetve: } \frac{\partial \psi}{\partial x} = -c_y ;$$

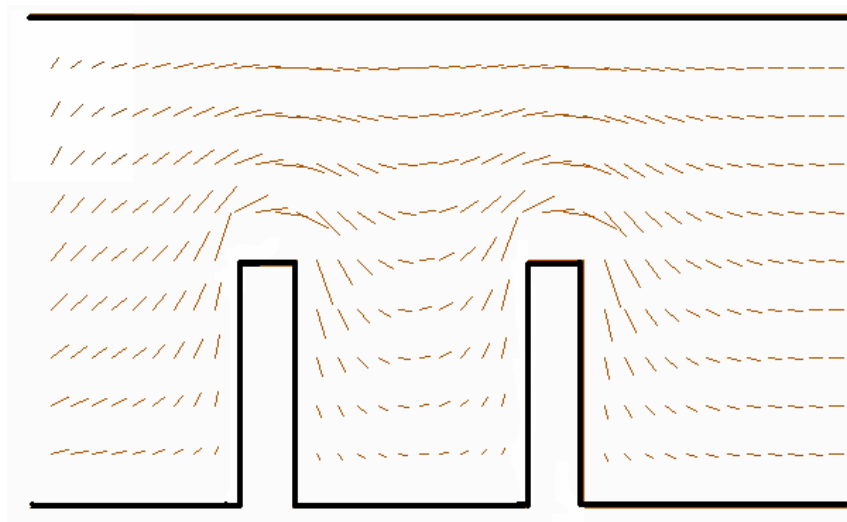
ω — az örvényesség, és:
$$\omega = -\frac{\partial c_x}{\partial y} + \frac{\partial c_y}{\partial x} .$$

A fenti két egyenletből az áramfüggvény és az örvényesség általában numerikus úton határozható meg. A (3) egyenletben véges differencia módszerrel történő megoldást mutatunk be. Mindkét egyenletnél a másodrendű, elliptikus, parciális differenciálegyenleteknél általánosnak tekinthető relaxációs módszert használjuk.

A feladatokat célszerű dimenziótlanítani — ekkor a (2) egyenletben megjelenik a Reynolds szám. Megmutatható, hogy az alapeljárás 2-es cella Reynolds számig stabil, e felett a számoláskor keletkező numerikus hibák rohamos növekedése miatt nem működik.

Ezt a hátrányt kiküszöbölendő vezetjük be az egyszerű relaxáció helyett a Newton féle, általánosított iterációs eljárást. Az ilyen módon továbbfejlesztett eljárás 110-es globális Reynolds szám helyett kb. 3000 Re számig (numerikusan) stabil de csak kb. 2000-es Re számig ad fizikailag reális megoldást.

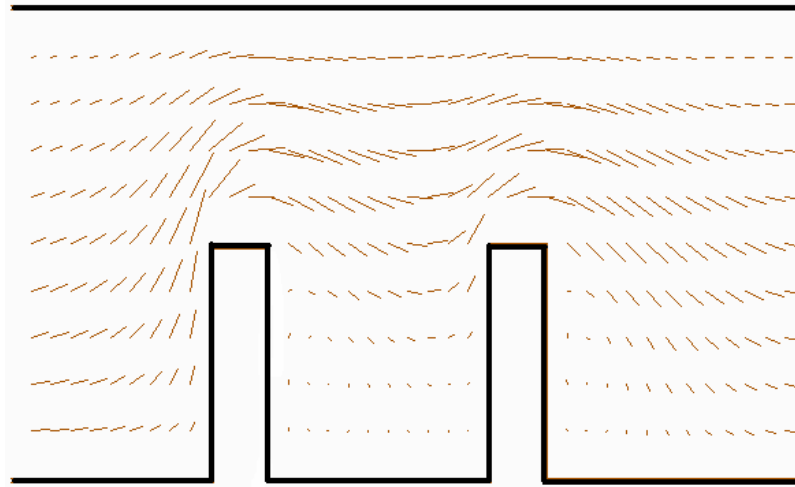
A következőkben néhány számítás eredményét mutatjuk be, az egymás után következő ábrák a Reynolds szám növekedésével a sűrűlódás egyre jobban kidomborodó hatását reprezentálják.



1. ábra
Áramlási kép ideális közeg esetén

Az ideális közeg áramlása "tökéletesen" követi az akadályok kontúrját, ez a fajta áramkép általában — szemmel láthatóan — messze esik a valóságtól, csak rendkívül lassú, kúszó áramlások esetében van realitása. Más esetekben, amikor

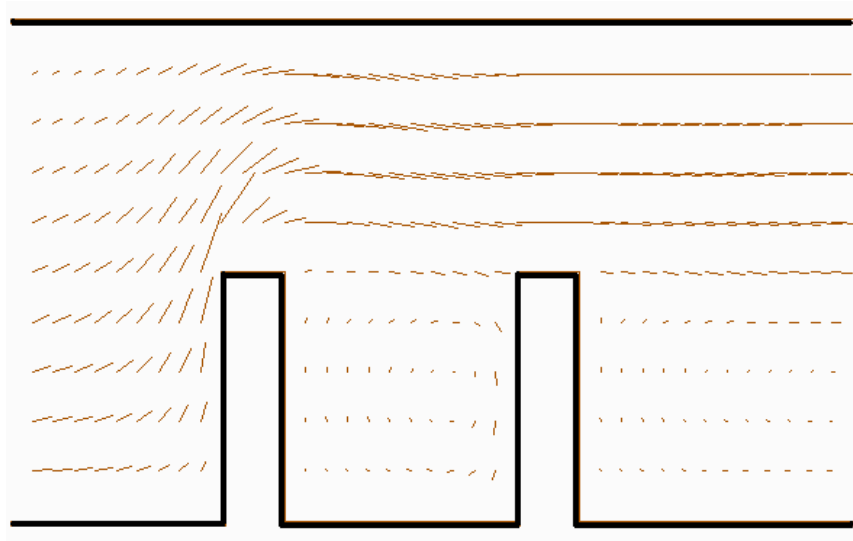
pl. áramvonalas testek körüli áramlást vizsgálunk (általában, amikor a súrlódás hatása nem jelentős) ez a fajta közelítés is jó eredményekre vezet.



2. ábra

Áramlási kép 100-as Reynolds számnál

Az ábrán látható, 100-as Reynolds számnál kialakuló áramlási képen az akadályok mögött két, kisebb örvény látható. Ez is igen lassú áramlást jelent még ugyan, de az 1-es ábrával összehasonlítva látszik a minőségi különbség: ideális közeg esetén az örvény-képződés teljesen elmarad.



3. ábra

Áramlási kép 800-as Reynolds számnál

A 3. ábra már a valóságban várható áramlási képhez meglehetősen hasonló helyzetet mutat — a két akadály az áramlási teret mintegy lezárja, mindkettő mögött erős örvény alakul ki és a fő áramlás a fennmaradó térben megy végbe.

Az örvény–transzport egyenlet érvényességi köre csak a lamináris áramlásokra terjed ki, így a kapott eredmények is csak meglehetősen lassú áramlásokra igazak, de néhány technikai alkalmazás (pl. labirint tömítés) azért itt is lehetséges. Főként azonban az áramlások kifejlődésének dinamikája mutatható be e program segítségével, ami a numerikus áramlás-modellezés oktatásának egy kiváló lehetősége.

A program egyébként több irányban is tovább fejleszthető, a sebesség-mező alapján nyomás-eloszlási számítások végezhetők, de a számolás turbulens áramlás esetére is kiterjeszthető.

AZ ALKALMAZOTT ÖRVÉNY ELMÉLET

Az alkalmazott örvény elmélet alapja Prandtl, Munk és Weissinger munkája. A Weissinger-féle elmélet alkalmas kis karcsúságú, nyílazott szárnyak vizsgálatára. Igen jelentős korlátja az, hogy a szárnynak egy síkban kell feküdnie — tehát pl. a „V” állás hatása nem vizsgálható vele.

Az alkalmazott örvény elmélet [4] ideális folyadékban (levegőben) működő, tetszőleges alakú illetve elhelyezésű szárny vizsgálatára alkalmas — de a feladatnak lineárisnak kell lennie.

A számításban felvesszünk egy hordozó vonalat, amelyre a hordozó örvényt helyezzük el és felvesszünk egy ellenőrző vonalat, amely mentén az áramlás a szárnyhoz „simul”, azaz az indukált sebesség e vonal minden pontjában olyan, hogy:

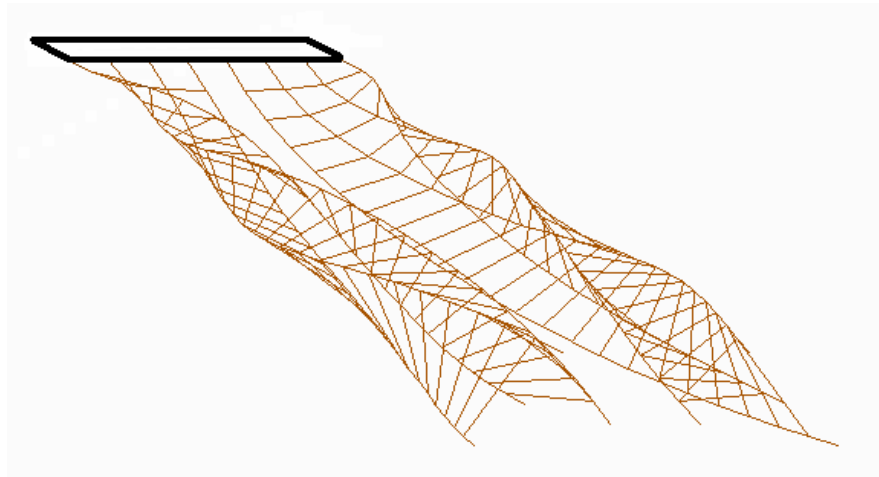
$$\alpha_g = A \tan \left(\frac{w}{V} \right); \quad \text{illetve: } w = V \operatorname{tg}(\alpha_g).$$

Az indukált sebességet a Biot-Savart törvény (2) alapján számíthatjuk. Az indukált sebesség számítása a tényleges szárny adatainak ismeretében egy inhomogén, lineáris algebrai egyenletre vezet, amelyet az alábbi formában írhatunk fel:

$$w_i = \sum_{j=1}^N (\underline{a}_{ij} \Gamma_{j-1} + \underline{b}_{ij} \Gamma_j + \underline{c}_{ij} \Gamma_j) \underline{m}_j;$$

Ezen egyenletből a szárny feletti és a hozzá kapcsolt leúszó cirkuláció kiszámítható, a cirkuláció ismeretében pedig meghatározhatók az elsőfajú (a hordozó örvény keltette) és a másodfajú (a leúszó örvény keltette) indukált sebességek — ez utóbbiak alapján pedig az indukált ellenállás is számítható.

E munkában — tekintettel az oktatási célkitűzésekre — a szárny mögött kialakuló, leúszó örvényt mutatjuk be.



4. ábra

Szárny mögött kialakuló, felcsavarodó örvény

Jelen számítás elve egyszerű: először a kiszámítjuk a szárnyon repülés közben kialakuló hordozó és leúszó cirkulációk rendszerét — egyenes leúszó örvényeket feltételezve. Ezt követi a leúszó örvények felcsavarodásának számítása, a Biot-Savart törvény felhasználásával számítható indukált sebességek alapján. Ez az eljárás így leginkább oktatási célra alkalmas: a „nagy” programok iterációs eljárást használnak, mellyel fokozatosan közelítik a tényleges működési állapotot.

Az ábrán látható kép önmagáért beszél, érdemes azonban egy dologra külön is felhívni a figyelmet. A szárnyvégről induló örvény-szál a leúszó örvény legtávolabbi részén már igen érdekes pozíciót foglal el: a három további örvény-szál között, nagyjából középre kerül. A számítást tovább folytatva (ezt itt nem tüntettük fel) az örvények kaotikus mozgásba kezdenek. Ennek kezelése pedig már csak fejlettebb örvény illetve örvény-mag modellek bevezetésével lehetséges.

TOVÁBBI LEHETŐSÉGEK

A bemutatott módszerek a numerikus aerodinamika legegyszerűbb, legszebb eredményekre vezető eljárásai közül valók. Ilyen, oktatási célra kifejlesztett programot a világ számos intézményében találhatunk. Ezek a programok az aerodinamika alapvető törvényeinek a szemléletes bemutatására valók, lényegi számítást ezekkel csak a vonatkozó korlátok pontos ismeretében, a megfelelő érvényességi tartományban szabad végezni.

A számítógépek teljesítőképessége rohamosan fejlődik, ennek eredményeképpen várható, hogy a „bemutató” programok is egyre jobbak lesznek, eredményeik egyre közelebb kerülnek a valóságos eredményekhez. Várható, hogy egy-egy numerikus szélcsatorna kísérlet eredményei a nagyon szép szemléltetésen túl a gyakorlat számára is hasznos eredményeket szolgáltatnak — pl. egy-egy konkrét repülési helyzet elemzésében, az ott kialakuló áramlási jelenségek, légerők vizsgálatát is lehetővé teszik.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] CONNOR, J.J. – BREBBIA, C. A.: Finite Element Techniques for Fluid Flow Newnes-Butterworths, London, 1976
- [2] FARAGÓ, I. – GÁSPÁR, Cs.: Parciális differenciálegyenletek megoldásának numerikus módszerei, hidrodinamikai alkalmazásokkal, BME Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1983.
- [3] GAUSZ, T.: Alkalmazott örvényelméletek a repülőgép aerodinamikában 12. Magyar Repüléstudományi Napok, Bp-Nyíregyháza, 1999. jún. 2-4 270-279. old.
- [4] GAUSZ, T.: Szárnyprofil, szárny és légszárny vizsgálata BME Repülőgépek és Hajók Tanszék, Budapest, 1995
- [5] HOFFMANN, A.: Numerikus módszerek az áramlástan és a hőtan parciális differenciálegyenleteinek megoldására, Tankönyvkiadó, Budapest, 1978

The article deals with two methods of preliminary numerical aerodynamical calculations: the first method is numerical solution of 2D Navier-Stokes equation for incompressible and laminar flow, or by the other words the solution of the vortex-transport and the continuity equations using finite difference method. The second method is the advanced vortex calculation applied to finite wings.

APPLICATION OF THE MULTIMEDIA DURING TEACHING OF THE HELICOPTER FLIGHT CONTROL

László BÉKÉSI

Senior Lecturer

"Miklós Zrínyi" National Defence University

Faculty of Management and Command

Department of Airframe and Engine

In process of teaching subject of aerodynamics of helicopter understanding the explanation of working of helicopter flight control by drawing them on chalkboard often turns out to be a problem. At the Airframe and Engine Department they succeeded in solution to these problems by multimedia.. This article, through an example by using program Power Point, shows the increasing effectiveness of learning the subject.

INTRODUCTION

Helicopters are the most versatile flying machines in existence today. This versatility gives the pilot complete access to 3-dimensional space in a way that no aircraft can. If you have ever flown in a helicopter you know that its abilities are exhilarating! The amazing flexibility of helicopters means that helicopters can fly almost anywhere. However, it also means that the machines are complicated to fly. The pilot has to think in three dimensions and must use both arms and both legs constantly to keep a helicopter in the air! Piloting a helicopter requires a great deal of training and skill, as well as continuous attention to the machine.

A helicopter can do three things that an aircraft cannot:

- a helicopter can fly backwards;
- the entire aircraft can rotate in the air;
- a helicopter can hover motionless in the air.

ASYMMETRY OF LIFT

Asymmetry of lift is the difference in lift that exists between the advancing half of the rotor disk and the retreating half. It is caused by the fact that in directional

flight the aircraft relative wind is added to the rotational relative wind on the advancing blade, and subtracted on the retreating blade. The blade passing the tail and advancing around the right side of the helicopter has an increasing airspeed which reaches maximum at the 9 o'clock position. As the blade continues, the airspeed reduces to essentially rotational airspeed over the nose of the helicopter. Leaving the nose, the blade airspeed progressively decreases and reaches minimum airspeed at the 3 o'clock position. The blade airspeed then increases progressively and again reaches rotational airspeed as it passes over the tail.

Note the shaded circle in the picture labelled "REVERSE FLOW":

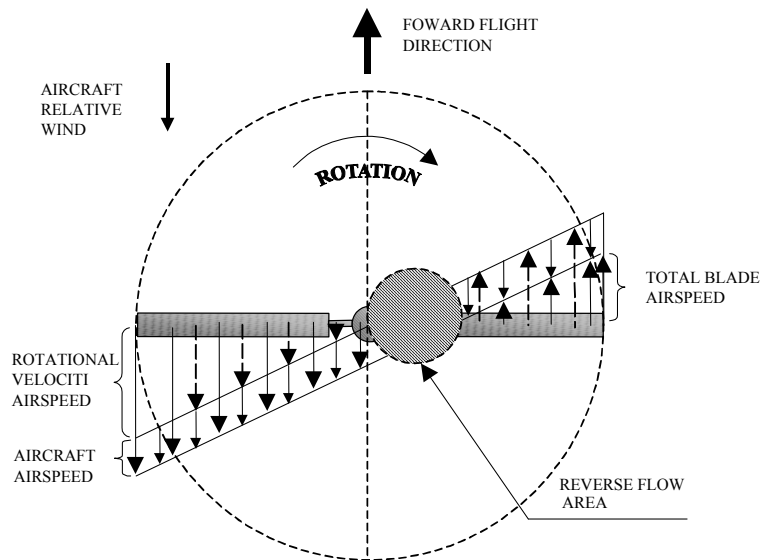


Figure 1.

Since lift increases as the square of the airspeed, a potential lift variation exists between the advancing and retreating sides of the rotor disk. This lift differential must be compensated for, or the helicopter would not be controllable.

To compare the lift of the advancing half of the disk area to the lift of the retreating half, the lift equation can be used. In forward flight, two factors in the lift formula, density ratio and blade area, are the same for both the advancing and retreating blades. The airfoil shape is fixed for a given blade. The only remaining variables are changes in blade angle of attack and blade airspeed. These two variables must compensate for each other during forward flight to overcome asymmetry of lift.

APPLICATION OF THE MULTIMEDIA DURING TEACHING OF THE HELICOPTER FLIGHT CONTROL

Two factors, *rotor RPM* and *aircraft airspeed*, control blade airspeed during flight. Both factors are variable to some degree, but must remain within certain operating limits. Angle of attack remains as the one variable that may be used by the pilot to compensate for asymmetry of lift. The pitch angle of the rotor blades can be varied throughout their range, from flat pitch to the stalling pitch angle, to change angle of attack and to compensate for lift differential.

In a helicopter you can move laterally in any direction or you can rotate 360 degrees. These extra degrees of freedom and the skill you must have to master them is what makes helicopters so exciting, but it also makes them complex. To control a helicopter one hand grasps a control called the **cyclic** which controls the lateral direction of the helicopter (including forward, backward, left and right). The other hand grasps a control called the **collective** which controls the up and down motion of the helicopter (and also controls engine speed). The pilot's feet rest on pedals that control the tail rotor, which allows the helicopter to rotate in either direction on its axis. It takes both hands and both feet to fly a helicopter!

HOW HELICOPTERS FLY

A rotary motion is the easiest way to keep a wing in continuous motion. So you can mount two or more wings on a central shaft and spin the shaft, much like the blades on a ceiling fan. The rotating wings of a helicopter are shaped just like the airfoils of an aircraft wing, but generally the wings on a helicopter's rotor are narrow and thin because they are spinning so fast. The helicopter's rotating wing assembly is normally called the **main rotor**. If you give the main rotor wings a slight angle of attack on the shaft and spin the shaft, the wings will start to develop lift.

In order to spin the shaft with enough force to lift a human being and the vehicle, you need an engine of some sort. Reciprocating gasoline engines and gas turbine engines are the most common types. The engine's drive shaft can connect through a transmission to the main rotor shaft. This arrangement works great until the moment the vehicle leaves the ground. At that moment there is nothing to keep the engine (and therefore the body of the vehicle) from spinning just like the main rotor does. So, in the absence of anything to stop it, the body will spin in an opposite direction to the main rotor. To keep the body from spinning you need to apply a force to it.

The normal way to provide a force to the body of the vehicle is to attach another set of rotating wings to a long boom. These wings are known as the **tail rotor**. The tail rotor produces thrust, just like an aircraft's propeller does. By producing thrust in a sideways direction, counteracting the engine's desire to spin the body, the tail rotor keeps the body of the helicopter from spinning. Normally the tail rotor is driven by a

long drive shaft that runs from the main rotor's transmission back through the tail boom to a small transmission at the tail rotor.

What you end up with is a vehicle that looks something like this:

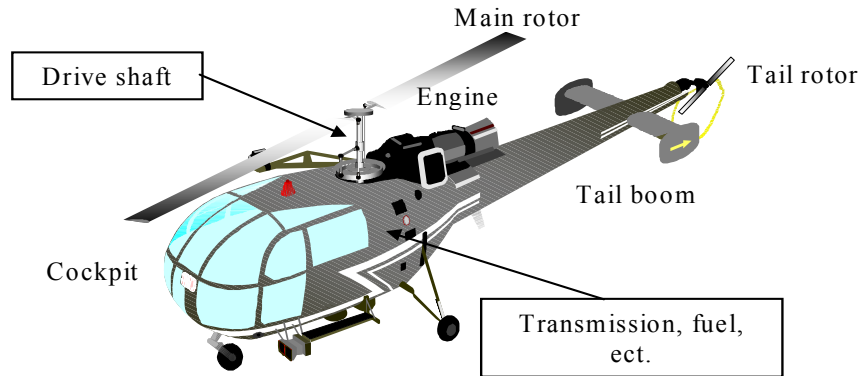


Figure 2.

In order to actually control the machine, both the main rotor and the tail rotor need to be adjustable. The following two sections explain how the adjustment works.

THE TAIL ROTOR

The adjustment of the tail rotor is straightforward — what you want is the ability to change the angle of attack on the tail rotor wings so that you can use the tail rotor to rotate the helicopter on the drive shaft's axis. The pilot has two foot pedals that control the angle of attack.



Figure 3.

THE MAIN ROTOR

A helicopter's main rotor is the most important part of the vehicle. It provides the lift that allows the helicopter to fly and it also provides the control that allows the helicopter to move laterally, make turns and change altitude. To handle all of these tasks, the rotor must first be incredibly strong. It must also be able to adjust the angle of the rotor blades with each revolution of the hub. The adjustment provided by a device called **swash plate assembly**, shown in this photograph:



Figure 4.

The swash plate assembly has two primary roles:

- Under the direction of the **collective** control, the swash plate assembly can change the angle of both blades simultaneously. Doing this increases or decreases the lift that the main rotor supplies to the vehicle, allowing the helicopter to gain or lose altitude.
- Under the direction of the **cyclic** control, the swash plate assembly can change the angle of the blades individually as they revolve. This allows the helicopter to move in any direction around a 360 degree circle, including forward, backward, left and right.

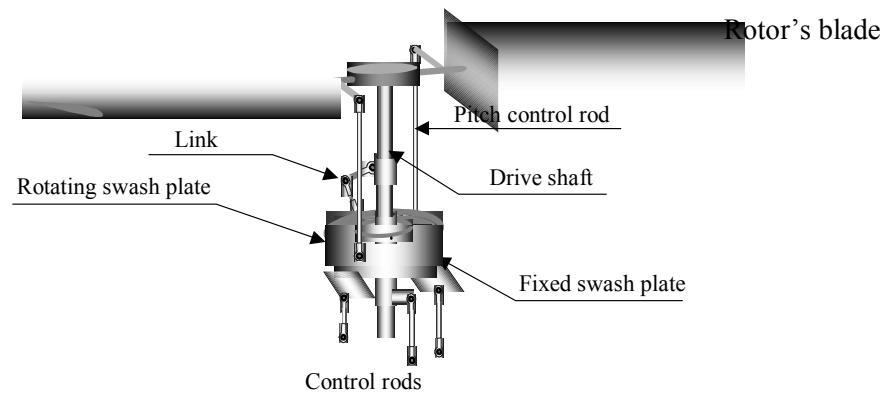


Figure 5.

The swash plate assembly consists of two plates: the fixed and the rotating swash plates. The rotating swash plate rotates with the drive shaft and the rotor's blades because of the links that connect the rotating plate to the drive shaft. The pitch control rods allow the rotating swash plate to change the pitch of the rotor blades. The angle of the fixed swash plate changed by the control rods attached to the fixed swash plate. The fixed plate's control rods are affected by the pilot's input to the cyclic and collective controls. The fixed and rotating swash plates are connected with a set of bearings between the two plates. These bearings allow the rotating swash plate to spin on top of the fixed swash plate. The collective control changes the angle of attack on both blades simultaneously:



Figure 6.

*APPLICATION OF THE MULTIMEDIA DURING TEACHING OF THE HELICOPTER
FLIGHT CONTROL*

The cyclic control tilts the swash plate assembly so that the angle of attack on one side of the helicopter is greater than it is on the other, like this:

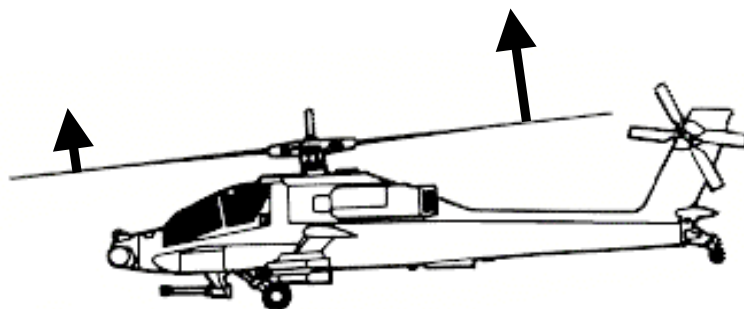


Figure 7.

The following slides created by me help you understand the relationship between the cyclic and collective controls and the swash plate assembly.

In general:

- The collective control raises the entire swash plate assembly as a unit. This has the effect of changing the pitch of both blades simultaneously.

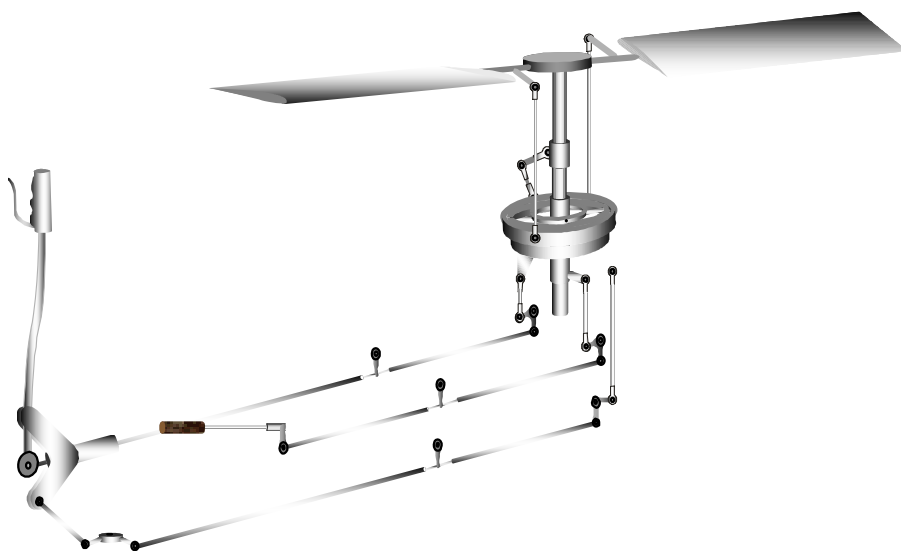


Figure 8.

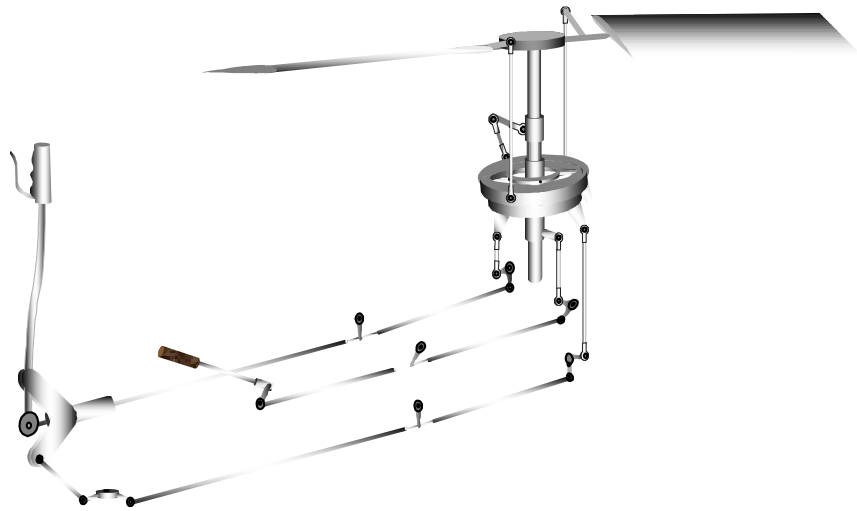


Figure 9.

- The cyclic control pushes one side of the swash plate assembly up or down. This has the effect of changing the pitch of the blades unevenly depending on where they are in the rotation. The result of the cyclic control is that the rotor's wings have a greater angle of attack (and therefore more lift) on one side of the helicopter and a lesser angle of attack (and less lift) on the opposite side. The unbalanced lift causes the helicopter to tip and move laterally.

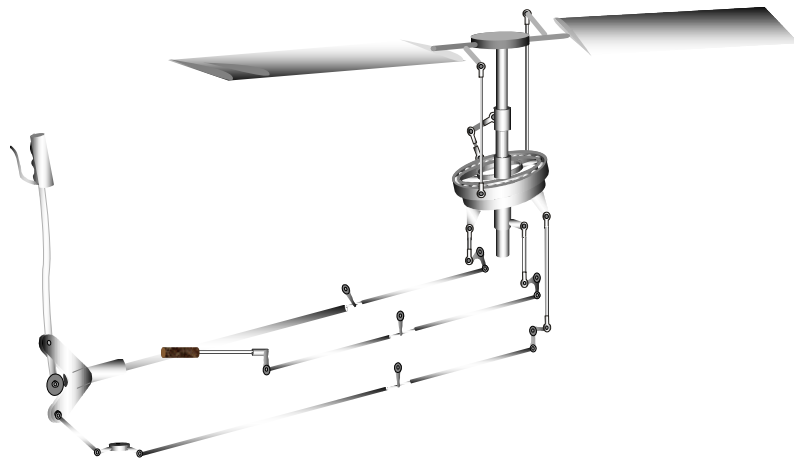


Figure 10.

CONCLUSIONS

The pilot has three major control systems with which to fly the helicopter; the cyclic stick, the collective pitch lever and the rudder pedals. The cyclic stick controls the angle of the main rotor by angling the rotor head to which all the blades are attached. This in turn controls the course that the helicopter follows; effectively pointing the rotors in the desired direction of travel. The collective pitch lever controls the common angle of attack of the main rotor blades, which, in conjunction with the throttle, is used to control the amount of lift generated by the rotor disk. The rudder pedals increase and decrease the amount of power to the tail rotor, which is varied according to the amount of collective lift being applied and manoeuvre of the aircraft being undertaken.

The aim of my lecture read during this conference is to prove the fact with demonstration of slides made by Power Point software that using multimedia the effectiveness of education can be increased.

REFERENCES

- [1] БАЗОВ Д. И. Аэродинамика вертолета, Транспорт, Москва, 1969.
- [2] JOHN Fay, The Helicopter, 3rd edition London, 1976.
- [3] BARNES W. McCormick: Aerodynamics, aeronautics, and flight mechanics, Canada, 1995.
- [4] TÓTH Dezső: Multimédia, LSI Oktatóközpont ISBN 963577168
- [5] RON Masfield: Power Point for Windows 95, Budapest, 1998.
- [6] CH. SPANIK – H. RÜGHEIMER: A multimédia alapjai, Kossuth Könyvkiadó, 1995.
- [7] BÉKÉSI László: A multimédia alkalmazási lehetőségei a helikopter aerodinamika tantárgy elsajátítási hatékonyságának növelésében, Repüléstudományi Közlemények, 1999/1.

„I” SZEKCIÓ LÉGIJÁRMŰVEK ÜZEMELTETÉSE

A SZEKCIÓ ELNÖKE: PETÁK GYÖRGY

TÁRSELNÖK: POKORÁDI LÁSZLÓ

A REPÜLŐ SZAKEMBEREK SZAKISMERETEI ÉS KÉPESSÉGEI IRÁNTI IGÉNY A TECHNIKAI FEJLŐDÉS TÜKRÉBEN

Dr. Peták György
Egyetemi docens
Zrinyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Vezetés- és Szervezéstudományi Kar
Repülő Sárkány-Hajtómű Tanszék

Jelen tanulmányban röviden bemutattam a katonai repülés fejlesztésének a robottehnika felé való nagyon erős orientálódását és ezzel kapcsolatban a repülő szakemberképzésre váró feladatokat.

BEVEZETÉS

Annak ellenére, hogy jelenleg a katonai repülő szakemberképzés nem aktuális téma, mivel a Magyar Honvédség és ezen belül a Légierő jelentős csökkentése van napirenden, szerintem az ország NATO tagsága hamarosan szükségessé fogja tenni megfelelő, korszerű repülő erő fenntartását, ehhez a kor színvonalán kiképzett repülőgép vezetői és technikai állomány biztosítását.

Ennek tükrében szeretnék — a repülőtechnika fejlesztési irányait figyelembe véve — rávilágítani a szakemberek felkészültségével kapcsolatos igényekre, azok indokoltságára.

A REPÜLŐTECHNIKA FEJLŐDÉSE, A SZÁMÍTÓGÉPEK ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSA.

Az elmúlt ötven év alatt a repülés volt az egyik leggyorsabban fejlődő terület, ahol a számítógépek alkalmazása a legszélesebb körben elterjedt. Ma egy korszerű repülőgépen annak minden rendszerét, a rendszerek tevékenységének ös

szehangolását számítógép vezérli. Ezek a működési megbízhatóság biztosítása szempontjából részben önállóan vezérlik a rájuk bízott fedélzeti rendszereket, részben rendszert alkotva képesek meghibásodás esetén átvenni az üzemképtelenné vált vezérlő egység funkcióját. Korszerű vadászpilóta gépen 35–40 számítógép végzi a repülési és harci feladatok végrehajtásának segítségét.

A katonai repülés feladatainak végrehajtásában mind szélesebb körben alkalmaznak pilóta nélküli robotrepülőgépeket. Ezek megjelenése és mind szélesebb körű elterjedése annak tudható be, hogy a fejlett országok közvéleménye nehezen fogadja el a háborúk során előforduló saját katonai személyi veszteségeket.

A második világháború óta, mely óriási katonai és polgári személyi veszteséget okozott nagyon sok kisebb, nagyobb helyi háború folyt. Ezek közül is kiemelkedően nagy személyi veszteségek voltak a koreai és a vietnami háborúkban. Ez nagy hatással volt főleg az amerikai közvéleményre és olyan irányba befolyásolta a katonai felső vezetést, hogy a haditechnikai fejlesztések képesek legyenek jelentősen csökkenteni a személyi veszteségeket. Ennek hatására, a mind magasabb szintű számítógépes programozhatóság segítségével, széleskörű robotrepülőgép programok kerültek kifejlesztésre. Először a felderítő robotrepülőgépek, majd a nagy távolságból indítható csapásmérő szárnyas rakéták jelentek meg és álltak rendszerbe. Most pedig a járőröző csapásmérő robotrepülőgépek és az elfogó vadászpilóta gépek robottechnikával és távirányítással való működtetése van soron.

Természetesen ez nem jelenti azt, hogy már holnap minden bonyolult harci feladatot a robotrepülőgépek fognak végrehajtani, Azonban ezen eszközök mind szélesebb körű fejlesztése, mind több típusának megjelenése, egyre több országban határozott tendenciát mutat.

Az elért eredmények a NATO és az USA saját katonai személyi veszteségei csökkentése terén az elmúlt évek konfliktusaiban jelentősek. Ezt részben a robottechnika, részben az informatika széleskörű alkalmazásával érték el. Csak egyetlen példaként hoznám fel, hogy a koszovói — mintegy három hónapos — légi tevékenység során a harcokban a NATO egyetlen pilótát sem veszített. Ezt részben a felderítő robotrepülőgépek tevékenysége, részben az ellenséges légierő tűzhatás körzetén kívülről indítható levegő–föld típusú rakéták, részben a nagy mennyiségben a Jugoszláv légtér körül járőröző AWACS típusú repülőgépek felderítő, adatközlő rendszere biztosította.

Az eddig elért eredmények azt jósolják, hogy hamarosan széles körben fognak megjelenni „mesterséges intelligenciájú harcosok”, vagyis olyan robot vezérlésű vadászpilóta gépek, melyek teljes mértékben ki tudják váltani a jelenlegieket és pilóta nélkül képesek lesznek a vadászpilóták mindhárom alapvető

feladatát, így a légi célok elfogását és megsemmisítését, a szárazföldi csapatok tűztámogatását, illetve a légi felderítést maradéktalanul elvégezni.

Jelenleg a fejlesztést áttekintő szakirodalom szerint „az önálló fegyverek nagyobb részt kapnak a hadászatban”. Itt teljesen önálló fegyverekről van szó, melyek felszállás után automatikus célkutatást (Automatic Target Recognition ATR) és automata cél elfogást (Automatic Target Acquisition ATA) fognak végezni. A fejlesztők és az alkalmazók közötti vita az ember szerepe körül van. Ténylegesen már vannak eszközök, ilyen például az izraeli „HARPI” amelyik 500km. hatótávolságban képes a célterület felett körözni és a légvédelmi komplexum radarjának bekapcsolása esetén rázuhan a radarra, majd nagy robbanótöltete segítségével megsemmisíti.

A HARPI közös izraeli-amerikai továbbfejlesztése a CUTLASS, amelyik képes vagy a földi irányító pont parancsai, vagy saját felderítés alapján földi, vagy légi célok támadására

Az ember szerepe körüli vita úgy hangzik angolul „has to be man in the loop, or not?” Vagyis benn kell-e legyen az ember a tevékenység irányításában, vagy nem?

A vélemények megoszlanak. Eleinte a fejlesztés és a tökéletesítés stádiumában igen, utána nem. Ezt azzal indokolják, hogy „az ember nagyon lassú a döntéshozatali folyamatban”. Az eszközök fejlesztése arra irányul, hogy az embert kiveszi mind a rávezetési, mind a döntéshozatali folyamatból, bár a jelenlegi alkalmazók még ragaszkodnak hozzá.

Minden esetre a fejlesztés azt mutatja, hogy ha a repülőgépeket irányító állományra nem is lesz szükség, a földi technikai üzemben tartókra annál inkább. Ez azt jelenti, hogy a technikai szakemberképzésben erre kell felkészülni.

A KORSZERŰ VADÁSZ ÉS ROBOTREPÜLŐGÉPEK ÜZEMELTETÉSI, ÜZEMBEN TARTÁSI KÖVETELMÉNYEI ÉS SAJÁTOSSÁGAI AZ ALKALMAZÓ ÉS A FENNTARTÓ SZEMÉLYI ÁLLOMÁNY FELÉ

A robotrepülőgépek üzemeltetés és üzemben tartás szempontjából egy sor újszerű sajátossággal rendelkeznek.

A robotrepülőgépeket üzemeltető, az irányításukat végző „pilóta” ebben az esetben nem repül, hanem csak egy monitor segítségével, mint egy számítógépes játékon hajtja végre a harci feladatát, de ugyanígy végzi a gyakorlatban tartáshoz

szükséges gyakorlásait is. Ez a lehetőség már önmagában óriási költségmegtakarítást tesz lehetővé, mivel jelenleg, béke időszakban a légierő fenntartásának legnagyobb költségét a pilóták kiképzése és folyamatos gyakorlatban tartása okozza.

Ezen kívül a pilóta felé megnyilvánuló magas szintű orvos–egészségügyi követelmények is lényegesen csökkenthetők lesznek, hiszen nem lesz kitéve a repülésből adódó fokozott fizikai igénybevételnek. Szintén lecsökken a pilóta kiképzésének időtartama és költsége a jelenlegihez viszonyítva. Mindez kompenzálhatja a robotot vezérlő földi és űrrendszer kiépítési költségeit. Tulajdonképpen, mivel a már működő GPS rendszer, ami globális telepítésű és a repülőgépek irányításához jelenleg is szükséges, kibővítésével a robotok irányításához nem fog jelentős plusz költséget okozni.

A fő cél, a pilóta életének védelme azonban száz százalékosan megvalósul, mivel a robotrepülőgép irányítása történhet a ma már meglevő védett harcálláspontokról is.

A robotrepülőgépek üzemben tartása szintén jelentősen leegyszerűsödik, ezáltal gazdaságosabbá válik. Ezt az alábbi tények okozzák:

- Csak éles, vagy gyakorló-ellenőrző esetekben kell a repülőgépnek felszállni. Például készültségből, határsértő repülőgép elfogására. Ez lehetővé teszi, hogy a teljes légi flottából, béke időszakban csak a készültségben levő gépek legyenek előkészítve és használva. A többi repülőgép, különböző időtartamra konzervált állapotban lehet, ami biztosítja újszerű állapotuk megóvását, élettartamuk korlátlan növelését.
- Béke időszakban minimális földi kiszolgáló személyzettel üzemben tarthatók, mivel a készültségi gépekre kell csak teljes földi személyzet, a tárolt repülőgépeket csak egy minimális állománnyal kell tárolás alatt ápolni. Magasabb harc készültség esetére magasan képzett szakemberekből tartalékos állományt lehet felkészíteni és hadrendbe állítani. Ezt a feladatot minimális költséggel akár önkéntesekből is ki lehet állítani.
- A robotoknak a haditechnikai fejlődéssel való lépéstartása megfelelő szoftver cserével történik. Ez ma már megoldott a korszerű vadászrepülőgépeknél is. Ez azt jelenti, hogy új, nagyobb hatékonyságú fegyverek megjelenése esetén a robotra az új fegyver lesz függeszthető, irányítása pedig a számítógép programjába bevihető. Ezáltal a robotrepülőgép mindig a lehetséges legkorszerűbb szintet képviseli.

Fentiek alapján az alkalmazó és az üzemben tartó személyi állomány felé az alábbi főbb követelmények jelennek meg.

Az alkalmazó:

- Legyen képes a légi helyzet gyors áttekintésére, ennek alapján gyors, helyes döntés meghozatalára.

- Legyen kreatív. Ismerve a robotrepülőgép és annak fegyverzete manőverezési lehetőségeit legyen képes optimális harcászati manőverek kidolgozására és megvalósítására.
- Ismerje teljes mélységben a robotrepülőgép és a fegyverzet szerkezetét, működését, harcászati lehetőségeit, az ellenséges légi célokat, azok manőverezési lehetőségeit és fegyverzetét.
- Legyen képes huzamos ideig, maximális koncentrálttsággal irányítani a robotot.
- Rendelkezzen magas szintű repülőtechnikai, irányítástechnikai és számítástechnikai képzettséggel az általa vezérelt technikai eszköz minél mélyebb megismerése és alkalmazása érdekében.
- Legyen precíz és jó munkabírási.

Az üzemben tartó:

- Legyen képes a robotrepülőgép, annak rendszerei, azok működése teljes mélységű megismerésére, a repülőgép előkészítésére, karbantartására, javítására.
- Ne csak magas szintű szakmai ismeretekkel rendelkezzen, hanem olyan képességekkel, adottságokkal, melyek alapján biztosítható a mindenkori felelős, precíz munkavégzés.
- Vezető technikai munkakörben, rendelkezzen felsőfokú repülőtechnikai, számítástechnikai, irányítástechnikai végzettséggel.
- Beosztott technikai munkakörben, rendelkezzen középszintű repülőtechnikai, számítástechnikai, irányítástechnikai végzettséggel.

A legtöbb ember el tudja sajátítani a munkavégzéshez szükséges ismereteket. Azonban a repülőtechnika kiszolgálásánál, különösen akkor, ha annak levegőben történő viselkedését a pilóta már közvetlenül nem érzékeli, csak olyan emberekre lehet bízni, akik precízek, a munkában lelkiismeretesek, nem siklanak el a legkisebb rendellenesség felett sem.

Ezért a szakmai kiképzést meg kell előzze egy képesség vizsgálat, ami kiszűri a felületes, rossz koncentráló képességgel rendelkező, esetleg hanyag jelölteket. Ennek nagy jelentősége lenne már ma is, hiszen a pilóta által vezetett repülőgépek vonatkozásában a lelkiismeretes, precíz munkavégzés ugyanilyen fontos. Azonban részben a szakmai követelmények nem kellő érvényesítése, részben a jelentkezők nem kellő száma és képzettsége a szakmai alkalmassági vizsgálat munkapszichológiai részét háttérbe szorította.

A repülés most is, a jövőben is veszélyes üzem. Ezen a területen csak a munkájukat legjobban, legnagyobb felelősségérzettel, legszakszerűbben végzők dolgozhatnak. Csak így előzhető meg a sok áldozatot és anyagi kárt okozó repülőesemények, csak így lehet érvényesíteni a korszerű technikában rejlő lehetőségeket.

A fenti szakemberek kiválasztása és kiképzése után hosszú ideig a rendszerben maradnak, mivel a technikai eszközök, mint ismertettem, korszerűsítésekkel szintén hosszú ideig rendszerben tarthatók lesznek. Ezért a korszerűsítésekkel párhuzamosan, mind a „pilótákat” mind a technikai személyzetet szintén tovább kell képezni. Ezért a gazdaságosság azt igényli, hogy a személyek minél tovább rendszerben tarthatók legyenek. Rövid időszakonként új emberek kiképzése jelentős költségnövekedést jelent.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A mesterséges intelligenciával rendelkező robotrepülőgépek széleskörű elterjedése várható a közeljövőben, ami valószínű, hogy Magyarországot is érinteni fogja. Fel kell készülni a bonyolult, számítógépekkel vezérelt repülőtechnikai eszközök fogadására a szakemberképzésben. Ennek érdekében:

- a repülő és repülőtechnikai kiképzésre felvételre kerülő jelölteknél munkalélektani vizsgálattal kell megállapítani a pályaalakmasságot;
- a szakkiképzés anyagában minden repülőtechnikai szakon erősíteni kell mind az elméleti, mind a gyakorlati számítástechnikai, vezérlés és irányítástechnikai képzést;
- a tananyagba célszerű felvenni a robotrepülőgépeket legalább fakultatív tárgyként.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Clifford Beal: Brave new world. Jane's Defence weekly 9. February 2000. 21-26. Old.
- [2] Ramon Lopez: Coming of age. Flight International 9-15 June 1999. 121-122.old.

In the study I wanted to show the main line of the fighter and unmanned air vehicles development which have to be taken into consideration to meet the training requirements for the control and maintenance staff.

FUZZY LOGIKA ALKALMAZÁSA A REPÜLŐTECHNIKA ÜZEMELTETÉSÉBEN

Dr. Pokorádi László
egyetemi docens
ZMNE Haditechnikai tanszék
pokoradi@externet.hu

Napjaink korszerű technikai berendezései és döntéshozatali módszerei mind szélesebb körben alkalmaznak valamilyen fuzzy eszközt, fuzzy szabályzó vagy szakértői rendszert. A fuzzy logika 1965-ben született meg, LOFTI ZADEH munkássága eredményeként. A cikk — a teljesség és a matematikai egzakttság mellőzésével — a fuzzy logika előzményeit és alapfogalmait mutatja be, illetve példákkal szemlélteti annak alkalmazási területeit a repülőtechnika üzemeltetésében.

BEVEZETÉS

A valós világ — jellegéből adódóan — mindig elkerüli a precíz megfogalmazásokat és többnyire valamilyen bizonytalansággal, pontatlansággal rendelkezik. Például a mindennapi foglmainak is valamilyen mérvű bizonytalansággal, pontatlansággal bírnak. Ki számít magasnak? Ki az öreg? Mit teszünk, ha egy magas és öreg úriembert kell keresnünk? S az általunk kiválasztott személy megfelelő-e mások — a fenti szempontok szerinti — foglmainak, igényeinek?

A fuzzy logika egy olyan új matematikai eszköz, mellyel a valós világ fenti bizonytalanságait tudjuk modellezni [10].

A szótárak szerint a “fuzzy” angol szó jelentése (többek között): homályos, elmosódott, lágy körvonalú, életlen kontúrú. Alapvetően a fuzzyság a pontatlanság egy típusa. Olyan elemek csoportosításából, halmazából származó pontatlanság, melyeknek nincsenek határozott körvonalai [3]. A fuzzy teóriájának egyik fő célja olyan módszerek kidolgozása, melyekkel szabályokba foglalhatók és megoldhatók a túlságosan bonyolult, hagyományos vizsgálati módszerek segítségével nehezen megfogalmazható problémák. Mérnöki szempontból a fuzzy logika egy olyan módszer, mellyel az analóg folyamatokat digitális eszközökkel (például személyi számítógépekkel) lehet modellezni. Más — humán jellegű —

tudományos fogalmazásban a fuzzy elmélet az intuíciót tekinti a központi magyarázó paradigmának [4, 11].

A FUZZY LOGIKA ELŐZMÉNYEI

A klasszikus logika főbb elveit először ARISZTOTELÉSZ fejtette ki, és legfontosabb eljárásait is ő határozta meg. Az arisztotelészi logikát talán legjobban a kizárt közép törvényével tudjuk jellemezni, ami szerint minden logikai következtetés csak igaz $\{1\}$ vagy hamis $\{0\}$ eredményű lehet. HÉRAKLEITOSZ javasolta először egy következtetés lehet egyszerre igaz és hamis is. (Érdekes megjegyeznünk, hogy HÉRAKLEITOSZ — nehezen érthető stílusa miatt — a HOMÁLYOS melléknevet kapta kortársaitól.)

BOLZANO, BOOLE, DE MORGAN és FREGE munkái tették lehetővé, hogy a „klasszikus” (kétértékű) logika önállósuljon, kiváljon a filozófiából, és eljusson a matematikai logikáig. BOOLE és DE MORGAN munkássága nyomán fejlődött ki a logika algebrája az osztályok és relációk algebrájával együtt.

A XX. Század elején a lengyel LUKASIEWICZ javasolta egy, úgynevezett háromértékű logika bevezetését $\{-1; 0; 1\}$ értékekkel.

1965-ben jelent meg a Berkeley-i University of California oktatója, LOTFI A ZADEH FUZZY SETS című munkája, mely a fuzzy logika kezdetének bizonyult. Az új logika nevének kiválasztásakor több jelző is felmerült számára, mint például „soft” (lágy), „unsharp” (életlen), „blurred” (elmosódott) és „elastic” (rugalmas), de végül a fuzzy tűnt a legjellemzőbbnek [1]. Egyes magyar szakirodalmak a minősítő logikának is nevezik a matematika ezen ágát.

A fuzzy logika egy olyan sokértékű logika, mely egy következtetés eredményének megengedi a klasszikus logikában felvehető igaz $\{1\}$ és hamis $\{0\}$ közti — azaz a $[0; 1]$ zárt intervallumban definiált — bármely valós értéket.

A FUZZY HALMAZOK ÉS MŰVELETEK

A klasszikus logikával összekapcsolt Boole algebra pontosan definiált és éles határral rendelkező halmazokkal végzendő műveletekkel foglalkozik.

Vegyünk például egy B jelű paramétert, melynek értékeinek 3 és 4 között kell lennie, azaz:

$$3 \leq B \leq 4 \tag{1}$$

feltételt kell (kéne) kielégíteni.

De, mi van, ha ezt a B értéket valamilyen mérés eredményeként kapjuk? Pontatlan a műszer, a skáláról rosszul olvassuk le az értéket. Ekkor fog “elfuzzysodni” az (1) egyenlőtlenség kielégítésének igaz volta. Ugyanis — figyelembe véve a fenti tévedési lehetőségeket — a B értékének meghatározásában pontatlanság lép fel. Ezt a pontatlanságot — azaz a $3 \leq B \leq 4$ feltétel teljesítésének igaz voltának mértékét — a B jellemző $\mu(B)$ jelű tagsági függvényével tudjuk jellemezni. A tagsági függvény — követve a klasszikus logikát — csak a:

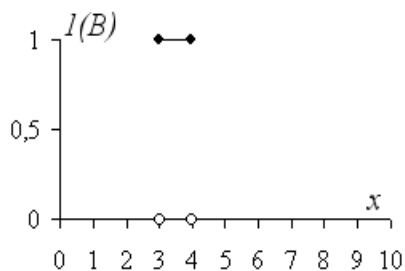
$$0 \leq \mu \leq 1 \quad (2)$$

értéket veheti fel.

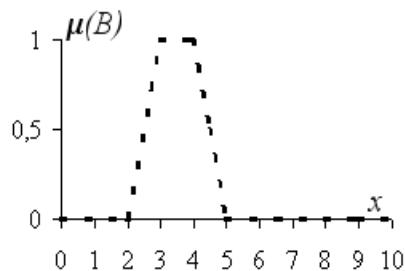
Például, esetünkben ezt a pontatlanságot megadhatjuk az alábbi függvénnyel:

$$\mu(B) = \begin{cases} 0 & \text{ha } x \leq 2 \\ x-2 & \text{ha } 2 < x < 3 \\ 1 & \text{ha } 3 \leq x \leq 4 \\ 5-x & \text{ha } 4 < x < 5 \\ 0 & \text{ha } 9 \leq x \end{cases}.$$

(3)



"Boole" halmaz



Fuzzy halmaz

1. ábra

Boole és fuzzy halmazok összehasonlítása

Természetesen a tagsági függvény megadására nem csak lineáris egyenletek alkalmazhatók.

L. A. ZADEH a Boole algebrában alkalmazott metszet helyett a MINIMUM OPERÁTOR-t; az unió helyett a MAXIMUM OPERÁTOR-t javasolta bevezetni, az 1. táblázat szerint. Fontos itt megjegyeznünk, hogy — ha már fuzzy (az eredeti

angol szó jelentése a spicces, pityókos is) ez a logika — más, az alkalmazó által definiált fuzzy műveletek is használhatók.

Boole-algebrai művelet	Fuzzy művelet	
Metszet	Minimum	$\mu(A \cap B) = \min(\mu(A), \mu(B))$
Unió	Maximum	$\mu(A \cup B) = \max(\mu(A), \mu(B))$
Negáció	Negáció	$\mu(\bar{A}) = 1 - \mu(A)$

1. táblázat
Fuzzy műveletek

FUZZY RENDSZEREK MŰKÖDÉSE

Egy fuzzy logikai módszert alkalmazó döntéshozatali eljárás vagy fuzzy szabályzó rendszer lényegében az alábbi folyamatot hajtja végre. Ezek a rendszerek, folyamatok egy időben több logikai szabályt — úgynevezett szabálybázist — alkalmaznak. A szabálybázis sajátossága, hogy a logikai szabályok arisztotelészi logika szerinti megoldásai — egy időben — eltérő megoldásokat adhatnak. Lényegében ezen ellentmondást oldja fel a fuzzy logika alkalmazása [9].

Az első, **FUZZYFIKÁCIÓ** lépésben a rendszer konkrét értékekkel bíró bemenő jellemzőinek pillanatnyi értékeihez egy-egy fuzzy tagsági értéket rendelünk. Ekkor a (3) egyenlethez, illetve az 1. ábrához hasonló meghatározásokat alkalmazunk az input adatok pontatlanságainak, bizonytalanságainak jellemzésére.

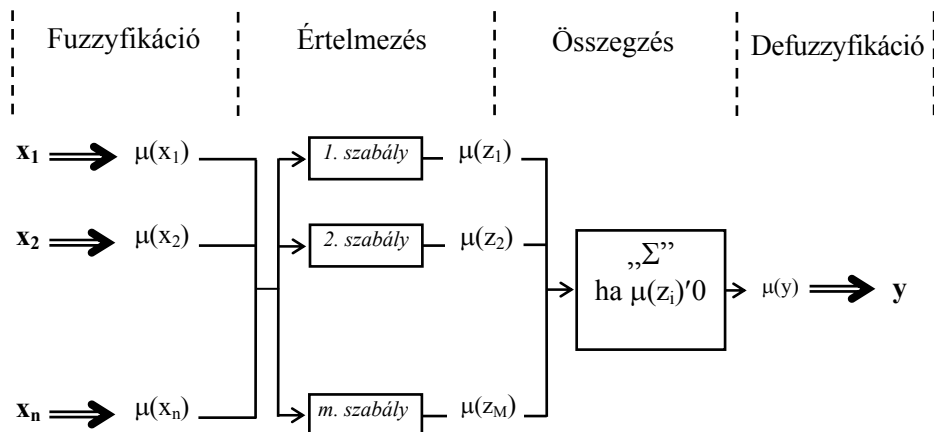
A következő az **ÉRTELMEZÉS** nevű szakasz. Ebben a lépésben az előzőleg meghatározott fuzzy értékek felhasználásával határozzuk meg az összes szabály alkalmazásának eredményeit. Ezeket a szabályokat a rendszer felállításakor kell meghatároznunk. Ekkor használják az 1. táblázatban bemutatott — vagy az adott rendszer felállítója által definiált — műveleteket.

Az **ÖSSZEGZÉS** lépésben az értelmezés során kapott nem zérus értékű eredmények összefűzése történik. Az összegzés során valamelyik, az 1. táblázatban szemléltetett fuzzy logikai műveletet alkalmazzuk a vizsgált vagy szabályozott folyamat sajátosságainak figyelembevételével.

A folyamat utolsó lépése az úgynevezett **DEFUZZYFIKÁCIÓ**. Ekkor a kimenő jellemzők igazság értékeit konvertáljuk vissza valós értékeké. A defuzzyfikáláshoz leggyakrabban a centroid eljárást alkalmazzák. Ennél a módszernél az egyes igazság értékekhez tartozó felületek súlypontja adja meg a ki-

meneti éles értéket. Az összegzéshez hasonlóan felhasználható más defuzzifikációs módszert is.

A folyamat főbb lépéseinek láncolatát szemlélteti a 2. ábra.



2. ábra

Fuzzy rendszerben lejátszódó folyamat

A fenti módon meghatározott beavatkozás után egy fuzzy szabályzó rendszer újra megméri a szabályozott folyamat, technikai eszköz bemenő jellemzőit, majd ismét elvégzi a fenti fuzzy szabályzási folyamatot.

Fuzzy eszközt alkalmazó döntéshozatali eljárás esetén a fentiekben kidolgozott javaslat vagy javaslatok alapján hozza meg döntését az illetékes vezető. Újabb döntési helyzetben pedig ismét végre kell hajtani a döntés-előkészítő folyamatot az akkori aktuális bemeneti adatokkal.

FUZZY LOGIKA A REPÜLÉSBEN

A korszerű repülőtechnikában, annak üzemeltetési folyamatában is már megjelentek az olyan különféle rendszerek, berendezések és módszerek, melyek valamilyen módon fuzzy logikai eszközöket alkalmaznak [7].

A [2] irodalom arról számol be, hogy milyen módon lehet növelni a repülőgép szárny mechanizációs, illetve kormányvezérlő rendszerének — és így a repülőgép hosszirányú mozgásának — stabilitását fuzzy logika alkalmazásával. A cikk szerzői matematikai modellvizsgálatokkal elemezték és bizonyították a

szabály-alapú fuzzy szabályzás előnyét a hagyományos szabályzórendszerrel szemben. A modellezett repülőgép állásszög szerint egy periodikusan dinamikus stabil állapotból egy (egyszer kismértékben túllengő) aperiodikusan stabilabb állapotba került.

A Varsói Műszaki Egyetem kutatói légi szállítási rendszerek kockázatának becslésére alkalmaznak fuzzy alapon működő szakértői módszereket, mutatnak be a [8] irodalomban. A kapott eredmények alapján előre becsülhető új technikák bevezetésekor várható kockázat, így még a rendszerbeállítása előtt kiválasztható az optimális üzemeltetési stratégia. A már üzemeltetett repülőtechnikai eszközök esetén a keletkező adatok, szakértői vélemények alapján becsülhető, pontosítható az üzemeltetési rendszer kockázati szintje. Így a pontosított adatok, eredmények alapján lehet meghozni az üzemeltetési folyamat optimalizálásához szükséges vezetői döntés. A fuzzy szakértői módszer felhasználásával prognosztizálhatjuk az üzemeltetés jövőbeli kockázatát — például a várható repülőharcászati, kiképzési és hadműveleti feladatok jellegének ismeretében.

A FUZZY LOGIKA ALKALMAZÁSA A DIAGNOSZTIKÁBAN

A repülőtechnika üzemeltetése során a legnagyobb mértékben talán a diagnosztika területén tudjuk felhasználni a fuzzy logikát, mint matematikai eszközt.

A műszaki életben már régen elterjedt módszer a hibák behatárolására az úgynevezett hibafa-elemzés. A hibafa-elemzés során egy feltételezett rendszerhibából (fő-eseményből) indulnak ki, és fokozatosan derítik fel azokat az alkotóelem vagy részrendszer meghibásodási lehetőségeket, melyek az adott esemény bekövetkezéséhez vezetnek vagy vezethetnek. Az áttekinthető munkát fastruktúrájú gráffal történő megjelenítés segíti, amit megbízhatósági számításokkal is ki lehet egészíteni.

Egy hibafa felállításának kiindulópontja mindig a fő-esemény. Első lépésben megvizsgáljuk, hogy a fő-esemény leírható-e egyetlen rendszerelem meghibásodásaként. Ilyenkor általában egy VAGY kapu következik három bemenettel (elsődleges, másodlagos és kezelési hiba). Egyébként meg kell keresnünk azon meghibásodásokat vagy meghibásodás láncolatokat, melyek egyenként vagy valamilyen összhatásra idézik elő a vizsgált fő-eseményt. Ezek megnevezése egy-egy megjegyzés téglalapban történik, majd logikailag összekapcsoljuk őket és megvizsgáljuk, hogy báziseseménnyel van-e dolgunk vagy az adott esemény a vizsgált részrendszer egy alkotóelemének meghibásodása miatt következett-e be.

Ily módon minden hibaeseményből egy különálló hibafaág keletkezik. A gyakorlatban az elsődleges hibákat nem szokták tovább kifejteni kivéve, ha a hibafa-analízist tisztán az okok elemzése céljából hajtjuk végre. Egy adott esemény bekövetkezésének okai között nincs mindig jelen mindhárom hibatípus. Egy hibafaág teljes kidolgozása után térhetünk át a következő ágra, és ezt hasonlóan folytatjuk a többi ág esetében is.

A hibafa kidolgozása után — az elemzés céljától függően — következik a rendszerhibák és hibaláncolatok minőségi és/vagy mennyiségi kiértékelése. Viszonylag egyszerű esetekben a kiértékelés kézzel papíron is történhet, azonban a bonyolultabb hibafák számítógép alkalmazását igénylik.

A hibafa analízis modellje fuzzy logikai eszközök alkalmazásával fejleszthető tovább, amikor a hibafa klasszikus logikai kapuihoz velük analóg fuzzy kapcsolatokat rendelünk. Ekkor a különféle tagsági értékek meghatározása jelenthet szakmai problémát.

A diagnosztikai, hibakeresési eljárások kidolgozása esetén ez a feladat a szakemberek kikérdezésével oldható meg. Fontos megjegyezni, hogy még a minimális rutinnal rendelkező szakember is jelentős mérvű tapasztalattal rendelkezik, de ennek számszerűsítése igen nehéz feladatot jelent. Ez szakértői riportok, felmérések elvégzésével és kiértékelésével oldható meg. (Jelen sorok írója ilyen felmérést végzett kandidátusi dolgozatának készítésekor a helikopterek megengedhető fékhatás-csökkenésének, illetve fék-aszimmetriájának meghatározására [6]). A szakértők kikérdezésével kapjuk meg a fuzzy-alapú hibakereső rendszer kiinduló adatait. Mivel ezek a szakértői vélemények egyéni tapasztalatok kiértékeléséből származnak, jelentős objektivitással bírnak. Ezért nem lehet ezeket „teljesen objektív” adatokként kezelni — de, fuzzy tagsági értékeknek tekinthetők.

A részegységek meghibásodásainak fentiekben meghatározott tagsági értékei alapján tudjuk meghatározni a hibafa elágazásainál választandó utat további elemzésének sorrendjét. A fenti tagsági értékek a rendszer alkalmazásakor az üzemeltetés során feltárt meghibásodások okainak ismerete alapján tudjuk pontosítani, naprakésszé tenni a szakértői rendszert.

Az [5] irodalom az olasz ALENIA AEROSPAZIO-nál kifejlesztett ADAM (AIRCRAFT DIAGNOSTIC AND MAINTENANCE) projekt keretében kifejlesztett szoftvert mutat be, amely a fentiekben bemutatott elven működik.

ZÁRÓGONDOLATOK

Jelen cikk a lehetőségek figyelembevételével egy rövid képet adott a fuzzy logikáról és annak alkalmazási lehetőségeiről a repülőtechnikák üzemeltetése területén. Az ismertetett témakörrel kapcsolatban a szerző jövőbeni tudományos tevé-

kenysége során az alábbi feladatok megoldását tervezi:

- a fuzzy logika mélyebb megismerése;
- a fuzzy logika alkalmazási területeinek meghatározása a repülő-, illetve a haditechnikai eszközök műszaki menedzsmentjében;
- a fuzzy logikán alapuló diagnosztikai, hibafeltáró rendszerek felállítása elméleti alapjainak és módszertanának kidolgozása;

valamint a fenti eszközök alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a Magyar Honvédségen belül.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BLAIR, B., Creator of Fuzzy Logic — Interview with Lotfi Zadeh, Azerbaijan International, Winter 1994 (2.4).
- [2] BOUSSON, K., PAGLIONE, P., Fuzzy Stability Augmentation System for Aircraft Handling Qualities, Proceedings of the 21st ICAS Congress, Melbourne, 1998 (CD version).
- [3] BRULE, I.F., Fuzzy Systems — A Tutorial, <http://austinlinks.com/Fuzzy/tutorial.html>.
- [4] EYSENCK, M.W., KEANE, M.T., Kognitív pszichológia, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1997.
- [5] GIRARDELLI, E., DIDÓ, F., Diagnostic from System Models: The Adam System Approach, Proceedings of the 21st ICAS Congress, Melbourne, 1998 (CD version).
- [6] POKORÁDI, L., Repülőgép üzemeltetési folyamatainak Markovi modellje, kandidátusi értekezés, MTA DT, 1996.
- [7] POKORÁDI, L., Kockázatbecslési módszerek és technikák a repülésben, The Challenge of Next Millennium of Hungarian Aeronautical Sciences, Budapest, 1999., p. 66-77.
- [8] SMALKO, Z., JAZWIŃSKI, J., ŻUREK, J., Application of Expert Methods to Risk Assessment of Air Transport Systems, Proceedings of the 21st ICAS Congress, Melbourne, 1998 (CD version).
- [9] Számítógépes szimuláció, Rendszerek szimulációja Fuzzy halmazokkal, http://www.rit.bme.hu/letoltheto/szamszim/F_4/
- [10] VÁNCSA, J., Fuzzy Reasoning Applied to Military-Related Decision Support, Bulletin for Applied and Computer Mathematics (megjelenés alatt)
- [11] ZSIGMOND I., A fuzzy és az információk szelektív dekódolása, Pszichológia, 1999/4, p. 381-415.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk megjelenését az Oktatási Minisztérium Széchenyi Professzori Ösztöndíjjal támogatta, amelyet a szerző ezúton köszön meg.

Nowadays the modern equipment and decision-making methods use fuzzy tools, control and expert systems more and more widely. The fuzzy logic “was born” in 1965, as a fruit of LOFTI ZADEH’s scientific work. This paper shows the historical and theoretical backgrounds of the fuzzy logic. Its usage in field of aircraft operation is shown by few short examples.

ÜZEMELTETÉSI FOLYAMAT IRÁNYÍTÁSI MODELLEZÉSE

**Kavas László mérnök őrnagy
egyetemi tanársegéd
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar
Repülő Sárkány – Hajtómű Tanszék**

A légi járművek üzemeltetési folyamata egy, a körülmények és az üzemeltetési intenzitás által befolyásolt véletlen folyamat. A folyamatot műszaki beavatkozásokkal irányítjuk. A tanulmány bemutatja a véletlen üzemeltetési folyamatnak irányított Markov folyamattal történő modellezését. A modell felhasználható a műszaki üzemeltetési folyamat irányítására, azaz költségoptimalásra.

BEVEZETÉS

A repülőgépek üzemeltetése egy, jól körülhatárolt diszkrét üzemeltetési állapotokra bontható, sztochasztikus folyamat, melynek célja az üzemeltetés tárgyát képező objektum műszaki állapotának megfelelő, előírt biztonsági követelményeket garantáló szinten tartása adott (maximált) költségfordítás mellett. A korszerű, állapot szerinti üzemeltetés a feladatot úgy oldja meg, hogy az üzemeltetési folyamatnak, az üzemeltetett műszaki objektum állapotának periodikus ellenőrzésére épülő optimális irányítását meghatározza. Az irányítás automatizálásához szükséges a megfelelő modell létrehozása. Mivel az egyes üzemeltetési állapotból való távozás független az azt megelőző állapotoktól és azok sorrendjétől (azaz a folyamat utóhatásmentes), az üzemeltetés matematikailag folytonos idejű, diszkrét állapotterű Markov folyamatnak tekinthető. Ez a sztochasztikus folyamat pedig Markov láncsal approximálható.

A MARKOVI MODELL

Az üzemeltetett repülőgép műszaki állapotát valamilyen jellemző paramétervektorának időszakos, automatizált mérésével ellenőrizzük. Legyen ez a paraméter vektor esetünkben $\underline{y}(t)$. Az $\underline{y}(t)$ lehetséges terét feloszthatjuk m darab S_i , $i = 1, 2, \dots, m$ $S_i \cap S_j = 0$ i, j állapotra. Jelölje S_1 a repülőgép legjobb, (új), S_m pedig a legrosszabb (meghibásodott) állapotát. Diagnosztikai mérések alapján minden $t = 1, 2, \dots$ időpillanatban egyértelműen meghatározható, hogy az üzemeltetett repülőgép éppen milyen S_i állapotban van. Tegyük fel, hogy az objektum egy adott S_i állapotból egy másik S_j állapotba való átmenetét a következő átmenet-valószínűség írja le:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P \{S_{t+1} = j \mid S_t = i\}}{\Delta t} = q_{ij}, i, j, \in [1, m] \quad (1)$$

Természetesen ebből következik, hogy

$$\sum_{j=1}^m q_{i,j} = 1, \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$$q_{ij} \geq 0, \forall i, j = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

Mivel a repülőgép üzemeltetése fizikai értelemben az S_1 állapotban kezdődik

$$P \{S_i = 1 \mid t = 0\} = 1, \quad (4)$$

és az bármely állapotban meghibásodhat.

$$q_{i,m} \geq 0, i = [1, m-1] \quad (5)$$

de az objektum meghibásodása esetén a következő $t + 1$ időre már

$$q_{mm} = 1, q_{mj} = 0, \forall j = 1, 2, \dots, m-1 \quad (6)$$

értékkel kell számolni.

A műszaki üzemeltetés során minden mérés és állapot meghatározás után megfelelő irányítási stratégiát kell választani. Tehát S_i $i = [1, m-1]$ esetén olyan döntést (tevékenységet) valósítunk meg, hogy hatására az objektum állapota vagy maradjon S_i állapotban, vagy kerüljön S_j ($j < i$) állapotba. S_m elérésekor javítást, felújítást rendelünk el.

A döntésekkel kapcsolatban elmondható, hogy egy d_{ij} állapotirányításra vonatkozó döntés hatására az objektum (repülőgép) valamely

$$D_{ij} = P \{ d_{ij} \}, \sum_{j=1}^m D_{ij} = 1, \forall j = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

valószínűséggel tér át egy új j állapotba.

Az irányítási döntések végrehajtásával az objektum állapota a

$$\Pi_{ij} = \sum_{r=1}^m q_{ir} D_{rj}, i, j \in [1, m], \sum_{j=1}^m \Pi_{ij} = 1, \forall j = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

stacionárius átmenetvalószínűség-sűrűségekkel kifejezhető módon változik. Ugyanakkor a d_{ij} döntés mindig csak az éppen meghatározott S_i állapottól függ, és független az azt megelőző S_{t-1} , S_{t-2} , állapotoktól. Az objektumnak az S_i $i = 1, 2, \dots, m$ állapotokban való tartózkodási ideje exponenciális eloszlású, az állapotváltozások ideje elhanyagolhatónak tekinthető. Mindezekből az következik, hogy az üzemeltetési folyamat lényegében egy irányított, folytonos idejű, diszkrét állapotterű, ergodikus Markov folyamat, amelyre a Kolmogorov-féle differenciálegyenlet rendszer:

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = -P_i(t) \sum_{j=1}^m \Pi_{ij} + \sum_{j=1}^m P_j / t / \Pi_{ji}, i \in [1, m] \quad (8)$$

ahol: $P_i(t)$ annak valószínűsége, hogy a folyamat t -kor pontosan az S_i -nek megfelelő állapotban van.

Feltéve, hogy az üzemeltetési folyamatot homogén, beállt folyamatnak tekintjük ($P_i(t) = P_i = \text{áll}$), a (8) egyenlet helyett a (7) egyenletet is figyelembe véve az alábbi algebrai egyenletrendszert kapjuk:

$$P_i = \sum_{j=1}^m P_j \Pi_{ji}, i \in [1, m] \quad (9)$$

melyet a

$$\sum_{j=1}^m P_i = 1 \quad (10)$$

normáló egyenlettel kiegészítve kapjuk a műszaki üzemeltetési folyamat markovi modelljének matematikai leírását.

AZ OPTIMÁLIS ÜZEMELTETÉS

A műszaki üzemeltetési folyamat irányítása akkor tekinthető optimálisnak, ha minimális költségráfordítással jár.

A költségeket alapvetően három féle [1] átlagköltségként adhatjuk meg:

- C_{kj}^D — az S_j állapot diagnosztizálásának költsége, feltéve, hogy az objektum az S_k állapotból kerül az S_j -be;
- C_{kj}^S — az objektumnak az S_k és az S_j állapotokba kerülésével járó költségek;
- C_{ik}^d — az S_i állapotba való tartózkodás költsége, feltéve, hogy az objektum a D_{ij} irányítási döntés hatására került az S_i állapotból az S_k -ba.

Amennyiben az üzemeltetési folyamatot eléggé nagy (végtelen hosszú) időintervallumba vizsgáljuk, és feltételezzük, hogy egy-egy lépésben (mérések között) csak egy állapotváltás következik be, úgy az optimális irányítás feltétele, hogy az átlagos költségeket (a költségek várható értékét)

$$M[C] = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^m P_i D_{ik} q_{kj} (C_{kj}^D + C_{kj}^S) + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m P_i D_{ik} C_{ik}^d \quad (11)$$

minimalizáljuk.

Ennek a kifejezésnek az első része az állapotba kerülés és annak diagnosztizálásával, míg a második része az irányítási döntés végrehajtásával kapcsolatos költség. A (11) egyenlet lényegében az ergodikus Markov-lánccal modellezett üzemeltetési folyamat egy diszkrét lépésében várható költségráfordítás értéke, mely az időegységre jutó fajlagos költség minimalizálásával nyerhető. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a folytonos idő helyett diszkrét idejű diszkrét állapotterű folyamattal van dolgunk.

A MEGOLDÁS

A feladat megoldásában nehézséget jelent, hogy egyelőre ismeretlenek a P_i értékek. Ezt különböző irodalmak javaslata alapján az

$$X_{ik} = P_i D_{ik} \quad (12)$$

kifejezés bevezetésével kerüljük ki. A feladat megoldása így a (11) egyenlet helyett az

$$M[C] = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^m X_{ik} q_{kj} (C_{kj}^D + C_{kj}^S) + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m X_{ik} C_{ik}^D = \min \quad (13)$$

alakban írható fel.

A (12) felhasználásával a (9) és a (10) egyenletek is átírhatók új, diszkrét alakban. Ennek érdekében képezzük a

$$\sum_{k=1}^m X_{ik} = \sum_{k=1}^m P_i D_{ik} = P_i \sum_{k=1}^m D_{ik} \quad (14)$$

összeget, melyből a (6) egyenlet figyelembe vételével a

$$P_i = \sum_{k=1}^m X_{ik} \quad (15)$$

kifejezést kapjuk. Ezt felhasználva az irányított ergodikus Markov folyamatra a Kolmogorov-féle differenciálegyenlet rendszer helyett az alábbi összefüggéseket kapjuk:

$$\sum_{k=1}^m X_{ik} = \sum_{k=1}^m \left(\sum_{j=1}^m X_{jk} \right) q_{jk}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m X_{ik} = 1 \quad (16)$$

A (13) és (16) egyenlet rendszereket pl. dinamikus programozással megoldva már meghatározhatjuk a (13) egyenlet minimumát biztosító X_{ik} értékeket. Ez utóbbiak ismeretében pedig minden k -ra és i -re megadhatjuk az optimálisnak tekinthető irányítási stratégiát:

$$D_{ik} = \frac{X_{ik}}{\sum_{k=1}^m X_{ik}} \quad (17)$$

A vázolt eljárás előnye, hogy az optimális irányítási stratégiát elegendő egyszer, illetve a rendszer esetleges változásait figyelembe véve pl. évente meghatározni.

A

$$\underline{\underline{D}} = (D_{ik}), i, k = 1, 2, \dots, m \quad (18)$$

mátrix azt az optimális üzemeltetési stratégiát tartalmazza, amely lehetőséget ad műszaki üzemeltetési folyamat állapotdiagnosztikára épülő automatizált irányítására.

ÖSSZEFOGLALÓ

A vizsgálatok egyértelműen bebizonyították, hogy a műszaki üzemeltetési folyamatot fel lehet fogni az üzemeltetésben lévő objektum műszaki állapotának időszakos mérései alapján végrehajtott szabályozásaként. Ilyen szempontból a folyamat, mint irányított, ergodikus Markov-folyamat jelenik meg. Az optimális irányítás feltétele, hogy minimalizáljuk az egy lépésre jutó közepes költségek összegét.

A kidolgozott modell alkalmazásakor bebizonyosodott, hogy az alkalmazásba vétel feltétele az objektum „viselkedését” leíró megfelelő a priori információ mennyiség, a műszaki állapot egyértelmű diagnosztizálhatóságának megoldása, és a költségeknek a szükséges mértékű súlyozása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BARZILOVICS Je.Ju., VOSZKOBOJEEV V.F. Ekszpluatacija aviacionnüh szisztem po szosztojányiju, Moszkva „Transzport” 1981.

- [2] FU K.S. Sequential Methods in Pattern Recognition and Mashine Learning, Academic Press, New York – London 1968.
- [3] Fedélzeti tanácsadó rendszer és állapot szabályozás irányítása közforgalmi repülőgépek üzemanyag-fogyasztása érdekében (K+F téma kutatási jelentése), KM. Légitforgalmi és Repülőtéri Igazgatóság, Repüléstudományi Központ, Budapest, 1985.
- [4] Dr. POKORÁDI László: A Markov-folyamatok elméletének alkalmazása a repülőgép üzemeltetési folyamatainak vizsgálatára. Repüléstudományi és Kiképzési Közlemények, Szolnok, 1994.
- [5] Dr. ROHÁCS József: Műszaki üzemeltetési folyamat optimális irányítása Markovi-modellek alapján. Automatizálás 86 konferencia, Nyíregyháza 1986.
- [6] ZAJESENKO Ju. P., Sumilova Sz.A. Isszledovanyije operacij Kijev „Vüss Skola” 1984.

The process of operation of aircraft is a caused process influenced by the circumstances and intensity of operation. These process is controlled by any technical intervention. The lecture shows the construction of model with Markov process of the caused operation process.

**„J” SZEKCIÓ
INTERDISZCIPLINÁRIS TUDOMÁNYOK**

**A SZEKCIÓ ELNÖKE: DR. RÁDLI TIBOR
TÁRSELNÖK: VÖRÖS MIKLÓS**

MAGYAR HONVÉDSÉG FIZIKAI FELKÉSZÍTÉSI RENDSZERE. A FIZIKAI FELKÉSZÍTÉS MEGÍTÉLÉSE A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN

Dunai Pál őrnagy
Ph.D. hallgató
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem

BEVEZETÉS

Napjainkban lezajlott társadalmi-gazdasági változások hatására a nemzeti hadsereg szerepe, feladatrendszere és a vele szemben támasztott követelmények gyökeresen átalakultak. Ezek a változások a katonai élet minden területén az eddigi elképzelések, elméletek és gyakorlati tevékenység újra gondolását követelik a Magyar Honvédség vezetőitől és a hadtudományi szakemberektől. Jelentős lökést ad ehhez hazánk NATO csatlakozása is, amely kiemelt követelményeket támaszt nemcsak a MH személyi állományának gondolkodásmódbeli átállásához, hanem alapvetően meg kell, hogy változzon a fizikai felkészítés megítélésének helyzete, annak a korszerű hadviselésben bíró elsődleges jelentőségének elismerése, mint a magas szintű harckésztség és professzionális munkavégző képesség biztosításának alapvető feltétele.

Természetesen e képzési terület jelentőségét a deklaráció szintjén elismerik, de a képzési cél elérésének módjaiban a szakemberek között is nagy a nézetkülönbség. A kiadásra került szabályozók csak e képesség szűk szegmensét fedik le, holott a hadseregben zajló fizikai felkészítés rendszere nem helyettesíthető be teljesen a polgári testnevelés elméletével, hiszen, az különálló részterületként kezeli a „katonai testnevelést”. A humán erőforrással kapcsolatos szakirodalmi források e kérdést másodlagosan, érintőleg kezelik. Figyelemreméltó tény, hogy az ergonómia tudomány, bár alapvetően tárgyával szorosan összefügg, a fizikai képességek problematikájának igen csekély figyelmet szentel és ennek vetületeként, a katonai ergonómia, amely speciálisan a katonai tevékenység ezzel összefüggő kérdéseivel foglalkozna, nem is létezik!

A fizikai felkészítésnek az egyik leglényegesebb vonása a speciális irányultság, amelynek lényege az, hogy a katonák sokoldalú általános fizikai felkészült

ségére építve formálódnak és tökéletesednek a legfontosabb katonai, katonai-alkalmazott készségek és képességek, testi-fizikai, pszichikai és más, a tevékenység eredményessége szempontjából nélkülözhetetlen speciális képességek. Viszont a különböző haderőnemek, fegyvernemek vagy szakcsapatok személyi állományának a harci-gyakorló és különösen a harci tevékenységének tartalma, jellege és körülményei lényegesen vagy egy sor esetben teljesen különböznek egymástól. Ebből következik, hogy a különböző katonai „szakmák” képviselőinek fizikai készségével szembeni követelmények nem azonosak. A kiképzési rendszer e rendkívül fontos, alapvető ágának teljes reformja szempontjából rendkívül fontos a fizikai készséggel szembeni követelmények pontos meghatározása, amely teljes mértékben fehér foltja a hazai fizikai felkészítés kérdéseivel foglalkozó tudományos kutatásoknak és jelentős mértékben foglalkoztatják a hazai és külföldi kutatókat. A hazai szakirodalomból teljesen hiányzik a fizikai felkészítés (katonai testnevelés) elmélete egységes fogalomrendszere és terminológiája.

A kutatás fő célja az volt, hogy képet adjon arról, hogy a Magyar Honvédség különböző szempontok szerint csoportosított állománymintája milyen nézetekkel és véleményekkel rendelkezik e képzési ágról. A kapott eredmények elemzése alapján a szakterület vezető szakemberei olyan javaslatokat tehetnek a katonai felső vezetés számára, amelyek hatékonyabban járulhatnak hozzá a hadsereg ilyen irányú felkészítésének javításához. A téma aktualitását fokozza az a tény, hogy napjainkban megnövekedett a MH békefenntartó és béketámogató tevékenysége. Ezért az abban résztvevő kontingens kiválasztásában és kiképzésében fokozott hangsúly kell, hogy kapjon a jelöltek fizikai felkészültségi szintje és az intenzív felkészítés során a célirányos és effektív fizikai felkészítés rendszerének a szaktudomány eredményeinek felhasználásával történő kialakítása.

A KUTATÁSI EREDMÉNYEK ELEMZÉSE

ELŐZMÉNYEK

A fizikai felkészítés helyzete a Magyar Néphadseregben majd a Magyar Honvédségben mindig is sajátos volt. A kiképzési ág jelentőségének megítélése és a képzési célok megvalósításának eredményessége között kettősség létezett és létezik napjainkban is. Vulgárisan kifejezve ez az a szakterület, amelyhez mindenki „ért” és úgy érzi, hogy számára releváns információt és ismeretet már a rendszer nem képes nyújtani. Az ilyen felfogás kialakulásának vizsgálata külön kutatást igényelne, de alapvetően világosan látszik, hogy a probléma az iskolai

testnevelés oktatás jelenlegi helyzetére, a tárgy jelentőségének nagyarányú devalválódására vezethető vissza.

A hadseregben belül ennek a szakterületnek a megfelelő szakmai képviselője talán sosem volt a kellő strukturális alapokkal biztosítva. Ez a helyzet tartósan konzerválódott és jellemzi a mai állapotot is. A rendszer összetevői közül a legfontosabb elemek, úgymint a megfelelő ismerettel és tapasztalattal rendelkező szakember gárda és a megfelelő mennyiségű minőségű kiképzési bázis és eszköz nem mindenben felelnek meg a mai kor követelményeinek. A csapatoknál rendelkezésre álló infrastruktúra mind fizikailag mind morálisan elavult. A beosztásba kerülő testnevelés-vezetők közül csak kevés rendelkezik a szükséges szakmai ismeretekkel. Nem ritka, hogy az alapvetően egyetemi végzettséghez kötött beosztásokba tiszthelyettes kerül kinevezésre. A parancsnokoknak a fizikai felkészítés lényegéről alkotott véleménye sajnos sok esetben csak a sportra és a szabadidős tevékenységre korlátozódik. Természetesen ennek az ismerethiánynak az egyik oka a tisztképzés hiányosságában keresendő és abban, hogy a fizikai felkészítés vagy más néven a „katonai testnevelés” jelen pillanatban nem rendelkezik a szükséges elméleti, strukturális és szakterminológiai bázissal, amivel már régen rendelkeznie kellene. E téma kutatása, tudományos szintű feltárása és javaslattétel a döntéshozók számára, fontos feladata a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem keretén belül működő Katonai Testnevelési és Sportintézetnek.

A NATO tagállamok hadseregeinek felkészítési rendszereit természetesen tanulmányozni kell és a Magyar Honvédség számára értékes, és hasznos elemeket alkalmazni lehet, de a teljes és kritika nélküli adaptálás itt sem vezet eredményre.

A felmérésben résztvevők számára megfogalmazott 14 kérdés természetesen nem a szakismereti szint felmérésére szolgált, hanem arra irányult, hogy egzakt eredményeket kapjunk a kiképzési ág megítéltségére vonatkozóan, illetve, hogy következtetéseket lehessen levonni, hogy a MH személyi állománya milyen jelentőséget tulajdonít a szerintünk a katonai-szakmai alkalmasságot is jelentősen determináló fizikai felkészültséget illetően.

A FELMÉRÉS EREDMÉNYE

A válaszadókat a jobb és teljesebb körű elemzés lehetősége céljából négyféle szempont szerint csoportosítottuk:

- Korcsoport szerint:
 1. korcsoport: 29 éves korig
 2. korcsoport: 30-tól 39 éves korig
 3. korcsoport: 40-tól 45 éves korig

4. korcsoport: 45 éves kor felett.

- Haderőnemi hovatartozás szerinti megoszlás:
 - Szárazföldi haderőnem
 - Légierő
- Csapattagozat szerinti megoszlás:
 - Vezérkar
 - Hadosztály
 - Csapat
- Hierarchia szerinti megoszlás:
 - Vezető
 - beosztott

A részletes eredmények a 1–4 számú mellékletekben találhatók.

A felkészítés eredményeképpen kialakuló fizikai kondicionális állapot nem megfelelő szintjének hiányát a megkérdezettek nagy többsége nem ítéli meg a rendszeren belüli jelentős feszültségnek. (371. kérdés) Figyelemre méltó, hogy csak az első korcsoportos válaszadók értékelik veszélyesnek ezt a tendenciát 61 %-os értékkel, valamint az, hogy a Vezérkaroknál (43%) és a vezető beosztásokban szolgálók (44%) lényegesen kisebb jelentőséget tulajdonítanak e kérdésnek. A válaszokban rejlő kontraszthatás egyértelmű, ha megvizsgáljuk, hogy a válaszadók hogyan értékelik a MH személyi állományának aktuális állapotát. Ugyanis arra a kérdésre, hogy az állomány egy része képtelen lesz teljesíteni a jelenleg érvényben lévő követelményeket 90%-os volt a pozitív válaszok átlagos aránya, legmagasabb érték 95% az első korcsoportos, míg a legalacsonyabb érték 88% a harmadik korcsoportos válaszadóknál. (372. kérdés)

Az elméleti és módszertani felkészítés jelentős szakmai hiányosságáról árulkodik a negyedik kérdésre adott válaszok vizsgálata. A kérdés lényege, hogy a megkérdezettek véleménye szerint egy hónapos felkészítés elegendő a felzárkóztatásra és az aktuális követelmények teljesítésére. Természetesen nem várható el az edzéselmélet és teljesítmény élettan szakszerű és mély ismerete, de a tanintézeti képzés során olyan alapvető ismereteket kellene szerezni a leendő tiszteknek és tiszthelyetteseknek, amelyek lehetővé tennék számukra kondicionális képességeik szinttartásának és fejlesztésének alapszintű törvényszerűségeinek ismeretét. A kapott válaszok százalékos aránya ennek ellenkezőjéről árulkodik. (374. kérdés)

A fizikai felkészítés egyik neuralgikus pontja a követelmények teljesítésének teljes körű végrehajtása. Minden szinten voltak, vannak, de a hadsereg profeszszionálissá válásának eredményeképpen már nem lesznek olyan személyek, akik magukra nézve nem érzik kötelező jellegűnek e követelmények teljesítését. Természetesen vannak olyanok, akik jelenlegi kondicionális állapota olyan mér-

tékben leépült, hogy az ellenőrzések jelentős tekintélyvesztés kockázatával járnának számára. És vannak olyanok, akik tévesen úgy gondolják, hogy a követelmények teljesítése csak a beosztott állomány kötelessége. Arra a kérdésre, hogy a válaszoló véleménye szerint mindig lesznek-e olyanok, akik kibújnak a követelmények teljesítése alól, a válaszok csaknem minden megoszlási szempont szerint majdnem száz százalékosan pozitívak. (373. kérdés)

Ehhez a kérdéshez kapcsolódik a fizikai állapot és teljesítőképesség figyelembe vétele a személyügyi munkában, a beosztásokba történő kinevezésekkor, főleg abban az esetben, amikor több jelölt közül kell kiválasztani. Az erre irányuló kérdésekre adott válaszok (379–380. kérdés) valószínűleg tükrözik azt az állapotot, ami az előmeneteli és minősítési rendszert jellemzi. Tehát, hogy az értékelés és minősítés nem teljes mértékben objektív mérési kritérium rendszeren alapul. Érdekes, hogy a csapatoknál szolgáló válaszadók teljes mértékben negatív választ adtak erre a kérdésre (380. kérdés) és az, hogy a vezető beosztásúak mindössze 4 és 5 százalékban vélik azt, hogy a beosztásokba történő kinevezésekkor a minősítés eme szegmensét is figyelembe veszik a döntéshozók.

Arra a kérdésre, hogy az életvitel és a fizikai aktivitás, hatással van-e a munkavégzésre a válaszolók bizonytalan válaszokat adtak. (375. kérdés) Érdekes, hogy a beosztottak nagyobbban érzik ezt a hatást, mint a vezető beosztásban lévők, 60%. Jelentős eltérést mutatnak a válaszok a haderőnemi megoszlás tekintetében. Míg a szárazföldi haderőnem képviselőinek 63%-a érzi ezt a hatást jelentősnek, addig a légierőnél szolgálók közül ez az arány csak 49%. Valószínű, hogy e mögött a tény mögött az húzódik meg, hogy a szárazföldi fegyvernemek az alaprendeltetés feladatainak végrehajtása során jelentősebb mértékben vannak kitéve a fizikai felkészültséggel szembeni kihívások hatásainak, mint a légierőnél szolgálók. Ezért a mindennapos regenerációnak és rekreációnak nagyobb jelentősége van a szárazföldi haderőben, ez viszont hatással lehet az adott állomány életvitelére és életmódjára. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy a légierő képviselői kevésbé felkészültek, és kondíciójuk nem felel meg az elvárásoknak.

A 376 és 377 kérdések a fizikai felkészítés egyik sarkalatos elméleti problémájáról, a differenciált követelménytámasztás szükségességéről vagy szükségtelenségéről igyekszik a megkérdezettek véleményét megtudni. A válaszadók elvetik az egységes követelményrendszer szükségességét (376. kérdés). Bár ez éppen ellentétes a jelenleg érvényben lévő egységes követelményrendszerrel. Az a véleményük, hogy a követelményrendszer kialakításakor, azt jelentősen differenciálni kell. (377. kérdés) Természetesen valószínű, hogy a válaszadáskor a megkérdezettek az életkori és más szempontok figyelembevételével kialakított differenciálásra gondoltak elsősorban. Itt azonban lényegesen többről van. A rendszernek úgy kell felépülnie, hogy konkrét tudományos kutatások eredményeképpen, képesek leszünk fegyvernemekre és szakcsapatokra lebontott, az adott fegyvernem és szakcsapat alaptevékenységének mindenirányú vizsgálatán

alapuló felkészülési rendszereket létrehozni, és ehhez igazított követelmény-rendszert kidolgozni. Ezt a koncepciót igazolják azok a válaszok, amelyeket a speciális, az adott katonai szakmára jellemző szakmai képességek meglétével kapcsolatos kérdésre adtak a válaszadók. (378. kérdés) A válaszok majdnem száz százalékban elismerik ezen képességek meglétét, amelyek kialakításában fejlesztésében és szinten tartásában a speciális fizikai felkészítésnek meghatározott szerepe kell, hogy legyen.

Jelentős ellentmondás tapasztalható abban, hogy a katonai felső vezetés a fizikai felkészítést, katonai testnevelést a fő kiképzési ágak közé sorolja, viszont a hétköznapi életben a kiképzési ág megítélése nem ezt a helyzetet tükrözi. (381. kérdés) a pozitív válaszok legnagyobb aránya 42%, a IV. korcsoportú válaszadók körében. Kirívó, hogy a légierő képviselőinek csak 19 százaléka véli úgy, hogy fő kiképzési ágról van szó. Természetesen ennek oka sokrétű. Ezt a megítélést utasításokkal, intézkedésekkel, hatalmi szóval nem lehet megváltoztatni.

Figyelemre méltó, hogy az e témakörben laikusnak mondható válaszadók jelentős különbséget látnak a testnevelés és a katonai testnevelés között, alátámasztva a szakemberek által képviselt véleményt arról, hogy itt céljai, eszközei és módszerei tekintetében az általános testnevelés egy sajátos ágáról van szó, amely sajátos elméleti tartalommal, fogalom és szakterminológiai apparátussal rendelkezik. (382. kérdés)

A megkérdezettek többsége úgy véli, hogy a testnevelők nem veszik figyelembe a speciális katonai követelményeket, amely a szakemberképzésben fellelhető fehér foltra hívja fel a figyelmet. (383. kérdés) Sajnos sok esetben tényként kell elismerni, hogy a testnevelői állomány egy része nem rendelkezik a szükséges speciális katonai szakismeretekkel, vagy a megfelelő csapatgyakorlattal. Ez a tény jelentősen befolyásolhatja a szakemberek elfogadottságát és hitelességét.

Jelentős ellentmondás tapasztalható annak a megítélésében, hogy az állomány bizonyos része nem tud majd megfelelni a követelményeknek (372. kérdés) és a között, hogy a válaszadók szerint az állomány 90 és 100 százalék közötti arányban, rendelkeznek azokkal az ismeretekkel, amelyek a kondicionális állapotuk javításához szükséges. (384. kérdés)

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elvégzett kutatás rávilágított a fizikai felkészítés aktuális problémáira, amelyek megoldása nélkül nem képzelhető el a Magyar Honvédség professzionális átalakítása. Nem túldimenzionálva és misztifikálva a kiképzési ág jelentőségét ki kell jelenteni, hogy a deklarált jelentőség és a tényleges rendszer működése között jelentős eltérés mutatkozik.

Szükséges lenne a fizikai felkészítés helyének és szerepének pontos meghatározására a hadtudomány rendszerén belül, ami lökést adhatna a szakterület további elméleti fejlődéséhez. Reális és egzakt tudományos kísérletek rendszerével vizsgálni kell a speciális katonai tevékenység hatásait a kondicionális állapotra a fizikai és pszichés terhelések vonatkozásában, a képzési és követelményrendszer célirányosabbá, és hatékonyabbá tétele érdekében.

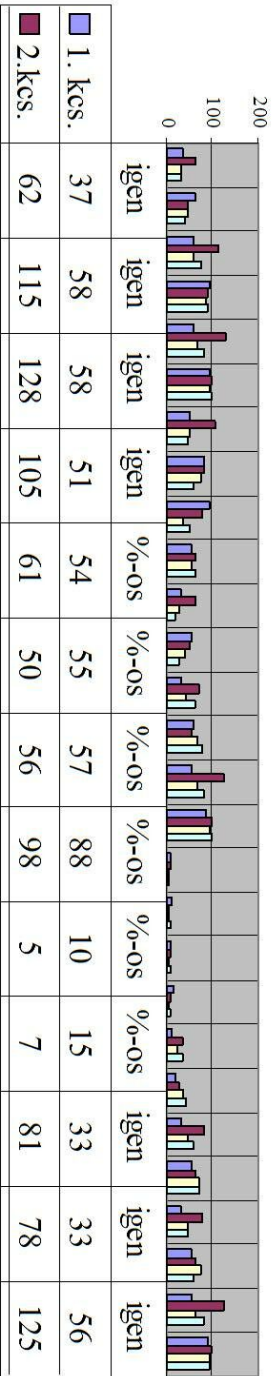
Várhatóan a követelmények folyamatos szigorodásának hatására külön figyelmet kell majd szentelni a felzárkóztatásra az állomány azon részénél, akik a mozgáshiány, táplálkozási rendellenességek, és egyéb életmódbeli sajátosságok miatt jelentős kondicionális defektusokkal rendelkeznek.

Az elkövetkezendő időszak fontos feladata lesz olyan ellenőrzési rendszer kidolgozása, amely az MH teljes személyi állományát ténylegesen érinti, és az objektív minősítési rendszer szerves részévé válik, annak minden negatív és pozitív következményével együtt. Ehhez kapcsolódóan olyan motiválási rendszert kell kialakítani, amely erősíti a folyamatos szinttartás igényét. A parancsnoki munka minden szintjén tudatosítani kell, hogy az átlagon felüli teljesítmény mindenféleképpen növeli az adott parancsnok hitelességét, és elfogadottságát és végső soron hozzájárulhat a csapatmunkában is nélkülözhetetlen tekintély eléréséhez.

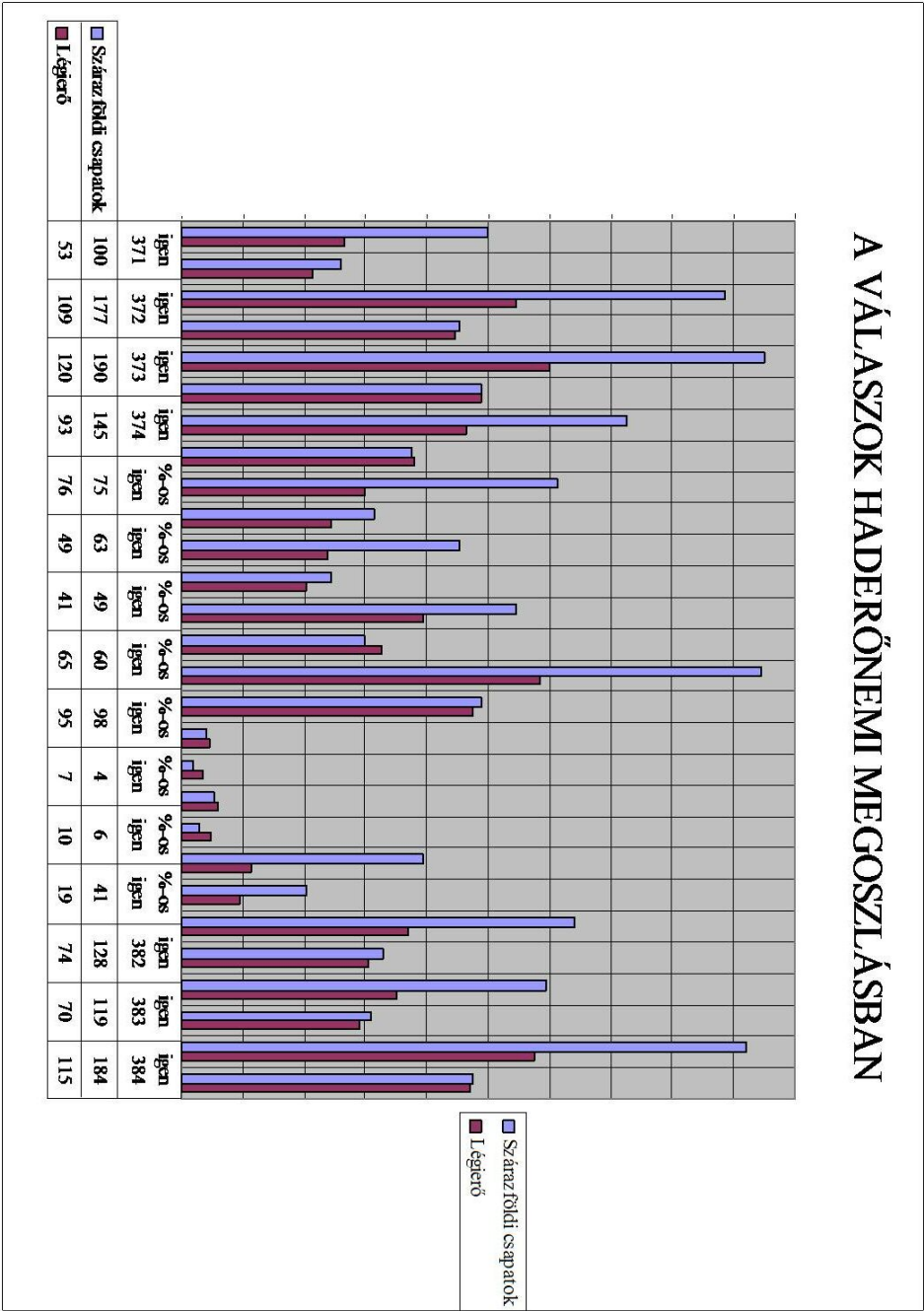
A szakterület irányítóinak kiemelt figyelmet kell szentelniük a szakemberképzés rendszerének tökéletesítésére, hiszen jelenleg a testnevelői kar megítélése nem egységes, és sok helyen nem fogadják el a szakterület képviselőit tényleges katonai szakembereknek. Ezen csak igényes, a katonai szakterülethez szervesen kapcsolódó elméleti és gyakorlati tevékenységgel lehet változtatni. Fontos feladat a szakterület helyének és szerepének pontosítása a hadtudomány rendszerében és a tudományosság minden kritériumát kiálló, értékes tudományos tevékenység végzésével elfoglalni azt a helyet, amit a szakterület katonai szakmai jelentősége indokoltá tesz.

MELLÉKLETEK

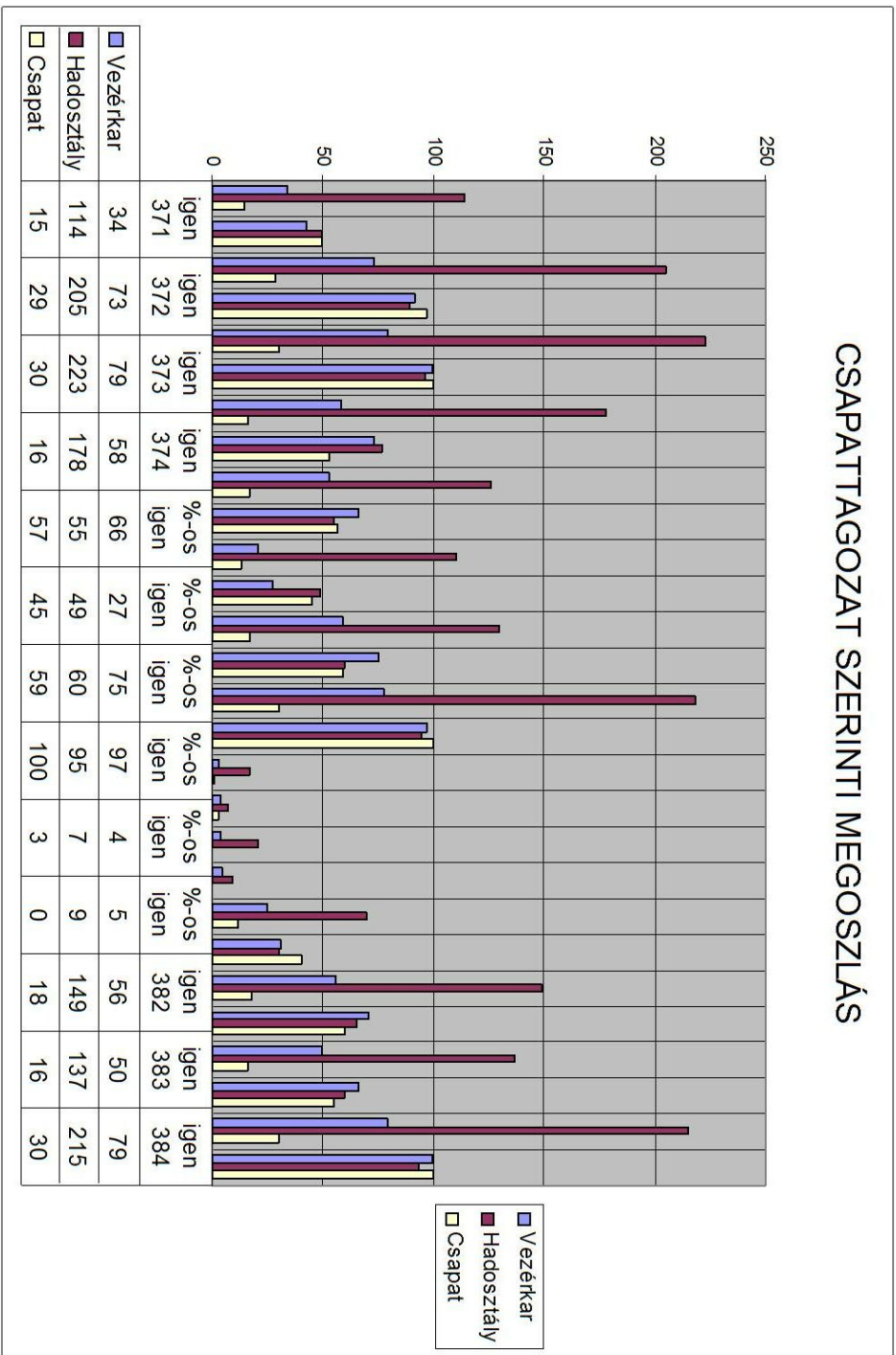
KORCSPORT SZERINTI MEGOSZLÁS

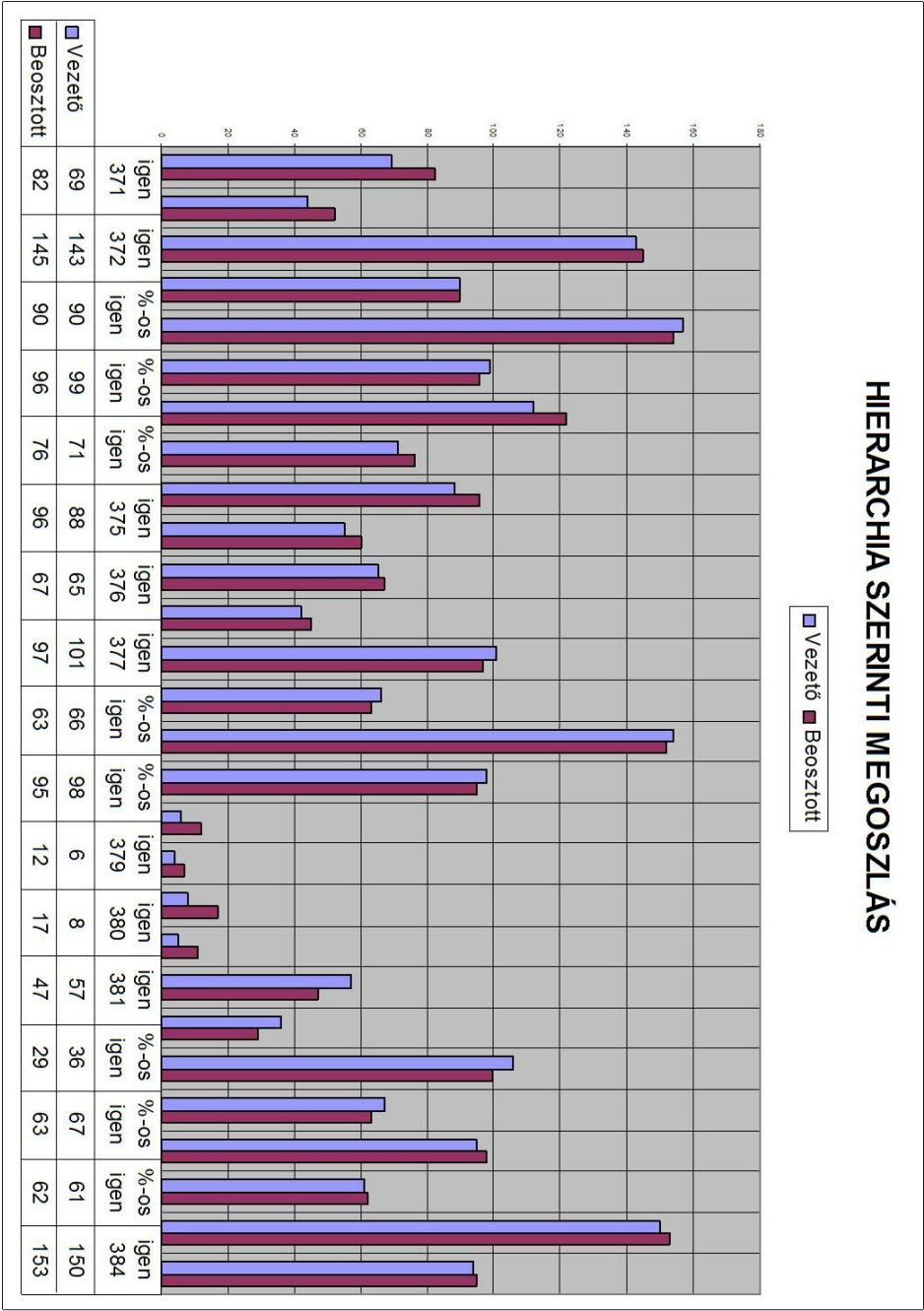


1. kcs. 2. kcs. 3. kcs. 4. kcs.



CSAPATTAGOZAT SZERINTI MEGOSZLÁS





KOMPATIBILITÁS ÉS NATO KOMPATIBILITÁS

Kovács József mérnök őrnagy
egyetemi adjunktus
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar
Fedélzeti Rendszerek Tanszék

A téma aktualitásának indoklása után a Szerző bemutatja a kompatibilitás fogalmát, kiemelt figyelmet szentelve a NATO-ban használatos értelmezésnek. A Szerző bevezeti és példákkal illusztrálja a kompatibilitási szint fogalmát, foglalkozik azokkal a területekkel, amelyekre a NATO szervezetei kiemelt figyelmet fordítanak és azokkal, amelyeknek fokozott jelentősége lehet a Magyar Légierő NATO kompatibilitása megteremtésében.

BEVEZETÉS

Hazánk 1999 márciusában a NATO teljes jogú tagja lett. A NATO tagság elnyerésével azonban nem oldódtak meg azok a feladatok, amelyek teljesítése elengedhetetlen a NATO tagállamaival való sokoldalú - többek között katonai - együttműködéshez. Ezek között a feladatok között már a csatlakozás küszöbén is kiemelt jelentősége volt a Magyar Honvédség NATO kompatibilitása megteremtésének. Ennek a feladatnak a sikeres megoldása a teljes körű katonai együttműködés szempontjából továbbra is döntő fontosságú marad. Bár a Magyar Honvédség egyes egységei és elemei már képesek a NATO keretein belül teljesíteni feladataikat, a meglévő kompatibilitás kiszélesítése illetve a teljes NATO kompatibilitás elérése a jövőben is a Honvédség fontos feladatai között szerepel majd. Ahhoz, hogy ezt a feladatot sikeresen oldjuk meg, tudni kell, hogy mit is értünk "kompatibilitás" alatt, milyen területeken merülhet fel a kompatibilitás kérdése és az egyes területeken milyen konkrét feladatok merülhetnek fel a kompatibilitás megteremtésében. Ezen kérdések tisztázásához kíván segítséget nyújtani ez az előadás is.

A KOMPATIBILITÁS FOGALMA

A kompatibilitás, mint fogalom, eddig elsősorban a műszaki életben, főleg a számítástechnikában nyert értelmezést. A különböző források nagyjából azonosan határozzák meg a kompatibilitás fogalmát. Néhány ezek közül a meghatározások közül.

„kompatibilitás <lat.>: 2. (*vill*) berendezések vagy rendszerek együttműködési képességét jelentő tulajdonság. Két berendezés vagy rendszer kompatibilis, ha az áthaladó információkat azonosan értelmezik, és összekapcsolásuk az együttes rendszer üzemszerű működését nem akadályozza.” [10]

„Villamos berendezések v. rendszerek együttműködési képességére jellemző tulajdonság; összeillés. Ha a rajtuk áthaladó információkat azonosan értelmezik, és összekapcsolásuk az együttes rendszer üzemszerű működését nem akadályozza, akkor a két berendezés kompatibilis.” [7]

„Azokat a készülékeket ... amelyek minden különösebb átalakítás nélkül egymás között kicserélhetők vagy együtt dolgozhatnak, kompatibiliseknek nevezzük....” [8]

„1. valaminek egy másik meghatározott dologgal v. jelenséggel összeférhető, társítható volta...” [4]

A kompatibilitás fogalmának értelmezése a NATO-ban az előző meghatározásoknál még szűkebb körű: „két vagy több alkatrésznek, berendezési elemnek vagy anyagnak ugyanabban a rendszerben vagy környezetben való, egymás zavarása nélküli létezési, illetve működési képessége.” [1]. Ebben a meghatározásban tehát már együttműködésről sincs szó.

A hazai közéletben a „kompatibilitás” fogalma a fentiektől eltérő, szélesebb körű értelmezést nyert, amely azonban az ismertetett meghatározásokkal kapcsolatban van. Ez az értelmezés a „rendszer szemléleten” alapszik, és abból indul ki, hogy nem csak műszaki rendszerek léteznek. Ha például megkülönböztetjük a „honvédelem rendszerét” és a NATO szervezetét is egy sajátos „honvédelmi rendszerként” kezeljük (amit az alapszerződés 5. cikke lehetővé tesz számunkra, akkor a „rendszerek együttműködési képességére jellemző tulajdonság” meghatározás ráillik erre az értelmezésre. Ha tehát a kompatibilitás fogalmának ezt a közéletben elterjedt, „korszerű” értelmezését vizsgáljuk, akkor a következőket kell figyelembe vennünk:

- a „rendszer szemlélet” terjedésével tudomásul kell vennünk, hogy nem csak műszaki rendszerek léteznek;

- ebből kiindulva a „rendszerek együttműködése” kifejezés sem csak műszaki jellegű rendszerekre értendő;
- a rendszerek összekapcsolásának, együttműködésének a célja olyan, új feladatok megoldása, amelyek megoldására a különállóan működő rendszerek nem lennének képesek;
- az ilyen feladatok megoldása céljából a két rendszer egymással aktívan működik együtt, tehát nem csak „egymás mellett” működésről van szó;
- az „információ” kifejezés jelentését a legszélesebb körűen kell értelmezni.

A felsoroltak elfogadása teszi lehetővé számunkra, hogy a NATO tagságot a kompatibilitás fogalmával összekapcsolva a „NATO kompatibilitás” kifejezést használhassuk. Megjegyzendő, hogy a közéletben az előzőeknek megfelelően, széleskörűen használt „kompatibilitás” — fogalom tartalmának inkább felel meg az „interoperabilitás” kifejezés:

„... a nemzetközi együttműködési készségre utaló kifejezés. A haderők tekintetében feltételezi, hogy a meghatározott szövetségben belül a katonai szervezetek vezetése és haditechnikai eszközökkel való felszereltsége lehetővé teszi a szoros együttműködést, a törzsek közötti normális kommunikációt,...vagyis mindazt, ami a kitűzött cél elérését optimális erőbevetéssel lehetővé teszi.” [5]

Illetve a NATO-ban használatos meghatározás szerint: „a rendszereknek, egységeknek vagy erőknél a más rendszereknek, egységeknek vagy erőknél való szolgáltatások nyújtási, illetve azoktól való szolgáltatások fogadási képessége, továbbá az így kicserélt szolgáltatások oly módon történő felhasználása, amely lehetővé teszi a hatékony együttműködést.” [1]. Megállapítható hogy ennek a fogalomnak a NATO — értelmezése megint csak szűkebb a hazai értelmezésnél.

Ha tehát a NATO-ban használatos meghatározásokat vizsgáljuk, akkor a kompatibilitás megteremtése csak az első lépés az együttműködéshez, amelyet feltétlenül követnie kell az interoperabilitás megteremtésének.

A közéleti szóhasználat elterjedtsége és rögzültsége miatt a „kompatibilitás” illetve „NATO kompatibilitás” kifejezéseket a továbbiakban eszerint a legszélesebb körű értelmezés szerint használjuk.

A KOMPATIBILITÁS SZINTJEI

Nevezzük a továbbiakban kompatibilitási szinteknek azokat a területeket, amelyeken két rendszer összekapcsolása során felmerülhet a kompatibilitás megteremtésének feladata. A „kompatibilitási szint” fogalma tükrözi az egyes területek egymásra épülésének lehetőségét és azt hogy ezek a területek egymástól nem

függetlenek. A kompatibilitási szint bevezetése, az egyes szintek vizsgálata lehetővé teszi számunkra a kompatibilitás megteremtésében jelentkező feladatok pontosabb megfogalmazását, azok megfelelő módon történő rendszerezését és egymásra építését; a kompatibilitás megteremtésében elért eredmények objektívabb értékelését.

A kompatibilitás elért mértékét, fokát vizsgálva megkülönböztethetünk nem kompatibilis, részlegesen kompatibilis, feltételesen kompatibilis és teljesen kompatibilis rendszereket. Ha két rendszer egymással nem kapcsolható össze, mert az összekapcsolás veszélyezteti valamelyik rendszer normális működését, akkor a két rendszer *nem kompatibilis*. *Részleges kompatibilitásról* akkor beszélhetünk, ha két nagyobb struktúra egyes, viszonylag különálló alrendszerei képesek ugyan az együttműködésre, de ez nem jelenti a nagyobb struktúrák összekapcsolását (például mert a két alrendszer az együttműködés ideje alatt nem képes részt venni a nagyobb struktúra működésében). *Feltételes kompatibilitásról* akkor beszélhetünk, ha két rendszer csak bizonyos, előre meghatározható feltételek teljesülése esetén képes az együttműködésre. Ha a két rendszer saját feladatainak ellátásán kívül egymással is együttműködhet, hogy ezáltal az összekapcsolt rendszerek új feladatok megoldására váljanak alkalmassá, akkor *teljes kompatibilitásról* beszélhetünk.

Megkülönböztethetjük a kompatibilitás egyes szintjeit attól függően is, hogy a kompatibilitás kérdése az élet mely területén jelentkezik. Ezt a felosztási szempontot vizsgálva azt mondhatjuk, hogy az élet mindazon területein felmerülhet a kompatibilitás kérdése, ahol „rendszereket” különböztethetünk meg és a rendszerszemléletet alkalmazhatjuk. Ennek függvényében beszélhetünk például *társadalmi (politikai), gazdasági, szellemi vagy műszaki* kompatibilitásról. Ezek széles kompatibilitási szintek, ennek megfelelően további szintekre, alszintekre bonthatók.

A NATO legmagasabb politikai döntéshozó testülete, az Észak-atlanti Tanács maga is foglalkozott kompatibilitási kérdésekkel az 1999. április 23-24-i Washington D.C.-ben tartott ülésén. A Tanács által elfogadott Tagsági Akcióterv (MAP) című dokumentum célja „az aspiráns országok segítése a lehetséges jövőbeli tagságra való felkészülésben” [3]. Ebben a dokumentumban a Tanács öt területet jelöl meg az aspiráns országok tagságra való felkészülésében. Ezek:

- politikai és gazdasági kérdések;
- védelmi/katonai kérdések;
- erőforrási kérdések;
- biztonsági kérdések;
- jogi kérdések.

Az egyes kérdéscsoportok tartalmát vizsgálva megállapíthatjuk, hogy ezek a területek is tekinthetők egyfajta kompatibilitási szinteknek. Az egyes szinteken

elért NATO kompatibilitás tekinthető a jövőbeli NATO-tagság eléréséhez szükséges követelménynek, bár a dokumentum szerint: „A programot nem lehet úgy tekinteni, mint egy tagsági feltételeket tartalmazó listát.” [3]

A MAGYAR LÉGIERŐ NATO KOMPATIBILITÁSA

A Magyar Honvédség szempontjából természetesen nem szükséges a kompatibilitási szintek ilyen széles körű vizsgálata. Elegendő azokra a szintekre koncentrálni a figyelmet, amelyek a Magyar Honvédség NATO kompatibilitása megteremtése céljából jelentőséggel bírnak. A Magyar Honvédségen belül a Magyar Légierő NATO kompatibilitását vizsgálhatjuk, mint a *haderőnemi kompatibilitás* egyik szintjét. A haderőnemi kompatibilitás fogalmát a [2] irodalom adja meg: „... az erők és eszközök azon képességeit szintetizálja, amelyek alapján lehet a haderőnemet, fegyvernemeket, vagy kijelölt részeit, NATO, vagy nemzeti alárendeltségben, de a NATO-csapatokkal való együttműködésben, közös célok elérése érdekében együttesen alkalmazni.”

A [2], [6] és [9] irodalom a légierő kompatibilitásának három szintjével foglalkozik: a *szellemi*-, a *strukturális*- és az *alkalmazási kompatibilitással*.

Ezenkívül a légierő kompatibilitásának problémakörén belül megkülönböztethetjük például a *doktrínális*-, a *vezetési-tervezési*- és a *végrehajtói kompatibilitás* szintjeit. Doktrínális kompatibilitás alatt értjük a magyar légierő-doktrína „összeillését” a NATO légierő-doktrínájával. Ide tartozik a légierő alkalmazási elveinek és eljárásainak kompatibilitása. A vezetési-szervezési kompatibilitás a vezetési rendszerek együttműködési képességét, a tervezési módszerek és elvek egymásnak való megfelelését jelenti. A végrehajtói kompatibilitás a repülőcsapatok szintjén jelentkezik. Ezen a kompatibilitási szinten például megjelenhetnek a *humán*-, a *műszaki*- és a *kiszolgálási-üzemeltetési kompatibilitás* alszintjei. Itt a humán kompatibilitás már az egyes emberek „kompatibilitását” jelenti, amelynek egyik eleme lehet például a nyelvi megértés és a szint olyan elemeket is magába foglalhat, mint a hasonló gondolkodásmód és mentalitás. A műszaki kompatibilitás jelentheti például azt, hogy „kereszt-üzemeltetésnél” a NATO különböző nemzetiségű repülő eszközeit a magyar légierő eszközeivel készítik fel, illetve üzemeltetik. A kiszolgálási-üzemeltetési kompatibilitásba pedig beletartozhat például a NATO eszközök üzemeltetési rendszereinek ismerete és — szükség szerinti — alkalmazása is.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kompatibilitás fogalmának széles körű értelmezése és a kompatibilitási szintek további elemzése, valamint az egyes kompatibilitási szinteken jelentkező feladatok pontos megfogalmazása további kutatómunka tárgya lehet, amely segíthet a Magyar Honvédség és ezen belül a Magyar Légierő NATO kompatibilitása megteremtésében. Természetesen nem lehet cél — még egyetlen haderőnem esetében sem — a teljes, minden szintre kiterjedő kompatibilitás azonnali elérése, és ez nem is követelmény. Idővel azonban a Magyar Honvédség egészének, és valamennyi részének, alakulatának és egységének el kell érnie azt a kompatibilitási szintet, amely lehetővé teszi a fenti elemek együttműködését a NATO-val, annak egységeivel és alegységeivel, az egyes emberekig bezárólag. A NATO-kompatibilitás megteremtése hosszú folyamat, amelynek a Magyar Honvédség még csak az elején tart.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] AAP-6 (U) NATO szakkifejezések és meghatározások szógyűjteménye HVK EURO-ATLANTI IMCS. kiadványa, 1997.
- [2] A légierő NATO integrációs feladatai A Magyar Köztársaság Országgyűlés Elnöke és Külügyminisztere pályázatára készített „Mindenidős” légierő jellegű pályázati anyag kézirat
- [3] Az Észak-atlanti Tanács 1999. április 23–24-i washingtoni ülésének dokumentumai: A Tagsági Akcióterv (MAP), NATO-tükör 2. szám, 1999. nyár, Dokumentáció melléklet, pp. D13-D16
- [4] BAKOS Ferenc: Idegen szavak és kifejezések szótára, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1989.
- [5] Hadtudományi Lexikon (MHTT, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1995)
- [6] KRAJNZ Zoltán - TATORJÁN István: A légvédelmi rakétacsapatok integrálásának lehetőségei a NATO egységes légvédelmi rendszerébe tanulmány, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 1998.
- [7] Magyar Larousse II. kötet Akadémiai Kiadó, Budapest, 1992.
- [8] Számítástechnikai Kislexikon Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973
- [9] TATORJÁN István: Néhány gondolat a repülő- és légvédelmi csapatok NATO kompatibilitása lehetőségeiről Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 1997, I. évfolyam 1. szám, pp. 25-32
- [10] Új Akadémiai Kislexikon Akadémiai Kiadó és Scriptum, 1996, multimédiás CD ROM

The Author analyses notion of compatibility and NATO compatibility. He enters the idea of compatibility level and gives some examples of it. In the article there is given special attention to the NATO compatibility of Hungarian Army and Hungarian Air Force.

FELSŐOKTATÁS A HARMADIK ÉVEZREDBEN: KIHÍVÁSOK ÉS LEHETSÉGES VÁLASZOK

Vörös Miklós mérnök alezredes
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Repülőtiszti Intézet

A társadalmi és politikai változások, a tőke, a termelés és az információ globalizálódását kísérő problémák mellett a tudomány forradalmi fejlődésének lehetünk tanúi. A relatív jólétet csak a tudásalapú társadalom teremtheti meg, mely kialakítása és működtetése az intelligencia, a képzettség és a felkészültség eddigi fogalmának átértékelését követeli. A siker kulcsa a gondolkodási mód és az oktatási rendszer változtatásában rejlik.

AZ EGYETEMEK KIALAKULÁSA

A tanítás-nevelés az eszköze annak, hogy valamely közösség megőrizze és továbbadja szellemi és fizikai tudását, tapasztalatait. Eszközöket és perspektívát kínál a társadalom megértéséhez és formáláshoz, a társadalom életében való részvételhez. Az ember természetes élet- és tanulási közege audiovizuális: a közlés, a kommunikáció egyszerre több érzékszervre hat.

AZ ÍRÁSBELISÉG ELŐTTI kultúrák audiovizuálisak: az ismerete átadás—tanulás—nevelés gesztusokkal kísért, cselekvésbe ágyazott beszéddel—érvekkel történik, a hosszabb szövegek ritmikusak és dallamosak. A közösség tagjai személyes kapcsolatban vannak egymással.

AZ ÍRÁSBELISÉG MEGJELENÉSE a kommunikáció csatornáinak beszűküléséhez vezetett. A társadalom tagjai közötti kapcsolatok nem feltétlenül személyesek: valamilyen egységes — irodalmi — kultúrában osztoznak. Az alfabetikus írás az i.e. V. századra terjedt el, erre a korra tehető a klasszikus görög kultúra kialakulásának a kezdete.

A HELLENIZMUS szaktudósokat termelt ki: a matematikust, csillagászt, a geográfust, a fizikust, az orvost, a botanikust. A szaktudományok önállóak, azonban a tudós személye még összekapcsolja őket (Arkhimédész, matematikus, fizikus és mérnök; Eukleidész a geometrián kívül könyvet ír az optikáról és a zenéről is.) Az intézményesített oktatás szűk bázisú volt, a tanulás nem annyira az iskolákban, inkább az intéz

ményekben, az ünnepségeken és a társadalmi összejöveteleken történt. Az ókorban a „felsőoktatás” szakosodott intézményekben zajlott, ahol nem voltak vizsgák, nem állítottak ki bizonyítványokat, nem adományoztak címeket: a tudóst a tudomány központjaiban eltöltött idő minősítette. Ezekre a központokra nem alkalmazhatjuk az egyetem mai fogalmát, de nem azért, mert szakképzést adtak: az universitas kifejezés (a római időkben és a korai középkorban is) személyek valamilyen összességét jelölte.

A KÖZÉPKORNAK napjainkig fennmaradó és ható intézménye az egyetem, az universitas, mely akkorra már testületté vált. A tanárok és a hallgatók különböző privilégiumokkal és sajátos ruházattal rendelkező testületekbe tartoztak. Az egyetem meghatározott tanmenettel rendelkezett, meghatározott tanulmányok elvégzése után kiváltóságokra jogosító címeket lehetett szerezni — ez a ma is fennálló felsőoktatási típus. Az oktatás — mai fogalmak szerint — előadásokból és szemináriumokból áll. A középkor számos egyeteme foglalkozott kizárólag szakképzéssel, a tudományoknak (még a bölcsésztudománynak is) határozott gyakorlati irányultsága volt. A tudomány és a szakképzés közötti merev különbségtétel csak az újkorban jelent meg.

A KORAI KÖZÉPKOR tudományossága az írni tudásban állt (szövegek másolása vagy az oklevélírás tudománya). Az elemi szintű írástudást a helyi iskolák adták a helyi dialektusban, magasabb szintű írástudást az egyetemeken adtak, ahol az oktatás nyelve a latin volt. A kevés kézzel írott könyvből a professzor olvasott fel és magyarázta az elhangzottakat, amit a hallgatók közös tanulása — memorizálása követett. Az egyetem tehát nem csak politikai szervezet volt, hanem a közös tanulás és kollektív memorizálás intézménye is. A hallgató számára elengedhetetlen volt, hogy tanuló társai vegyék körül: ők voltak a tudományos ismeretek eleven hordozói.

A KÖNYVNYOMTATÁS kialakulásával a kollektív tanulást a XVIII. Század közepére az egyéni olvasás váltotta fel. Az egyetem még mindig a tanítás-tanulás központja volt, azonban a szóbeli kommunikáció helyszíne helyett egyre inkább a nagy könyvgyűjtemények lelőhelyét jelentette. A XVI. századtól kezdve a latint fokozatosan kiegészítették és idővel kiváltották az új, irodalmi nemzeti nyelvek, melyek kialakulása a nyomtatott könyvek széleskörű elterjedéséhez köthető. Az újkori nemzetállamok létrejöttében döntő szerepe volt az új nyelveknek. Az egyetem ettől kezdve a legmagasabb szintű nemzeti oktatás helyszínévé vált. A modern egyetemek az egyetemi könyvtár, mint enciklopédikus kutató könyvtár köré szerveződtek (a döntő fordulat a göttingeni egyetemi könyvtár 1737-es alapítása és a Harvard Egyetem könyvtárának 1870–80 közötti átszervezése volt).

AZ IPARI FORRADALOM hatása a XIX. Század végére a fejlett ipari államokban az egyetemek nevelési eszményei (a tanulmányoknak szentelt élet feltételeinek biztosítása, valamint a campus területén a tanárok és diákok személyes kapcsolatának kialakítása) és a tömeges, szakképzett munkaerő igénye közötti feszültséghez vezetett. A kiutat a magas színvonalú felnőttképzés jelentette. Meg-

jelent és egyre szélesebb körben terjedt a távoktatás. A tudás megszerzése továbbra is valamely nemzeti nyelven folytatott, nem interaktív nyomtatott anyagokra épülő tanulást igényelt.

NAPJAINK EGYETEME

A KÖZELMÚLT és napjaink egyetemeinek zöme még a középkori mintát követi: a diákoknak egy adott szellemi központban kell tanulniuk, mert ott vannak az épületek, melyek helyet adnak a könyvtárnak, az előadótermeknek és laboratóriumoknak; ott vannak a professzorok, akiktől tanulhatnak. A klasszikus egyetemi campus oktatási fellegvár, nem annyira a szellemi teljesítményt volt hivatott ösztönözni, hanem a társadalmi, gazdasági és politikai elit utánpótlását biztosítani. A „köegyetem” adott földrajzi helyhez, környezethez kötődik, hatalmas épületegyüttest tart fent, magasan kvalifikált nagy létszámú oktatói kart működtet.

A TANÍTÁS-TANULÁS FOLYAMATA zömében a nyomtatott információ-hordozókhoz kötődik, melyekben az illusztráció (kép) a szöveghez képest alárendelt szerepet játszik. Mint ahogyan Nyíri Kristóf írja:

„... a szöveg rögzíti, leírja a tények összefüggéseit; a kép viszont megmutatja, hogy a dolgokkal hogyan, miképpen bánjunk. A szöveg uralma a kép felett egyszersmind az elméleti tudás uralmát jelenti a gyakorlati tudás felett; ez az uralom azonban kínos és kétes. Kínos, mert elvont tartalmak unalma-veritékes biflázását igényli; és kétes, mivel az elméleti tudásnak, végső soron, mégiscsak gyakorlati készségekre kell támaszkodnia.”

E korlátok meghaladására irányuló mintegy száz éves törekvések a számítástechnika az informatika és a kommunikációs technológia robbanásszerű fejlődésével, integrálódásával teljesebbé válhattak ki.

AZ ÚJ ÉVEZRED KIHÍVÁSAI

A világban az utóbbi 15-20 évben (hazánkban az elmúlt évtizedben) olyan gyökeres változások történtek, melyek a humán intézményrendszer egyik legfontosabb elemét, az oktatást is alapvető megújulásra kényszerítik. A társadalmi és politikai változások, a tőke, a termelés és az információ globalizálódása során az egyik oldalról égető problémák jelentek meg (túlnépesedés, migráció — az emberiség 4/5-e szegénységben él; a természeti erőforrások véges mennyisége,

környezetszennyezés), másfelől pedig a tudomány forradalmi fejlődésének lehetünk és lehetünk napjaikban is tanúi (információs forradalom, új anyagok megjelenése, élettudományi forradalom).

Az egyidőben degradálódó és forradalmi változásokat felmutató világunkban a relatív jólét megteremtője csak a tudásalapú társadalom lehet (szakértők szerint napjainkban a termékek mintegy 80%-át az intellektuális hányad adja). A tudásalapú társadalom megteremtése és működtetése az intelligencia, a képzettség és a felkészültség eddigi fogalmának átértékelését követeli. Amíg a munkaerő piacképességének megtartásához eddig elegendő volt a valamikor megszerzett szakmai tudás 3-5 évente történő megújítása, a jövőben 6-8 évente kell új szakmát elsajátítani, ami társadalmi méretekben csak folyamatos, rövid idejű, hatékony és olcsó képzési formák segítségével valósítható meg. A siker kulcsa a gondolkodási mód és az oktatási rendszer változtatásában rejlik.

Az előzőekben említett globális jelenségek új típusú egyetemek kialakítását követelik. a hosszabb távon ható két legfontosabb tényező:

- az egyetemek átalakulásának nemzetközi tendenciája;
- a működési feltételek alapvető módosulása az országban folyó politikai-gazdasági átalakulás miatt (tulajdonviszonyok változása, NATO tagság, közelgő EU tagság).

A társadalomban jelentkező legfontosabb változások, melyekre reagálnia kell az egyetemeknek:

- jelentősen módosul a termelő és a szolgáltató szféra aránya az utóbbi javára;
- nő a szolgáltatások és a kis szervezetek jelentősége;
- jelentősen csökken az állami munkahelyek száma és nő a vállalkozásoké;
- a környezet-, energia- és környezetkímélő technológiák terjedése;
- a piac szerepének bővebbje a felsőoktatás működésében;
- verseny kialakulása az oktatásban;
- változnak a szakemberekkel kapcsolatos igények;
- nő a menedzseri, a gazdasági és a gazdálkodási ismeretek iránti igény;
- jelentős szerepe van a kommunikációs készségnek (idegen nyelven is!);
- nemzetközi pályára kell szakembereket képezni;
- fel kell készülni a teljes életen át történő tanulásra („life long learning”).

Az informatikai és kommunikációs technológiai (ICT) forradalom hatására az oktatási piac is globalizálódott. az integrált termelésirányítás, a pénzügyi-gazdálkodási rendszerek, a számítógépes tervezés—termelés—szállítás—kereskedelem, Az elektronikus levelezés erőteljes hatást gyakorolt az oktatásra. Európában a tőke és a termékek szabad áramlása mellett az oktatás szempontjából rendkívüli jelentőséggel bír a szolgáltatások és a munkaerő szabad áramlása is.

A globálisan elérhető szolgáltatások köréből kiemelkedően fontos az oktatás. A munkaerő szabad áramlása szempontjából döntő jelentőségű a diplomák és

szakképesítések kölcsönös elismerése. Az egységes európai munkaerőpiac kialakítása a kurrens, mobilizálható foglalkozások standardizálását követeli, ami az adott képesítések megszerzését biztosító oktatási piacot is egyre szabályozottabbá teszi. Az oktatási szolgáltatások nemzeti jellegüket e szakmai területeken fokozatosan elveszítik, nemzetközivé válnak.

A magyarországi felsőoktatást az elmúlt évtizedekben a következők jellemezték:

- stabil, de elaprózott intézményi hálózat;
- széleskörű, általában teoretikus képzés, - sok elmélet, kevés gyakorlat;
- nagy mennyiségű tananyag;
- kevés hallgatói önálló tananyag-feldolgozás;
- túlszabályozottság;
- a kibocsátott szakemberek zöme jól felkészült;
- jó színvonalú tudományos-kutatói tevékenység;
- a korosztály alacsony részvétele a képzésben (kb. 20%);
- alacsony bekerülési és magas működtetési költségek (állami dotáció);
- tömegképzés, a végzettek viszonylag könnyen el tudtak helyezkedni;

Az ICT egyidőben hat az oktatási-tanulási folyamatok mindegyik elemére:

- az információhordozókra;
- az információ átadás közegére;
- a tanár szerepére;
- a tanár-tanuló kommunikációra;
- az oktatás/tanulás módszertanára;
- az oktatás környezetére;
- megjelent a standard informatikai eszközök használatának igénye.

Az ICT eredményeképpen kialakult és rohamosan fejlődik a virtuális tanulási környezet. Az ICT támogatta oktatás új paradigmája a hatékonyság: kit, mennyi idő alatt, mennyiért juttatott adott ismerethez, mely azonnal értékesíthető a munkaerőpiacon.

EGY LEHETSÉGES EGYETEMKÉP

Az ICT hatására kialakul, és rohamosan fejlődik a virtuális tanulási környezet. Megjelenik, és általánossá válik az interaktív audiovizuális tanulási közeg, a kibertér, mely nem csak szövegeket, de képeket, hangokat és animációkat is közvetít. Az ilyen audiovizuális világ az ember természetes életvilágához tartozik.

A globalizálódó gazdaság és a számítógépes világhálón kialakuló virtuális tanulási/ismeretszerzési környezet hatására a nemzeti egyetemek jelentősége csökken. A virtuális egyetem a felnőttképzés, a távoktatás jövő évezredű változata: nem áthidalja, hanem kiküszöböli a távolságokat. Az oktatás elsősorban a

hálózaton keresztül történik, azonban nem nélkülözhető az oktatók és a hallgatók személyes találkozásai. A virtuális egyetem — kihasználva az interaktív audiovizuális közeg lehetőségeit — radikálisan túllép a nyomtatott könyv (lineáris szöveg) világán, a szövegközpontú gondolkodás tudatos meghaladását igényli.

A virtuális egyetemi rendszerben az oktatás nyelve az adott nemzeti nyelv, azonban nélkülözhetetlennek tűnik egyfajta világháló-angol nyelv ismerete is, alapvetően gazdag technikai szókinccsel.

Megváltozik az oktatás-tanulás pedagógiája és pszichológiája is: a virtuális tanulási környezettel is: a virtuális egyetem valóságos konzultációs központok hálózatával fog rendelkezni.

Várható, hogy a távoktatás idővel főszerepet fog játszani a felsőoktatásban. A hagyományos egyetemek, és a szakosodott távoktatási intézmények összeolvadása és az így létrejött intézmények együttműködése olyan virtuális és valós tanulási környezetet hozhat létre, melyben a tananyagok bősége és rendezettsége lehetővé teszi a spontán tanulást. A vizsgák és diplomák iránti igényt felváltja az újonnan elsajátított tudás és készségek munkahelyi elismerése.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Mikor, hol, miért és hogyan történt, Reader's Digest Kiadó Kft., Budapest, 1996.
- [2] SIMONYI Károly: A fizika kultúrtörténete, Gondolat, Budapest, 1996.
- [3] Műegyetem 2000 konferencia 1999. Január 20-21, BKE Digitális Gyorsnyomda, Budapest, 1999.
- [4] Online irodalom
- [5] NYÍRI Kristóf: Globális tanulás és helyi közösségek
- [6] www.mtsystem.hu/uniworld2/course/unit1 NYÍRI Kristóf: Nyitott és távoktatás – történeti nézőpontból
- [7] www.mtsystem.hu/uniworld2/course/unit2 FRANK Tibor: Az egyetemi hagyomány védelmében: ellenérvek és ellenérzések
- [8] www.mtsystem.hu/uniworld2/course/unit3

Besides of changes in society and politics and globalization of finance, production and information one can experience revolution in evolution of science. The relative welfare can be made only by the knowledge-based society, which can be reached revising present concepts of intelligence, education and learning. The key to success is in change of teaching and in change of system of education.



SZOLGÁLTATÁSAINK MAGÁNSZEMÉLYEK RÉSZÉRE:

- Lakossági bankszámla vezetése forintban és devizában
- Pénztári ügyletek
- Bankkártyák
- Forint - és devizahitelek
- Bankszámlahitel, lakossági hitel, személyi kölcsön
- Értékpapírok, befektetési jegyek forgalmazása
- Lízing ügyletek
- Nyugdíjpénztár

Szeretettel várjuk meglévő és leendő Ügyfeleinket Szolnoki Fiókunkban!

Címünk: 5000 Szolnok, Szapáry u.22. Tel:56/341-862, 56/341/867

SZOLGÁLTATÁSAINK VÁLLALKOZÁSOK RÉSZÉRE:

- Számlavezetés
- Fizetési megbízások
- Elektronikus bankszolgáltatás
- Betéti szolgáltatások
- Befektetések
- Hitelezési tevékenység
- Okmányos ügyletek
- Treasury szolgáltatások
- Letétkezelés
- Tőkepiaci szolgáltatások
- Pénzügyi lízing (gépek, járművek, ingatlan) tartós bérlet, ingatlanfejlesztés

Szeretettel várjuk meglévő és leendő Ügyfeleinket Szolnoki Fiókunkban!

Címünk: 5000 Szolnok, Szapáry u.22. Tel:56/341-862, 56/341/867



SZOLGÁLTATÁSAINK ÖNKORMÁNYZATOK RÉSZÉRE:

- Számlavezetés
- Befektetések
- Hitelezés
- Bankgaranciák kibocsátása
- Cél- és címzett támogatásokkal megvalósuló beruházások bonyolítása
- Pénzügyi tanácsadás, portfólió kezelés
- Vagyonfelmérés, vagyonhasznosítás
- Lízing finanszírozás
- Kötvénykibocsátás
- Önkormányzati kincstár

Szeretettel várjuk meglévő és leendő Ügyfeleinket Szolnoki Fiókunkban!
Címünk: 5000 Szolnok, Szapáry u.22. Tel:56/341-862, 56/341/867