



ZMNE REPÜLŐTISZTI INTÉZET

REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

*A XX. SZÁZAD HADITECHNIKAI FORRADALMÁNAK
HATÁSA A XXI. SZÁZAD KATONAI REPÜLÉSÉRE
KONFERENCIA KIADVÁNYA*

KÜLÖNSZÁM I.

2001



**A ZRÍNYI MIKLÓS
NEMZETVÉDELMI EGYETEM
TUDOMÁNYOS KIADVÁNYA**

Repüléstudományi Közlemények
Különszám I.
2001

**A ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM
TUDOMÁNYOS LAPJA**

Szerkesztette:

Békési Bertold
Szabolcsi Róbert

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, 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
Tervezőszerkesztő: Békési Bertold
Készült a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Repülőtiszti Intézet Nyomdájában, 250 példányban
Felelős vezető: Szepesi János

ISSN 1417-0604

TARTALOMJEGYZÉK

A „XX. század haditechnikai forradalmának hatása a XXI. század katonai repülésére” tudományos konferencia kiadványa	5
A konferencia programja	7
Kende György—Gönczi Sándor—Vigh Zoltán	
Hazánk bekapcsolódási lehetőségei a NATO kutatás-technológiafejlesztési szervezet alkalmazott járműtechnológiák panel tevékenységébe	15
Mráz István	
A „stratégia” készítésének állandó és változó elemei	25
Madarász Gabriella	
A Magyar Rendőrség viszonya a stratégiai vezetéshez	31
Szani Ferenc	
Stratégiai vezetés és a Magyar Néphadsereg	39
Tóth Sándor	
Stratégia politikai korlátok között	53
Rácz János	
Korszerűsített, veszélyes földmegközelítésre figyelmeztető rendszerek	59
Kulcsár Balázs	
LQ Servo and LQG/LTR Controller Design for an Aircraft Model	67
Németh Márton	
Gázturbinás sugárhajtóművek áramlástani vizsgálata a légi járművek által keltett zaj csökkentése céljából	79
Kavas László	
Hajtómű rezgésfigyelő rendszerek	91
Kiss J. Ervin	
Az arab-izraeli konfliktusok elemzése repülő és légvédelmi szempontból	99
Varga Ferenc	
A légi harc változása az I. vh.-tól napjainkig. A vadászrepülőgépekkel szemben támasztott követelmények, tervezési koncepciók és a harci alkalmazás tapasztalataink kölcsönhatásai	107
Szilvássy László—Békési Bertold	
Üzemeltethetőség	115
Szabó László	
Repülőszimulátorok alkalmazásának szükségessége a NATO-ban vállalt feladatok teljesítésére	125

Laczik Bálint	
Kardánfelfüggesztésű pörgettyű vizsgálata Maple V. rendszerben	131
Várhegyi István	
Információs környezetvédelem, információs katasztrófa	139
Gausz Tamás	
Örvényelméletek alkalmazása helikopter rotorok aerodinamikai vizsgálatára	149
Szilágyi Dénes	
Koaxiális rotorok aerodinamikai vizsgálata	157
Varga Béla	
A gyűrűs vezérlőautomata kialakításának aerodinamikai összefüggései	165
Ferenczy Gábor	
Az Internet mint a felderítés új adatforrása	177
Kovács József	
A NATO szabványosítási rendszere és a NATO-kompatibilitás	185
Balogh Károly	
Harmadik generációs távközlési technikák és hatásuka kommunikációs felderítésre	195
Palik Mátyás	
A pilótánélküli repülőeszközök alkalmazásának sajátosságai nemzeti légtérben	205
Ványa László	
Pilótánélküli repülőeszközök elektronikai hadviselési alkalmazása szakértői rendszer támogatásával	213
Rezümé	221
Resume	229
Szerzők	237
Authors	239

A „XX. SZÁZAD HADITECHNIKAI FORRADALMÁNAK HATÁSA A XXI. SZÁZAD KATONAI REPÜLÉSÉRE” TUDOMÁNYOS KONFERENCIA PROGRAMJA

A KONFERENCIA VÉDNÖKEI

FARKAS TIVADAR

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

A KONFERENCIA HELYE:

ZMNE Repülőtiszti Intézet, Szolnok

A KONFERENCIA IDEJE:

2001. április 21.

A KONFERENCIA TÁMOGATÓI:

RAIFFEISEN BANK RT

GENERALI-PROVIDENCIA BIZTOSÍTÓ RT

MOTOSPRINT KFT

AGROGLOBE KFT

GRADUAL BT

ROHDE & SCHWARZ

HM ELEKTRONIKAI LOGISZTIKAI ÉS VAGYONKEZELŐ RT

MIKROSULI Oktatásszervezési Stúdió

MAGYAR REPÜLÉSTÖRTÉNETI MÚZEUM ALAPÍTVÁNY

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

A KONFERENCIA PROGRAMBIZOTTSÁGA:

Pintér István, tanszékvezető-helyettes, egyetemi tanár
Óvári Gyula, tanszékvezető, egyetemi tanár
Rohács József, BME, tanszékvezető, egyetemi tanár
Szabó László, egyetemi adjunktus, tanszékvezető-helyettes
Pásztor Endre, egyetemi docens
Kurutz Károly, BME, egyetemi tanár
Sánta Imre, BME, egyetemi docens
Gausz Tamás, BME, egyetemi docens
Berek Lajos, kari főigazgató, főiskolai tanár
Sipos Jenő, főigazgató-helyettes, főiskolai docens
Hadnagy Imre József, tanszékvezető, egyetemi docens
Szabolcsi Róbert, tanszékvezető, egyetemi docens
Forgon Miklós, tanszékvezető, főiskolai tanár
Szabó Miklós, rektor, egyetemi tanár
Szilágyi Tivadar, tudományos rektorhelyettes, egyetemi tanár
Sándor Vilmos, oktatási rektorhelyettes, egyetemi tanár
Turcsányi Károly, tudományos dékánhelyettes, egyetemi tanár
Várkonyiné Kóczy Annamária, BME, egyetemi docens

A KONFERENCIA SZERVEZŐBIZOTTSÁGA:

Elnök: Szabolcsi Róbert

Tagok: Békési Bertold, Szegedi Péter, Bartal Szilvia
Varga Béla, Palik Mátyás, Martonosiné Jeszenyi Ildikó

A KONFERENCIA SZERVEZŐI:

ZMNE BJKMFK, Fedélzeti rendszerek tanszék
ZMNE BJKMFK, Repülő sárkány-hajtómű tanszék
MHTT, Repüléstudományi csoport, Szolnok
ZMNE HTK, Repülő tanszék
ZMNE, Repülőtiszt Intézet

A KONFERENCIA KIADVÁNYÁNAK SZERKESZTŐI:

Békési Bertold
Szabolcsi Róbert

A KONFERENCIA PROGRAMJA

PLENÁRIS ÜLÉS

Elnök: Németh Miklós

Társelnök: Galovitz János

9⁰⁰—9¹⁰ Megnyitó — Szabó József

9¹⁰—9³⁵ Farkas Tivadar

A Magyar Honvédség humán erőforrás gazdálkodása

9³⁵—10⁰⁰ Talla István

Légierő fejlesztési elképzelések

10⁰⁰—10²⁵ Rohács József

Informatikai hálózatok és intelligens eszközök — a modern harcászat alapjai

10²⁵—10⁵⁰ Keszthelyi Gyula

Korszerű légvédelem — korszerű logisztika

10⁵⁰—11²⁰ Szünet

11²⁰—11⁴⁵ Antal Zoltán

A repülőgépek műszaki alkalmassága a korszerű európai RVSM légtér használatára

11⁴⁵—12¹⁰ Sánta Imre

Fokozaton belüli paraméterváltozások és a gázturbinás hajtómű turbina karakterisztikája

12¹⁰—12²⁰ Kende György—Gönczi Sándor—Vigh Zoltán

Hazánk bekapcsolódási lehetőségei a NATO kutatás-technológiafejlesztési szervezet alkalmazott járműtechnológiák panel tevékenységébe

12³⁰—13⁵⁰ Ebéd

VEZETÉS I.—WORKSHOP

Elnök: Mráz István

Társelnök: Pintér István

14⁰⁰—14¹⁵ Mráz István

A „stratégia” készítésének állandó és változó elemei

14¹⁵—14³⁰ Madarász Gabriella

A Magyar Rendőrség viszonya a stratégiai vezetéshez

14³⁰—14⁴⁵ Szani Ferenc

Stratégiai vezetés és a Magyar Néphadsereg

14⁴⁵—15⁰⁰ Tóth Sándor

Stratégia politikai korlátok között

14⁰⁰—15⁰⁰ SZEKCIÓ ÜLÉSEK I.

„A” szekció — Légijárművek folyamatirányítási rendszerei

A szekció elnöke: Kurutz Károly

Társelnök: Szabolcsi Róbert

14⁰⁰—14²⁰ Rác János

Korszerűsített, veszélyes földmegközelítésre figyelmeztető rendszerek

14²⁰—14⁴⁰ Kulcsár Balázs

LQ Servo and LQG/LTR Controller Design for an Aircraft Model

14⁴⁰—15⁰⁰ Kiss László—Samu Gábor—Szabó Szilárd—Várkonyiné Kóczy

Annamária—Visontai Mirkó

Autonóm 3D navigációs stílusok

„B” szekció — Gázturbinás hajtóművek

A szekció elnöke: Sánta Imre

Társelnök: Ailer Piroska

14⁰⁰—14²⁰ Németh Márton

Gázturbinás sugárhajtóművek áramlástanai vizsgálata a légi járművek által keltett zaj csökkentése céljából

14²⁰—14⁴⁰ Ailer Piroska

Gázturbina hidraulikus szabályozásának felváltása digitális szabályozóval

14⁴⁰—15⁰⁰ Kavas László

Hajtómű rezgésfigyelő rendszerek

„C” szekció — Doktorandusz szekció I.

A szekció elnöke: Sipos Jenő

Társelnök: Tóth Tivadar

14⁰⁰—14²⁰ Kiss J. Ervin

Az arab—izraeli konfliktusok elemzése repülő és légvédelmi szempontból

14²⁰—14⁴⁰ Varga Ferenc

A légi harc változása az I. vh.-tól napjainkig. A vadász-repülőgépekkel szemben támasztott követelmények, tervezési koncepciók és a harci alkalmazás tapasztalatainak kölcsönhatásai

14⁴⁰—15⁰⁰ Szilvássy László—Békési Bertold

Üzemeltethetőség

„D” szekció — Multidisziplináris tudományok I.

A szekció elnöke: Óvári Gyula

Társelnök: Laczik Bálint

14⁰⁰—14²⁰ Szabó László

Repülőszimulátorok alkalmazásának szükségessége a NATO-ban vállalt feladatok teljesítésére

14²⁰—14⁴⁰ Laczik Bálint

Kardánfelfüggesztésű pörgettyű vizsgálata Maple V. rendszerben

14⁴⁰—15⁰⁰ Várhegyi István

Információs környezetvédelem, információs katasztrófa

„E” szekció — Helikopterek

A szekció elnöke: Gausz Tamás

Társelnök: Varga Béla

14⁰⁰—14²⁰ Gausz Tamás

Örvényelméletek alkalmazása helikopter rotorok aerodinamikai vizsgálatára

14²⁰—14⁴⁰ Szilágyi Dénes

Koaxiális rotorok aerodinamikai vizsgálata

14⁴⁰—15⁰⁰ Varga Béla

A gyűrűs vezérlőautomata kialakításának aerodinamikai összefüggései

„F” szekció — Doktorandusz szekció II.

A szekció elnöke: Berek Lajos

Társelnök: Békési Bertold

14⁰⁰—14²⁰ Ferenczy Gábor

Az Internet mint a felderítés új adatforrása

14²⁰—14⁴⁰ Kovács József

A NATO szabványosítási rendszere és a NATO-kompatibilitás

14⁴⁰—15⁰⁰ Balogh Károly

Harmadik generációs távközlési technikák és hatásuk a kommunikációs felderítésre

„G” szekció — Pilótánélküli légi eszközök

A szekció elnöke: Hadnagy Imre József

Társelnök: Palik Mátyás

14⁰⁰—14²⁰ Palik Mátyás

A pilótánélküli repülő eszközök alkalmazásának sajátosságai nemzeti légtérben

14²⁰—14⁴⁰ Marton Csaba

Pilótánélküli repülő eszközök „mikro” méretű változatainak alkalmazása felderítési feladatokra

14⁴⁰—15⁰⁰ Ványa László

Pilótánélküli repülő eszközök elektronikai hadviselési alkalmazása szakértői rendszer támogatásával

15⁰⁰—15²⁰ Szünet

VEZETÉS II.—WORKSHOP

Elnök: Pintér István

Társelnök: Tóth Zoltán

15²⁰—15³⁵ Tóth Zoltán

Stratégia és kommunikációs zavarok

15³⁵—15⁵⁰ Rása László

Stratégiai emberi erőforrás fejlesztés — kihívások és elvárások

15⁵⁰—16⁰⁵ Dunai Pál

Motoros képességek és fejlesztési stratégiáik

16⁰⁵—16²⁰ Pintér István

A stratégiakészítés módszereinek meghatározottsága a honvédségben

15²⁰—16²⁰ SZEKCIÓ ÜLÉSEK II.

„H” szekció — Oktatás, távoktatás

A szekció elnöke: Szabó László

Társelnök: Kavas László

15²⁰—15⁴⁰ Békési László—Békési Bertold

A multimédia, mint lehetőség a Repülő sárkány tanszéken folyó oktatásban

15⁴⁰—16⁰⁰ Vörös Miklós

Oktatás az elektronikus Európában

16⁰⁰—16²⁰ Kalas István

Terepi harcászati gyakorlatok, gyakorlások, löfeladatainak támogatása lézeres, lő és találat események bevitele a harcászati kiképzés vezetési információs rendszerbe

„I” szekció — Rádióelektronikai felderítés

A szekció elnöke: Makkay Imre

Társelnök: Sallai József

15²⁰—15⁴⁰ Makkay Imre

Information Operations from the Air Strategy and technology of C2W

15⁴⁰—16⁰⁰ Sallai József

A rádióelektronikai felderítés tevékenysége béke- és válsághelyzetben

16⁰⁰—16²⁰ Kovács László

Légi elektronikai felderítés

„J” szekció — Repülő kiképzés

A szekció elnöke: Németh Miklós

Társelnök: Kovács István

15²⁰—15⁴⁰ Téglás László

Vadászpilóta képzés a NATO-ban

15⁴⁰—16⁰⁰ Kovács István—Dudás Zoltán

Szemléletváltás a repülő kiképzésben

16⁰⁰—16²⁰ Dudás Zoltán

A pilóta szerepe a repülésbiztonságban

„K” szekció — Repülőterek környezetvédelme és tűzvédelme

A szekció elnöke: Varga Béla

Társelnök: Bera József

15²⁰—15⁴⁰ Sobor Ákos

Repülőterek forgalmából eredő zajövezetek, valamint repülőgépek zajminősítése

15⁴⁰—16⁰⁰ Tatár Attila

Repülőterek tűz- és katasztrófavédelme

16⁰⁰—16²⁰ Bera József

Repülési zajszintek változása, hatása a zaj észlelésére

„L” szekció — Gépészeti rendszerek és azok vizsgálata

A szekció elnöke: Rohács József

Társelnök: Szegedi Péter

15²⁰—15⁴⁰ Fazekas Lajos

Az olajvizsgálatok szerepe a karbantartásban

15⁴⁰—16⁰⁰ Dull Sándor

Gördülőcsapágyak állapotfigyelése és diagnosztikája SPM módszerrel

16⁰⁰—16²⁰ Tiba Zsolt

Dinamikai modellalkotás és szimuláció szükségessége a szerkezetek méretezésénél

„M” szekció — Multidiszciplináris tudományok II.

A szekció elnöke: Szabolcsi Róbert

Társelnök: Szűcs László

15²⁰—15⁴⁰ Szűcs László

A kettős rendeltetésű (katonai-polgári) szállító repülőgépek alkalmazási és konstrukciós sajátosságai

15⁴⁰—16⁰⁰ Berkovics Gábor—Krajnc Zoltán

A stratégiai légi támadás, azaz a légierő alkalmazása stratégiai perspektívában

16⁰⁰—16²⁰ Bunkóczi Sándor—Papp Tamás

Bisztatikus passzív rádiólokáció

„N” szekció — Repülő műszaki biztosítás, repülési biztonság

A szekció elnöke: Peták György

Társelnök: Kovács József

15²⁰—15⁴⁰ Vasvári Tibor

A repülő műszaki biztosítás vezetésének kérdései a haderóreform végrehajtásának jelenlegi helyzetében

15⁴⁰—16⁰⁰ Pokorádi László

Az alapvető ok elemzés és alkalmazása a repülőtechnika üzemeltetésében

16⁰⁰—16²⁰ Turcsányi Olivér

A minőség és repülésbiztonság aktuális kérdései

16²⁰—16⁴⁵ Szünet

16⁴⁵ ZÁRÓ PLENÁRIS ÜLÉS

Elnök: Németh Miklós

Társelnök: Szabolcsi Róbert

16⁴⁵ Zárszó — Szabó József

ÜZEMELTETHETŐSÉG

AZ ÜZEMELTETÉS ÉS ÜZEMELTETHETŐSÉG

Az üzemeltetés módszerei

Az üzemeltetett repülőeszköz alkatrészeit, berendezéseit, szerkezeti elemeit körültekintő vizsgálatok után, különböző üzemeltetési módszerek szerint csoportosítják és az adott eszköz besorolása alapján azzal a módszerrel üzemeltetik. Az alkalmazott üzemeltetési módszerek a következők lehetnek:

- üzemeltetés a meghibásodások bekövetkeztéig;
- kötött üzemidő (hard time) szerinti üzemeltetés;
- megbízhatósági szint (condition monitoring) szerinti üzemeltetés;
- folyamatosan ellenőrzött műszaki állapot szerinti (on condition) üzemeltetés;
- szakaszosan, időszakonként ellenőrzött (diagnosztizált) műszaki jellemzők szerinti üzemeltetés.

A meghibásodás bekövetkeztéig történő üzemeltetés: nem tartalmaz semmilyen karbantartó, javító, ellenőrző tevékenységet, hibafeltáró módszert; csak következménymentesen meghibásodó szerkezeti elemeknél, berendezéseknél alkalmazható.

A kötött üzemidő szerinti üzemeltetés: az adott berendezés vagy rendszer műszaki állapotára jellemző adatok nem állnak a rendelkezésünkre és nincsen információnk a jellemző üzemeltetési körülmények között az adott berendezés megbízhatóságának meghatározására. Előre meghatározott üzemidő, repült óra, naptári időszak esetleg leszállás szám teljesítése után végre kell hajtani a karbantartási és javítási munkákat.

Megebízhatósági szint szerinti üzemeltetés: ha a meghibásodások gyakorisága egy bizonyos, előre adott szint alatt van, akkor a vizsgált rendszer vagy berendezés rendszeres karbantartás és javítás nélkül is üzemeltethető. Ez az üzemeltetési módszer csak akkor alkalmazható, ha a műszaki üzemeltetési rendszer lehetővé teszi a meghibásodások rögzítését, gyűjtését és folyamatos kiértékelését.

Szakaszosan és folyamatosan ellenőrzött műszaki jellemzők szerinti üzemeltetési módszer szerint akkor üzemeltetünk, ha a vizsgált rendszerben beépített, a műszaki jellemzők mérésére szolgáló adók vagy berendezések találhatók. A szakaszos és folyamatos között az a különbség, hogy a folyamatos esetében az említett adóknak, berendezéseknek folyamatos kijelzése van, míg a szakaszos esetében diagnosztikai időket, bizonyos ciklikusságot (szabályosságot) kell előírni.

Állapot szerinti üzemeltetés: a repülőeszköz berendezéseit, elemeit az adottságok és lehetőségek figyelembevételével a korábban említett üzemeltetési módszerek szerint, csoportosítva üzemeltetjük. Ebben az esetben lehet a legjobban megközelíteni azt, hogy a berendezések, szerkezeti elemek tényleges állapota legyen az üzemeltetési stratégia alapja.

Az alkalmazott üzemeltetési stratégiának minden esetben meg kell felelni az adott repülőeszköz műszaki fejlettségi és technológizáltsági szintjének, mind az üzemeltető személyzet, mind a karbantartó, javító üzemek tekintetében.

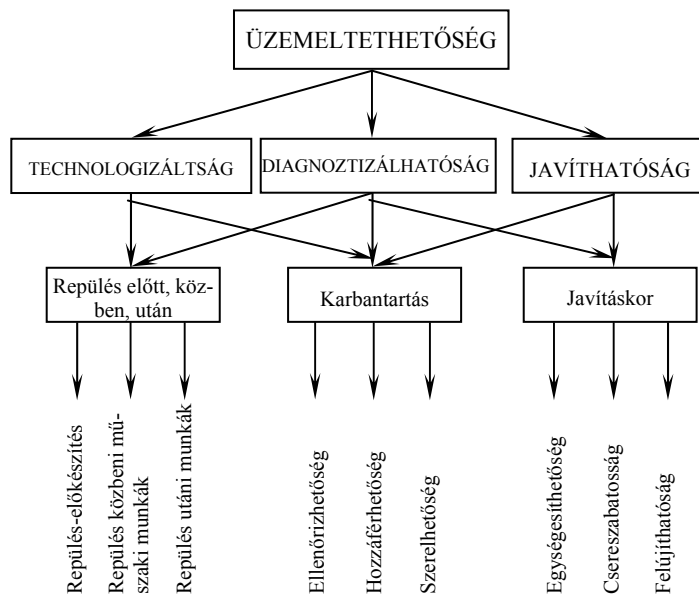
Az üzemeltetési stratégia a végrehajtás tekintetében karbantartási és javítási formákra bontható. A karbantartási formák alapvetően két nagy csoportra oszthatók: operatív és időszakos. Az operatívba tartozik a repülés előtti, a repülés utáni, az előzetes, ismételt felszállásra történő felkészítő ellenőrzések. Az időszakos alatt általában valamilyen naptári időszak, vagy repült idő eltelte után végrehajtandó ellenőrzést értjük.

Az üzemeltethetőség

A repülőeszköz azon tulajdonságát, hogy működőképessége helyreállítható, vagyis a meghibásodásainak keletkezési okai megszüntethetők, valamint következményeik javítással és műszaki karbantartással elháríthatók *javíthatóságának* nevezzük. A karbantartás és javítás között a különbség az elvégzendő munkák mélységében, mennyiségében és minőségében van. A karbantartás célja a megbízhatóság szinten tartása, a javításé pedig a megbízhatósági szint helyreállítása. A műszaki karbantartás és javítás során végrehajtásra kerülnek még az úgynevezett *profilaktikus* és *utómunkák*¹ A javíthatóság mellett értelmezni kell az *üzemeltetési technológizáltság* fogalmát is, ami azt jelenti, hogy egy adott repülőeszköz mennyire alkalmas a műszaki karbantartási munkák valamennyi fajtájának a leggazdaságosabb technológiai eljárások alkalmazásával történő elvégzésére.

A repülőeszközök üzemeltethetőségi alkalmasságának fontos jellemzője a *diagnosztizálhatóság*, ami napjainkban a korszerű üzemeltetési stratégiák előretörésével lassan nélkülözhetetlen eleme az üzemeltetésnek. Ez a repülőeszköz olyan tulajdonsága, hogy az eszköz vagy annak vizsgált eleme, berendezése rendelkezik-e megfelelő pontossággal mérhető olyan műszaki paraméterekkel, amelyek ismeretében az üzemállapot egyértelműen meghatározható.

¹ Profilaktikusnak nevezzük azokat a műszaki karbantartási munkákat, amelyek a parametrikus (fokozatos) meghibásodások feltárására és elhárítására hajtunk végre; utómunkának pedig az üzemeltetési tapasztalatok és a feltárt meghibásodások alapján a repülőeszköz megbízhatóságának, üzemeltetési szintjének, javíthatóságának a növelése érdekében végrehajtott egyszeri vagy adott gyakoriságú munkákat.



1. ábra.

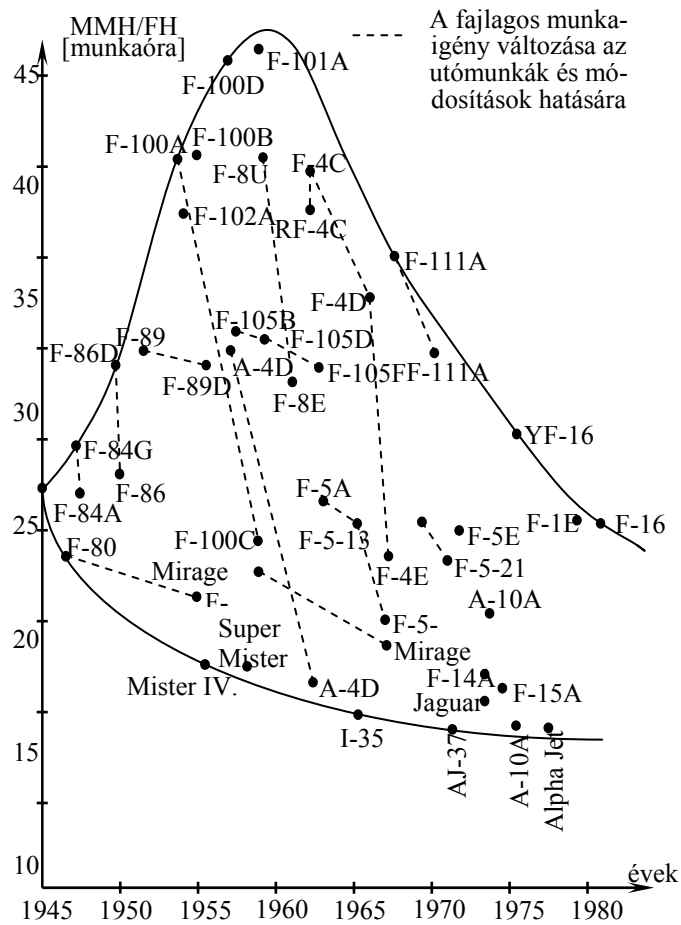
Az 1. ábra szerint az üzemeltetési technológizáltság, a diagnosztizálhatóság és a javíthatóság az üzemeltethetőség három fő jellemzője.

Az eddig felsoroltak alapján a repülőeszköz üzemeltetésre való alkalmasságát egyszerűen ÜZEMELTETHETŐSÉG-nek — angolul MAINTAINABILITY — nevezhetjük.

Az üzemeltethetőség korai kérdései

A repülőeszközök több évtizedes fejlődése szükségszerűen együtt járt a tervezési, gyártási és üzemeltetési folyamat korszerűsödésével. A legjelentősebb fejlődés az egyre drágább és egyre bonyolultabb repülőeszközök hadrendbe állításával következett be. Például a negyvenes években az USAF egyetlen — a kor követelményeinek megfelelő — harcászati repülőeszközének az ára 100 ezer USD volt, a hatvanas évekre ez elérte az 1 millió USD-t, a hetvenes évekre a 10 millió USD-t, a nyolcvanas évekre a 30 millió USD-t és napjainkra pedig 60 millió USD-t. Ez 60 évre vetítve 600 szoros emelkedést jelent.

A légierő hatékonyságát két, jelentősen különböző módon lehet növelni. Ezek közül az egyik a repülőeszközök mennyiségi mutatóinak növelésével a minőségi mutatók változatlan hagyásával, a másik ennek szöges ellentéte a minőségi mutatók emelése a mennyiségi mutatók változatlan hagyása mellett.



2. ábra

A repülőeszközök mennyiségi mutatóinak növelése finanszíris okok miatt nem járható út, mert még a jelentős költségvetéssel működő légierők sem engedhetik meg ezt maguknak. Ebből következik — és sok szakértő egybehangozóan állítja —, hogy a legcélravezetőbb a hatékonyság növelése azonos darabszám mellett, ami magában foglalja mind a fegyverek alkalmazásának hatékonyságát, mind a fedélzeti elektronika folyamatos korszerűsítését, valamint a sebezhetőség csökkentését. A felsoroltak végrehajtásával növekednek a repülőeszköz harci mutatói, de ezzel egy időben egyre bonyolultabbá is válik az adott eszköz. Ennek következtében pedig egyre több karbantartási, ellenőrzési feladatot kell rajta végrehajtani, ami növeli az állásidőt, amit a repülő nem hadrafogható állapotban a földön tölt. Például az USAF-ban a II. világháború utáni másfél évtizedben az egy repült órára fordított munkaórák száma 45—60 órára növekedett (lásd a 2. ábrát).

Az egy repült óra biztosításához szükséges műszaki karbantartási és javítási munkaórák számának növekedése negatívan hatott a repülő alakulatok harckészültségére és már az ötvenes években a repülőeszköz harci hatékonyságára gyakorolt hatása összemérhető volt a repülőeszköz harcászati technikai jellemzőinek hatásával. Mindezek következtében nagymértékben megnövekedett a repülőeszközök karbantartási és javítási költsége, a hatvanas évekre, 8—10 év üzemidővel számolva, elérte a repülőeszköz beszerzési költségének a 150—200%-át.

A munka jobb szervezésével rövidíteni lehet a repülő technika műszaki karbantartási és javítási idejét. Ugyanakkor ezen az úton a lehetőségek korlátozottak, mert harci körülmények között az ellenség támadása és a tartalék repterre történő áttelepülés nagyon megnehezíti a műszaki karbantartás és javítás magas színvonalon tartását. Ezen kívül a karbantartás és javítás intenzitását nagymértékben befolyásolja a repülőeszköz konstrukciója is.

A hatvanas évek elején a szakemberek figyelme a műszaki karbantartás és javítás minőségének javítására irányult és a repülőgépgyártók megtették az első lépéseket, hogy a repülőeszközök konstrukciós kialakításával alkalmasabbá tegyék azt a karbantartási és javítási munkák elvégzésére. Ezek a kísérletek rámutattak a repülőtechnika konstrukciós kialakításában rejlő kiaknázatlan lehetőségekre, hogy rövidíteni tudják az egy repült órára fordított karbantartási időt. A kísérletek eredményeképpen az F—100A típusú repülőgépen végrehajtott módosítások és utómunkák következtében a műszaki karbantartásra és javításra fordított munkaórák száma az egy repült órára vetítve lecsökkentek 40 órától 19,5 órára. Hasonlóképpen végrehajtott utómunkák és módosítások végrehajtása az F—111A vadászbombázón 20%-kal csökkentették az egy repült órára fordított karbantartási és javítási időt.

Ugyanakkor ezek módosítások és utómunkálatok a már üzemben lévő repülőeszközökön jelentősen megnövelték az idő, eszköz és munka ráfordítást, ezzel növelve az üzemidő költségét. Ezért felvetődött, hogy a repülőeszközöket már a tervezés stádiumában úgy kell kialakítani, hogy a műszaki karbantartási és javítási munkaórák egy repült órára vetítve ne haladjanak meg egy bizonyos elfogadható szintet. Ennek a problémának a megoldásában a vezető szerepet a repülőgépipar játszotta.

A hatvanas évek elején megjelentek az első szabványok, melyek útmutatást adtak a tervezés stádiumára, hogyan lehet a repülőtechnika üzemeltethetőségét javítani.

Az üzemeltethetőség meghatározásával foglalkozó első szabvány a MIL—STD—778B volt, amely az üzemeltethetőség fogalmával és meghatározásával foglalkozott. Megjelenése után jelentősen megváltozott a repülőtechnika tervezési stádiumban történő kiválasztásának módszere, mert nagy figyelmet fordítottak az üzemeltethetőség mennyiségi és minőségi mutatóira.

A hetvenes évek elején megjelentek a MIL—STD—470/471/472/473 és az AFSC 80—9 szabványok, melyek már pontosan meghatározzák az üzemeltethetőség fogalmát és mennyiségi mutatóit.

Az üzemeltethetőség javítása területén bevezetett rendszabályok elvezettek ahhoz, hogy a repülőtechnika bonyolultabbá válása ellenére az egy repült órára fordított munkaóra nem növekedett, sőt még csökkenést is mutatott (lásd a 2. ábrát).

A napjainkban meglévő és folyamatban lévő fejlesztéseket ezredfordulón túlmutató tudományos igényű 1985-ben kiadott „*R & M 2000*” program szabályozza.

Az üzemeltethetőség mérhető paraméterei

Milyen mérhető paraméterei vannak egy repülőeszköznek, amelyek segítségével érzelmek nélkül összehasonlíthatunk repülőeszközöket úgy, hogy közben képet kapunk annak fejlettségi szintjéről is. Ezek a számítható jellemzők fontosak a korszerű üzemeltetés megvalósítása szempontjából.

Ilyen számszerű jellemző a *fajlagos munkaigény*, amely a következő összefüggés szerint számítható:

$$\text{MMF}/\text{FH} = \frac{(\bar{M}_{\text{ct}} F_c P_c + \bar{M}_{\text{ft}} F_f P_f) K + (\bar{M}_{\text{pt}} F_p P_p)}{N} \quad (1)$$

ahol:

MMF/FH^2 — karbantartás, javítás fajlagos munkaigénye egy repült órára vonatkoztatva munkaórában kifejezve³;

\bar{M}_{ct} ; \bar{M}_{ft} — a meghibásodások közepes, aktív javítási ideje állóhelyen vagy csapat (tábori) javítóbazison;

F_c ; F_f — csapat (tábori) javítóbazison kijavított meghibásodások száma;

P_c ; P_f — csapat (tábori) javítóbazison egy meghibásodás kijavításához szükséges átlagos műszaki személyzet létszáma;

K — a berendezések földi üzemidejét figyelembevevő együttható ($K \geq 1$);

\bar{M}_{pt} — a tervezet műszaki karbantartások közepes, aktív végrehajtási ideje;

F_p — N repült óra biztosításához tervezett műszaki kiszorgások száma;

P_p — egy tervezett karbantartás végrehajtásához szükséges műszaki személyzet létszáma;

N — a vizsgált naptári időszakban végrehajtott repült órák száma.

Az MMF/FH mutatót alkalmazhatjuk még egy konkrét repülőeszköz kiszorgálásához szükséges műszaki személyzet létszámának meghatározására, a kiszorgálási folyamat termelékenység mutatóinak értékelésére, a műszaki személyzet kvalifikáltságának ellenőrzésére és a repülőeszköz alkalmazási hatékonyságának vizsgálatára és egyéb értékelésekre.

² MMH/FH — Maintenance Man-Hour per Flying Hour

³ A mértékegység meghatározásakor a DR. ROHÁCS JÓZSEF—SIMON ISTVÁN: Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve 25. oldalán található mértékegységet vettem alapul

A repülőeszköz állásidejének felső határértékeit — többek között a gyenge munkaszervezésből és anyagellátásból adódókat is — megadhatjuk a készütségi együtthatók A_i ; A_a ; A_o segítségével.

A_i — *meglévő készenléti fok*. A MIL—STD—778B szabvány szerint azt fejezi ki, hogy az előírásoknak megfelelően, ideális körülmények között (a kiszolgáló eszközök a pótalkatrészek és a műszaki személyzet állandó megléte mellett) üzemeltetett repülőeszköz — a tervezett és a megelőző karbantartási munkák figyelmen kívül hagyásával — milyen valószínűséggel üzemeltethető meghibásodás nélkül egy meghatározott időintervallumban:

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2)$$

ahol:

$MTBF^4$ — a vizsgált üzemeltetési időszak meghibásodásai közötti átlagos idő;

$MTTR^5$ — egy meghibásodás kijavításához szükséges idő.

Gyakorlatilag az A_i értéke a repülőeszköz meghibásodás nélküli üzemelésének valószínűségét jelenti.

A_a — *elért készenléti fok*. A MIL—STD—778B szabvány szerint azt fejezi ki, hogy egy rendszer vagy egy berendezés milyen valószínűséggel üzemeltethető ideális körülmények között meghibásodásmentesen. Az A_a kiszámításakor csak az aktív állás időt vesszük figyelembe. A munkaszervezés és az anyagellátás hibájából keletkezett állásidőt figyelmen kívül hagyjuk. Ennek megfelelően a kiszámítás a következő képlet alapján történik:

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M} \quad (3)$$

ahol:

$MTBM^6$ — a vizsgált időszak egy-egy javítási és karbantartási fajtája között eltelte átlagos idő;

M — egy karbantartásra és javításra eső átlagos, aktív állásidő.

$$M = \frac{\overline{M}_{ct}f_c + \overline{M}_{pt}f_p}{f_c + f_p} \quad (4)$$

ahol:

\overline{M}_{ct} — közvetlenül egy javításra fordított átlagos, aktív idő;

\overline{M}_{pt} — közvetlenül egy profilaktikus munkára fordított átlagos, aktív idő;

⁴ MTBF — Mean Time Between Failure

⁵ MTTR — Mean Time To Repair

⁶ MTBM — Mean Time Between Maintenance

- f_c – a meghibásodások száma;
 f_p – a profilaktikus munkák száma.

Abban az esetben ha a vizsgált üzemeltetési időszakban semmilyen tervezett munka nem kerül végrehajtásra akkor az A_a kiszámítása során a képletben a MTBM helyett MTBF-et alkalmazunk.

$$A_a = \frac{MTBF}{MTBF + M} \quad (5)$$

ahol: A_o — üzemeltetési készenléti fok.

A MIL—STD—778B szabvány szerint azt fejezi, hogy az adott repülőeszköz valós körülmények között milyen valószínűséggel üzemeltethető meghibásodás nélkül, egy meghatározott időintervallumban.

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \quad (6)$$

ahol: MDT^7 — a karbantartásra és javításra fordított átlagos állásidő, amely figyelembe veszi a munkaszervezés és anyagellátás hibájából származó állásidőket is. Másképpen fogalmazva az MDT nem más, mint a repülőtechnika hadrafoghatatlan állapotban töltött ideje.

Az A_i és az A_a értékei az MTTR-en keresztül közvetetten függenek az üzemeltethetőségtől és az értékeik segítségével osztályozható az üzemeltethetőség szintje. Az A_o nem csak a konstrukcióban rejlő üzemeltethetőséget jellemzi, hanem a műszaki kiszolgálás és javítás szervezettségének az effektivitását is.

Az A_o meghatározott értéke vadász és vadász-bombázó repülőgépek esetében 0,70—0,85; harcászati támogató repülőgépekre 0,80—0,90; vegyes használatú helikopterekre 0,72—0,86; míg harci helikopterekre 0,80—0,90 értékek között van. [2]

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BÉKÉSI BERTOLD: A repülőszervezetek műszaki karbantartása, Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 1999/3. p. 93-103.
- [2] DR. ÓVÁRI GYULA: A Magyar Honvédség repülőeszközei típusváltásának és üzemeltetésének lehetőségei gazdaságossági-hatékonysági kritériumok, valamint NATO-csatlakozásunk figyelembevételével. A légierő fejlesztése. Tanulmánygyűjtemény, Honvédelmi Minisztérium Oktatási és Tudományszervező Főosztály, Budapest, 1997. p. 9-127
- [3] DR. ÓVÁRI GYULA: Korszerű harcászati repülőgépek műszaki üzemeltetésének sajátosságai és gazdaságossági-hatékonysági kérdései, A harcászati repülőek fejlesztésének szükségessége és lehetősége, Konferencia előadás gyűjtemény, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 1998. p. 33-70
- [4] DR. PETÁK GYÖRGY: A repülőtechnika üzembentartása és javítása. Főiskolai jegyzet, KGyRMF, Szolnok, 1981.
- [5] DR. ROHÁCS JÓZSEF-SIMON ISTVÁN: Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989.

⁷ MDT — Mean Down Time