

## **AZ ÜZEMBENTARTÓ SZERVEZET MEGALAPOZÁSÁNAK ELVI KÉRDÉSEI**

Az üzembentartást végző szervezet mind felépítésében, mind tevékenységében alapvetően kihat a repülőtechnika működési költségeire [3, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 16]. A működési költség összetevői:

- a tartalék anyagok szükséglete repült órára;
- a földi kiszolgálás munkaóra szükséglete repült órára;
- üzem, kenőanyag, egyéb anyag felhasználás repült órára.

A tartalék alkatrész szükséglet meghatározását a megbízhatóság elmélet segítségével példán fogom bemutatni (a teljesség igénye nélkül lásd az 1. mellékletben).

A földi kiszolgálás munkaóra szükségletét a repülőgépek megbízhatósági paraméterei, valamint a munkaszervezési koncepció figyelembe vételével már adtam fogódzókat, erre még visszatérek. Az üzem, kenőanyag, egyéb anyagok felhasználása repült órára megadásra kerül a repülőgépek technikai leírásaiban.

Az üzembentartó szervezet kialakítása előtt el kell dönteni, alapvetően az üzemben tartott *repülőgépek mennyiségének függvényében*, hogy

- hány alegységben lesz telepítve a repülő géppark;
- az alegységek egy, vagy több repülőtéren települnek;
- az „I” szintű kiszolgálás egy, vagy több településen történik;
- a „D” szintű kiszolgálás hazai vagy külföldi bázison fog történni.

Teljesen nyilvánvaló, hogy az üzembentartó szervezet szintjeinek mennyisége függ az üzemben tartott repülőgépek számától.

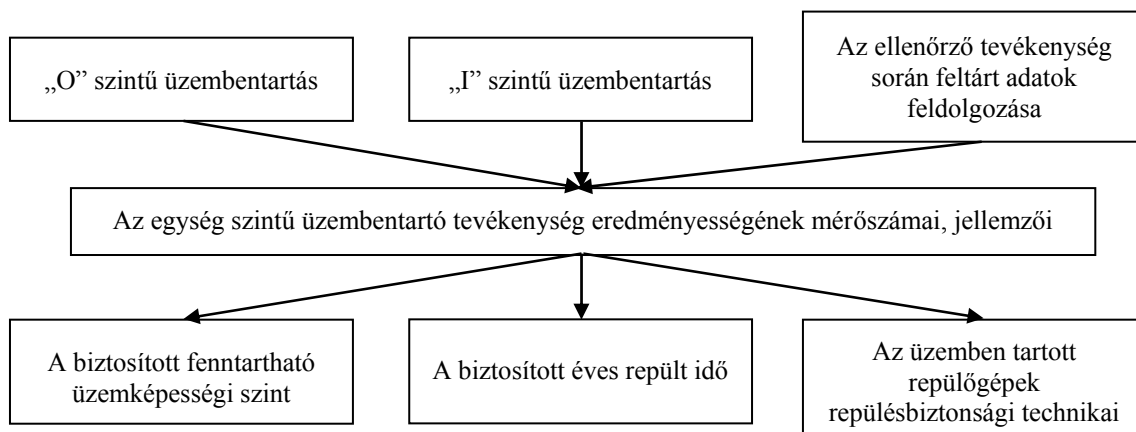
A kialakult gyakorlat szerint 12 db harci, és 2 db gyakorló harci repülőgépet célszerű egy alegységbe szervezni. Az alegység feladata az „O” szintű üzembentartási feladatok ellátása. Ennek érdekében alapvetően ezen feladatokra kiképzett, a repülőgépek számát és a kiszolgálásra kerülő szakterületek specifikumát figyelembe vevő szervezetet kell létrehozni. Ez repülőgépenként 5-7 fő személyi állományt igényel általában.

„I” szintű szervezet akkor is szükséges, ha csak egy alegység, vagyis 14 db repülőgép üzembentartását kell biztosítani. Mivel bármennyire törekszünk is a hibajavító tevékenységet csökkenteni, bizonyos repült óra, vagy naptári idő után karbantartási feladatok szükségessé válnak, illetve bonyolultabb, nagyobb berendezések cseréjét csak megfelelő hangár, szakműhely segítségével végezhetjük, az „I” szintű tevékenységen állandóan számolhatunk a géplétszám 0,1-0,15%-ával. Ennek létszám igénye a szakműhelyek, azok speciális berendezésekkel való ellátottsága, és a javításon levő repülőgépek számából meghatározható.

A „D” szintű kiszolgálás létrehozása minimális repülőgép létszámnál gazdaságtalan. Célszerűbb a repülőgép gyártójával megállapodni a „D” szintű ellenőrzések javítások elvégzésére a gyártó, vagy valamelyik nagyszámú repülőgépet üzembentartó bázisán.

Amennyiben hazailag csak „O” és „I” szintű üzembentartás történik, akkor lényegesen kisebb tartalék alkatrész készlet, földi berendezés, személyi állomány, épület és gépi, illetve ellenőrző berendezés válik szükségessé. Ez lényegesen csökkenti az üzembentartás költségeit.

Repülő ezred szinten tehát a repülőgépek üzembentartásának megszervezésére, létre kell hozni egy olyan alegységet, amelyik kizárólag az „O” szintű üzembentartási feladatokat hajtja végre. Ez az alegység helyileg a repülőgépek közelében települ, hozzá tartozik a repülőgépek álló, illetve tárolási helye, ami jelenleg bizonyos védettséget biztosító fedezékekből áll. Itt történik a repülőgépek repülésre történő előkészítése, őrzése, tárolása. Innen történik kigurulásuk, vagy kivontatásuk a kiképzési, vagy harci feladatok végrehajtásához a startra, vagy indítási zónába.



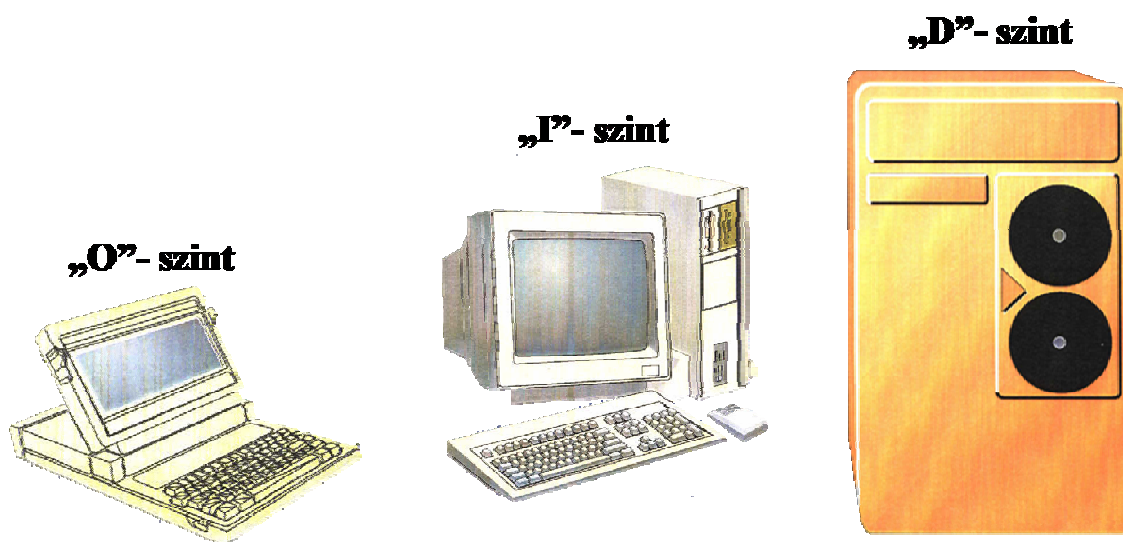
1. ábra. A repülő technikai üzemeltető tevékenység vázlatja

Az indítási zónában történik a repülőgépek ismételt repülési feladatra történő előkészítése, illetve a repülési feladatok befejezése után a repülés utáni előkészítés és a fedezékbe történő visszavontatás. Az ellenőrző tevékenység által gyűjtött adatok, folyamatos feldolgozására,

Az „I” szintű üzemeltetési feladatok előkészítésére, létre kell hozni egy szakműhelyekkel rendelkező hangár épületet. A hangár azért fontos, mert az „I” szintű technológiai feladatok jelentős részénél a repülőgépet meg kell bontani ugyanakkor a belső tereket meg kell óvni az időjárás, vagy a környezet hatásaitól. A szakműhelyek felszereltsége lehetővé kell tegye az előírt technológiai munkapontok végrehajtását.

Magyarországon, a polgári repülés területén alkalmazzák a JAR-145 cím alatt A Jogosított Karbantartó Szervezetekre vonatkozó előírásokat. Ezen belül a 21/1998 HM rendelet meghatározza „A gyártás, javítás és a karbantartás feltételeit”, melyek mind az „O”, mind az „I” szintű feladatok végrehajtására vonatkoznak.

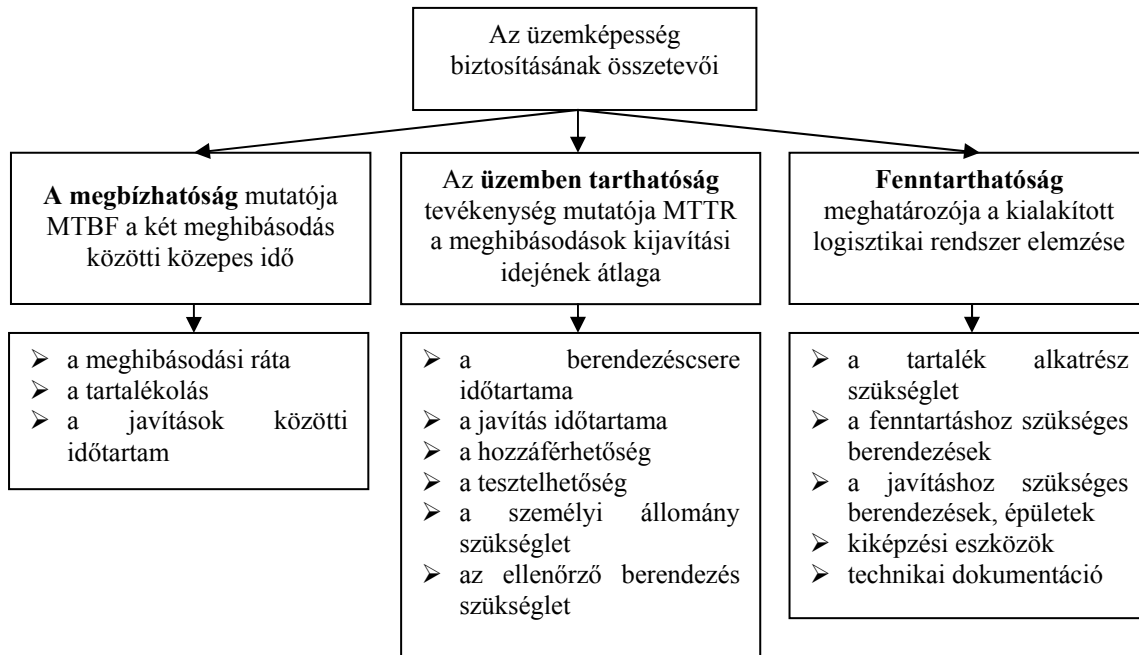
Az ellenőrző tevékenység által gyűjtött adatok elemzésére, az eredmények alapján az üzemeltetési előírások helyesbítésének, az anyagbiztosítást érintő módosítások kidolgozásának elkészítésére adatfeldolgozó szervezetet kell létrehozni.



2. ábra. A beépített önellenőrző rendszer adatgyűjtése

## A LOGISZTIKAI RENDSZER

Az üzemben tartó tevékenység logisztikai támogatását az alábbi tényezők biztosítják (3. ábra).



3. ábra. Az üzemképesség biztosításának összetevői

### Az optimális tartalék alkatrész készlet kialakítása.

Az teljesen nyilvánvaló, hogy túl kevés tartalék alkatrész raktározása nehezíti az üzemképesség helyreállítását, csökkentheti a fenntartható üzemképesség szintjét. A tartalékkészletek túlméretezése pedig indokolatlanul növeli a fenntartási költségeket.

Az alkatrészek, berendezések egy része **saját javításközi üzemidővel rendelkezik**, ilyenek a hajtóművek, különböző fő berendezések, ezek cseréjének tervezése egyszerű. Más anyagok működési lezárási szám alapján tervezhetők. Ilyenek a futó ballonok, fékernyők, stb., Vannak **szerkezeti elemek, melyek kopás, elhasználódás alapján kerülnek cserére**, ilyenek például a fékbetétek.

Ezekre az anyagokra, alkatrészekre, berendezésekre üzemidő, vagy működési szám kimutatást kell készíteni repülőgépenként, azokat napra készen vezetni, és előre meghatározott tervezési időszakonként a pótlásukat meg igényelni, beszerezni.

A többi, **üzemidővel nem rendelkező**, illetve a repülőgép üzemidejével megegyező javításközi üzemidővel rendelkező berendezésre a már említett meghibásodások gyakorisági elemzési módszerének segítségével, az állapot folyamatos figyelésével kell a tartalékkészletet kialakítani, illetve a tapasztalati adatok gyűjtése alapján módosítani.

A hibamentes működés közepes ideje ha az intenzitást integráljuk nullától a végtelenig

$$T_{\text{közepes}} = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda_0} \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} d(\lambda t) = \frac{1}{\lambda} \quad (1)$$

Ha figyelembe vesszük, hogy fenti (1) egyenlet alapján, a repülőgépen csak véletlenszerű meghibásodások következnek be, tehát azok intenzitása állandó és egyenlő a közepes működési idővel, akkor felírhatjuk, hogy a meghibásodások intenzitása

$$T_{\text{közepes}} = \frac{\text{repült óra}}{\text{a meghibásodások intenzitása}} \quad (2)$$

Példaként építsük fel a két meghibásodás közötti repült idő (MTBF) és a meghibásodások intenzitása függvényében a repülőgép működését jellemző adatsort, melynek segítségével az anyagtervezés megoldható. Vegyünk alapul 1 000 000 repült órát a számlálóban, mint az összes meghibásodás teljes bekövetkezési időtartamát [2, 4, 5, 6, 10].

Sorszám	Anyag, rendszer megnevezése	MTBF	Meghibásodások intenzitása $\lambda$
1	Sárkány szerkezet	58	17 241
2	Katapult és oxigén rendszer	420	2379
3	Futóművek	118	8435
4	A Repülőgép vezérlése	115	8676
5	Hidraulika rendszer	143	6977
6	Fülketápláló rendszer	193	5164
7	Tüzelőanyag rendszer	209	4791
8	Segédhajtómű	160	6243
9	Elektromos táplálás, világítás	204	4903
10	Gépágyú és fegyver rendszer	180	5548
	<b>A repülőgép szerkezetre</b>	<b>14,19</b>	<b>70 457</b>
1	RM-12 Hajtómű	106	9439
2	Hajtómű berendezései	3425	292
	<b>A hajtóműre</b>	<b>102,8</b>	<b>9731</b>
1	Számítógép rendszer	102	9797
2	Repülési és navigációs rendszer	144	6927
3	Kommunikációs rendszer	255	3923
4	IFF rendszer	418	2391
5	Célzó és felderítő rendszer	71	14 051
6	Elektronikus ellentevékenységek	500	2000
7	Kijelző és vezérlő rendszer	92	10 869
8	Adatrögzítő	8224	122
9	Fegyverzet célba juttatás	1029	972
	<b>Elektromos rendszerek</b>	<b>19,6</b>	<b>51 052</b>
	<b>Mindösszesen</b>	<b>7,62</b>	

Ez a táblázat lehetővé teszi a véletlenszerűen meghibásodó berendezések szükségletének meghatározását, a rendszereken belüli további felbontást, és minden önállóan cserélhető berendezésre a szükséges alkatrész mennyiség meghatározását a tervezett éves repülési idő függvényében. Ezen kívül lehetővé teszi a repülőgép minősítését a fenntartható üzemképességi szint, vagyis a meghibásodási ráta alakulása alapján.

## AZ ÜZEMKÉPESSÉG FENNTARTÁSÁHOZ SZÜKSÉGES TARTALÉK ALKATRÉSZ KÉSZLET

A fentiek alapján tehát az üzemidővel rendelkező berendezéseket a saját üzemidejük alapján, a kopás, paraméter eltérés alapján meghibásodó berendezéseket az időközönkénti karbantartásoknál feltárt adatoknak megfelelően kell tervezni. Végül a véletlenszerűen bekövetkező meghibásodásokat az 1. táblázatban bemutatott módszerrel kell tervezni.

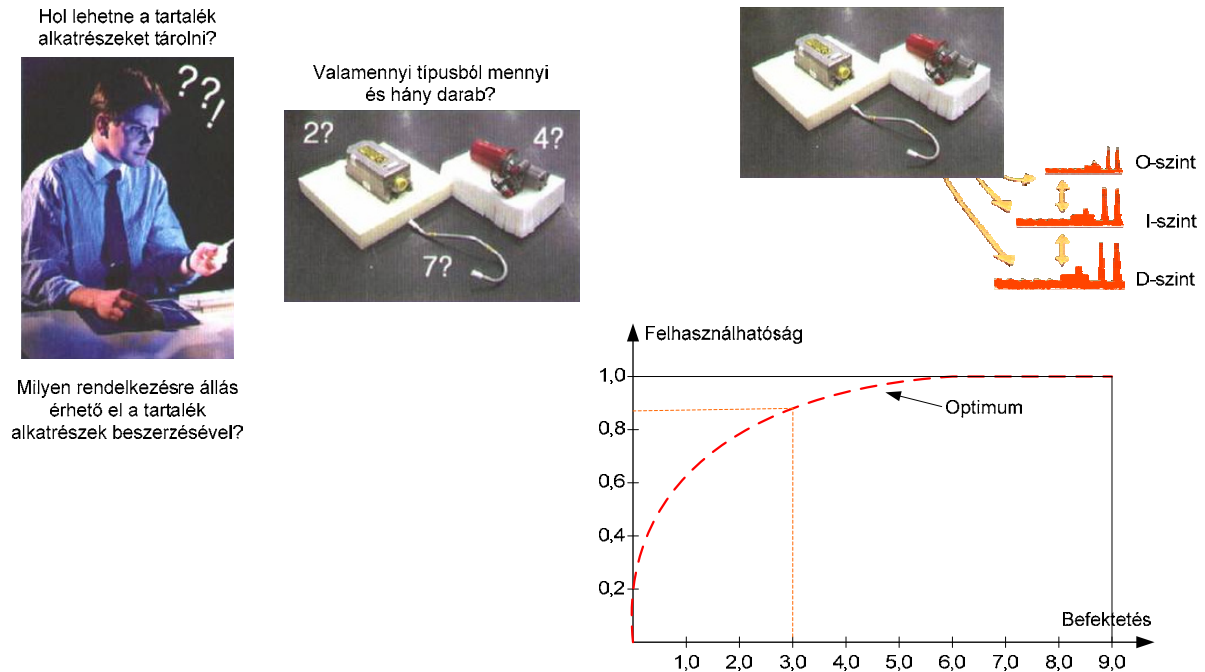
Annak érdekében, hogy az üzemképességet az előírt maximális szinten tudjuk tartani, és ezzel egy időben a költség ráfordítások szintje a lehetséges minimális legyen az alábbi számítást kell elvégezni:

- meg kell határozni a tervezett éves repült időt az adott típusú repülőgép parkra. Pl.: 120 repülési óra \* 14 repülőgép = 1680 óra.
- Az éves repülési idő alapján meg lehet határozni az üzemidővel ellátott berendezések, mikor kerülnek cserére. Új repülőgépeknél ez több évet is jelenthet.
- A kopás alapján cserére szoruló berendezéseknél a gyártó bizonyos irányszámot a legtöbb berendezésre megad. Pl. futóköpenyekre a leszállások számát, fékbetétekre szintén a nagy igénybevétel jelentő leszállások számát.

— A véletlenszerűen meghibásodó berendezésekre pedig az MTBF alapján szintén meghatározzuk a várható cseréket.

Ezen adatokból fel tudjuk építeni, hogy azok beszerzési költsége, az üzemképességi szint százalékos fenntartásának növelésével milyen arányosság szerint emelkedik.

#### Hogyan érhetünk el magas hatékonyságot elfogadható költséggel



4. ábra. A tartalék alkatrészek optimumának meghatározása

Mint az a 4. ábrán látható, ha a kötelezően fenntartott üzemképességi szint alacsony, a szükséges költségek is alacsonyak. Ha a szükséges üzemképességi szint magas a költségek is nőnek. Ezért nem mindegy, hogy milyen az előírt üzemképesség szintje. Mivel bizonyos minimális számú (1-2) repülőgép mindig tervszerű karbantartáson van, ezért az átlagos üzem, illetve harcckészültségi szintet 85-90%-ban célszerű meghatározni.

Általában a repülőgépek beszerzésekor a gyártó felajánl a vevőnek egy tartalék alkatrész készletet. Ez a beszerzett repülőgépek árának általában 20%-a, és biztosítja az üzemeltetés anyag szükségletét legalább két év időtartamra. Ezt láttuk 1994-ben, amikor a MIG-29 típus beszerzésre került, és valóban az anyagihiányok 1998-tól kezdtek élesedni.

A Gripen esetében más a helyzet, mivel itt nem vásárlás, hanem lízingelés történt, ami azt jelenti, hogy a szerződött 10 éves időtartamra, ha nem lépjük túl az évi 120 repülési óra/repülőgép szerződött értéket, akkor a tartalék alkatrészek és anyagok ára a lízing árában benne van. Csak 10 év után, a repülőgépek megvásárlásától kell az anyagbiztosítást megoldani. Ezért a fenti kimutatás, anyagigénylés elkészítésénél lehetőség lesz a számított paraméterek korrekciójára a tíz év alatt összegyűjtött adatokkal.

Az 4. ábrán jól látható, hogy a 85-90 %-os üzemképesség a 100%-os szint költségének csak egyharmada.

Az üzemeltetést jellemző adatok gyűjtése során az alábbi 2. táblázatot tudtam összeállítani, melynek alapján több paraméter figyelembe vételével a különböző repülőgép típusok egymással összehasonlíthatók. Az egyik legfontosabb paraméter, aminél a Gripen kiugróan magas értéket mutat az MTBF. Szintén fontos, az üzemben tartás lehetőségeit mutató paraméter a meghibásodások helyreállításához szükséges idő [7, 8, 9, 11].

Az üzemben tartási paraméterek összehasonlítása

2. táblázat

Üzembentartási jellemzők	F-15	F-16C Block 50	F/A-18C	Mirage 2000	MIG-29B (MIG-29M)	TORNADO	JAS-39	EFA	F-22
Ismételt felszálláshoz előkészítés közepes ideje [perc]	35	27		29	30	32	10	10	15
Üzemeltetési készenlét ( $A_0 \times 100$ ) [%]	85	88	85	90	90		91	87	90-92
Az üzemképtelen gép helyreállításának ideje a sérülés mértékétől (%) függően									
$\frac{3}{4}$ óra alatt								50	
2 óra alatt									50
3 óra alatt								95	
4 óra alatt	42	50							75
8 óra alatt	74	84							85
Egy repült óra kiszolgálásához szükséges munkaerő ráfordítás MMH/FH [fő óra]	15	8,2	9,8	11,5	17,6 (11,6)	33	5,2	9	8,7
Egy meghibásodásra eső repült idő MTBF [rep. óra]	2,7	4,1	3,3	6	3	2,4	7,5	9	5

Miután elemeztem azon repülőgépek üzembentartását, melyek tervezésénél az állapot szerinti üzembentartáshoz szükséges berendezéseket a repülőgépbe beépítették, illetve az üzembentartás elméleti és gyakorlati kérdéseit a repülőgépek dokumentációiban rögzítették, most rátérek az „üzemidő, naptári idő alapján üzemben tartott repülőgépek” üzembentartási rendszerének korszerűsítésére, az állapot szerinti üzembentartásra történő átállás megvalósítására.

## ÁTÁLLÁS AZ ÁLLAPOT SZERINTI ÜZEMBENTARTÁSRA

A repülőgépek üzembentartásánál a korszerű módszerek bevezetése jelentősen elősegíti mind a harci készenlét szintjének, mind az üzembentartás gazdaságosságának növelését. Az adott repülőgépre korábban alkalmazott üzemidő tervezés szerinti üzembentartás jelentősen növelte a költségeket. Ennek oka, hogy ez a módszer az előre becsült repülési, illetve naptári idők utáni ellenőrzés és karbantartás rendszere alapján nem vette figyelembe a repülőgépek tényleges állapotát, ami nagyon függ attól, hogy milyen környezeti, időjárási feltételek között, túlnyomórészt milyen feladatok végrehajtásával működött a repülőgép. Milyen felkészült volt a kiszolgáló állomány, milyen harcászati vagy kiképzési feladatok voltak túlsúlyban a repülőgép addigi üzemideje során. Ez tulajdonképpen esetenként vagy még működőképes, jelentős üzemképességi tartalékkal rendelkező berendezések cseréjét okozta, vagy ellentétes esetben a repülőgép előbb lett üzemképtelen, mint az előírt javításra sor került volna.

Mindez azt eredményezte, hogy többségében nőtt a feleslegesen elvégzett karbantartások berendezés cserék száma, illetve nőtt a karbantartások költsége.

Annak érdekében, hogy csökkentsük a karbantartási költségeket, olyan programot kell kidolgozni, ami a legnagyobb mértékben segíti a repülőtechnikában levő működési potenciál felhasználását, a megfelelő megbízható működés fenntartása mellett. Ez csak az állapot szerinti üzembentartási rendszerre történő átállás útján oldható meg.

## AZ ÁTTÉRÉSI MÓDSZER BEMUTATÁSA

A repülőgép szerkezetének legfontosabb eleme a sárkány. A sárkány szerkezet tervezése során, meghatározzák a terhelési spektrumot, ami tulajdonképpen a fáradási terhelések tervezett időtartamait és az időtartamokhoz tartozó terhelés nagyságát tartalmazza. Nyilvánvaló, hogy az áttérés első lépéseként azt kell meghatározni, hogy a sárkány szerkezet hol tart a tervezett üzemidő, fáradási

élettartam ledolgozásában. Itt két paramétert kell megvizsgálni. Az egyik a szerkezeten található, anyagfáradásból adódó repedések, a másik a fedélzeti adatrögzítő adatai alapján a feladatok során létrehozott, a sárkány szerkezet által elviselt túlterhelések nagysága és időtartama.

Először a repülőgépek teherviselő szerkezetének, így a borításnak, a tartóknak, a bordáknak, a szárny, a vezérsíkok és a hajtómű bekötési csomópontjainak állapotát, repedésmentességét kell megvizsgálni. A repedések nagysága és mennyisége jól jellemzi az adott berendezés állapotát. Az ellenőrzési technológiák alapján az adott berendezésen a repedést meg kell szüntetni, vagy a berendezést ki kell cserélni.

A fémszerkezetek vizsgálatánál nem csak repedések, hanem korrózió nyomok is előfordulhatnak. Ezeket szintén meg kell szüntetni.

A szárnyaknál fontos a tüzelőanyag tartályok hermetikusságának vizsgálata, minden szivárgást, csöpögést meg kell szüntetni.

Miután a sárkány szerkezet mechanikus helyreállítását elvégeztük, elemezni kell a korábban rájuk ható terhelések hatását az eredetileg beépített szilárdsági, fáradási tartalék helyzetét.

## EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

A cikkben bemutattam az üzemképesség biztosításának összetevőit, rendszereztem és összefoglaltam a két meghibásodás közötti repült idő (MTBF) és a meghibásodások intenzitása függvényében a repülőgép működését jellemző adatsort, melynek segítségével az anyagtervezés megoldható.

A cikkben elemeztem az „üzemidő, naptári idő alapján üzemben tartott repülőgépek” üzembentartási rendszerének korszerűsítésére, az állapot szerinti üzembentartásra történő átállás megvalósítását.

Vizsgálatok eredményeképpen megállapítottam, hogy:

- az üzemidővel rendelkező berendezéseket a saját üzemidejük alapján, a kopás, paraméter eltérés alapján meghibásodó berendezéseket az időközönkénti karbantartásoknál feltárt adatoknak megfelelően kell tervezni;
- a véletlenszerűen meghibásodó berendezések szükségletének meghatározását, a rendszereken belüli további felbontást, és minden önállóan cserélhető berendezésre a szükséges alkatrész mennyiség meghatározását a tervezett éves repülési idő függvényében a bemutatott módszerrel kell tervezni;
- a fenntartható üzemképességi szint, vagyis a meghibásodási ráta alakulása alapján lehetővé teszi a repülőgép minősítését.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- 1 **Барковский, В. И.** Исследования по обеспечению перевода самолётов МиГ 29 ВВС Венгрии на эксплуатацию по техническому состоянию. Технический отчёт, 2002.
- 2 **Dag Hemberg** EBS Gripen. Assumptions for Prediction of Mean Time Between Failures, MTBF. Saab Military Aircraft. 1998. 04. 21.
- 3 **Голего, Н. Л.** Ремонт летательных аппаратов. Транспорт, Москва, 1974.
- 4 **Kinnison, Harry A.** Aviation maintenance management McGraw-Hill, New York, 2004.
- 5 **Knezevic, J.** Systems Maintainability Analysis, Engineering and Management Chapman & Hall, London, 1997.
- 6 **Коваленко, И. Н. – Филиппова, А. А.:** Теория вероятностей и математическая статистика. Высшая школа, Москва, 1973.
- 7 **Michael J. H. Taylor** Brassey's World Aircraft & Systems Directory 1999/2000.
- 8 **Paul Jackson** Jane's All the World's Aircraft 1998-1999.
- 9 **Paul Jackson** Jane's All the World's Aircraft 2000-2001.
- 10 **Peták, Gy.** A repülőtechnika üzembentartása és javítása. Főiskolai jegyzet. KGYRMF, Szolnok, 1981.
- 11 **Peták, Gy. – Szabó, J.** A Gripen. Petit Real könyvkiadó, Budapest, 2003.
- 12 **Pokorádi, L.** Haditechnikai eszközök üzemeltetési megbízhatósága, Új Honvédségi Szemle, 2002. 5. sz. pp. 146-153.
- 13 **Rohács, J. – Simon, I.** Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989.
- 14 **Шпилева, К. М.** Инженерно авиационная служба, эксплуатация и ремонт авиационной техники часть I. Военное Издательство Министерства Обороны СССР, Москва, 1979.
- 15 **Смирнов, Н. Н. – Андронов, А. М. – Владимиров, Н. И. – Лемин, Ю. И.** Эксплуатационная надёжность и режимы технического обслуживания самолётов. Транспорт, Москва, 1974.
- 16 **Туркина, К. Д.** Конструкция летательных аппаратов. ВВИА им. Н. Е. Жуковского, 1972.

## A MIG-29 TÍPUSÚ REPÜLŐGÉPEK MEGHIBÁSODÁSAINAK ELEMZÉSE, GYAKORLATI EREDMÉNYEINEK BEMUTATÁSA

Az elemzés célja volt feltárni az eddigi üzemelés során előfordult főbb meghibásodások okait, azokra ható tényezőket és ennek alapján a továbbiakban megelőzésük, valamint a további üzemeltetés költségeinek csökkentési lehetőségeit.

A vizsgálatot az indokolta, hogy a 27 repülőgépből álló géppark tartósan, 1997-óta nagyon alacsony üzemképességi szinten van.

A jelen elemzés elfogadja, a gyártó vállalat által 2002 első negyedévében a repülőgépek üzemidejének meghosszabbítása, és az állapot szerinti üzemeltetésre történő átállás bevezetése érdekében végzett vizsgálatokat, melyek főleg a repülőgép sárkány szerkezet fáradási paramétereit, illetve alkalmazási kérdéseit elemezték. Azonban a sárkány szerkezet fáradásának elemzése csak egy része a problémának. Egyrészt azért, mert a kifejtett túlterhelési tényezők nemcsak a sárkány szerkezetre, hanem minden beépített berendezésre hatottak. Másrészt a vizsgálat során megállapított jelenlegi túlterhelési spektrum, ami a sárkány szerkezeten repedéseket, töréseket hozott létre, a hajtómű álló és forgó részei között esetenként a rések csökkenését, a szerkezeti elemeken pedig hasonló repedéseket, az elektromos, elektronikus szerkezeteken szintén olyan repedéseket, töréseket, meghibásodásokat okozhatott, mint amilyeneket a vizsgálat a sárkány szerkezeteken feltárt. Mindezek alapján, nemcsak a sárkány szerkezet meghibásodásait, hanem a repülőgépbe beépített valamennyi berendezés meghibásodását vizsgálni kell. Az orosz tanulmány<sup>1</sup> azonban konkrétan nem foglalkozik a sárkányon kívül, sem a hajtómű, sem a KSZA, sem a szakág rendszerek, berendezések problémáival.

### A megbízhatóság elmélet főbb kritériumainak alkalmazása

Jelen esetben egy komplex rendszerrel állunk szemben, ahol a repülőgép több egymással együttműködő rendszerből áll, illetve a rendszereket mindenütt az elemek sokasága alkotja. Ennek alapján a vizsgálatot rendszerenként, jelen esetben fő szakterületenként, a hozzájuk tartozó elemek megbízhatósági paramétereit alapján tudjuk elvégezni. Mivel korlátozott számú elem meghibásodása áll rendelkezésre, ezért relatív gyakoriságokat tudunk számolni. Meg tudjuk határozni a leggyengébb elemeket, azoknál a két meghibásodás közötti repült időt berendezésre, rendszerre, majd a teljes repülőgépparkra, és rá tudunk mutatni nemcsak az alkalmazás, üzemeltetés, hanem a tervezés és gyártás problémáira is.

### A repülőtechnika megbízhatósági táblázata

Ssz.	A repülőgép fő berendezése, rendszere	Meghibásodások száma db.	Két meghibásodás közötti közepes idő (óra)	Meghibásodási ráta $\lambda=1/T$
1.	Sárkány szerkezet berendezései	1777	7,64	0,13
2.	Hajtómű	347	39,2	0,025
3.	KSZA berendezés	89	152	0,00654
4.	Elektromos, műszer, oxigén berendezések	690	19,7	0,05
5.	Rádió berendezések	204	66,6	0,015
6.	Lokátor berendezések	604	22,5	0,044
7.	Fegyver Berendezések	85	159,8	0,00625
<b>8.</b>	<b>Teljes átlag</b>	<b>3793</b>	<b>3,58</b>	<b>0,279</b>

<sup>1</sup> Барковский, В. И. Исследования по обеспечению перевода самолётов МиГ 29 ВВС Венгрии на эксплуатацию по техническому состоянию. Технический отчёт, 2002.



Beérkezésüktől 2003. június végéig a két típus, 27 db repülőgép, összesen **9830+3760=13590** órát repült. Egy repülőgépre eső átlagos repülési idő **503,3 óra 9 év alatt, ami évi átlagban 56 órát jelent.** A táblázat azért torzítja felfelé az adatokat, mert nem minden területről tartalmazza az adatokat 1993-tól, hanem esetenként csak 1995, illetve 1997-től.