

A MiG-29 TÍPUSÚ REPÜLŐGÉPEK „ÁLLAPOT SZERINTI” ÜZEMBENTARTÁSA

Veres István¹

A MiG-29 típusú repülőgép az elmúlt években gyakran állt az érdeklődés központjában és viták kereszttüzében. Sokan, sokféle módon nyilatkoztak, nyilatkoznak róla, egyesek igazi hozzáértéssel, mások hiányos információk birtokában, esetenként amatőr módon. A megnyilvánulások igen gyakran érzelmi telítettségűek. Sokan dicsőítik, kiváló manőverező képességéről, hajtóműveinek óriási erejéről, a gép harmonikus formájáról, eleganciájáról, lendületes repüléséről beszélnek, míg mások lenézik elektronikájának relatív elmaradottsága miatt, és a fenntartás költségeinek horribilis voltát hangsúlyozzák. Szakmai berkekben és azon kívül is az utóbbi néhány évben széles körben esik szó a repülőgépek állapot szerinti üzembentartásáról. Gyakran úgy, hogy ismert lenne annak valóságos tartalma. Jelen cikk célja bemutatni, hogy mit is jelent a MiG-29-es esetében a gépek állapot szerinti üzembentartási stratégiája.

1. Előzmények

Mint ismeretes a repülőgépek 1993. őszén kerültek a Magyar Honvédséghez orosz államadóság fejében. Az orosz partnerrel megkötött szerződés értelmében a repülőgépeket, mint komplett rendszert kaptuk meg.

Azaz a szerződés részét képezték a **28 db repülőgép** (22 db harci és 6 db kétüléses harci-gyakorló) és **készleteik** leszállításán kívül az üzembentartáshoz, az időszakos munkákhoz, a javítások végrehajtásához szükséges műszerek, ellenőrző berendezések, automatizált ellenőrző komplexumok, etalon állomások, a szükséges mennyiségű földi kiszolgáló gépjárművek, **2 évi üzemeltetéshez** elégséges alkatrész készlet, a teljes légi üzemeltetési és az üzembentartási műszaki dokumentáció átadása.

¹ Veres István nyá. mk. ezredes, az MH Repülőműszaki Szolgálatfőnökség volt vezetője.

A megállapodás értelmében az orosz fél leszállította a repülőgéphez rendszeresített pusztító eszközöket (*alapvetően L – L osztályú rakétákat*) és a kezelésükhöz szükséges rakétaellenőrző állomásokat.

A szerződés tartalmazta továbbá a repülés szimulátor szállítását, valamint a hajózó és műszaki állomány kiképzését (több mint 100 fő vett részt a típusátképzésen), és az egy éves garanciát, mely időszakban 15 fős orosz gyári brigád segítette a gépek üzemeltetését.

Ahhoz, hogy a későbbi gondolatok érthetőbbek legyenek, tekintsük át röviden a **MiG-29** típusú repülőgépek eredeti üzemeltetési rendszerét.

A gépek üzemeltetési stratégiája a tervszerű megelőző karbantartás, amely 3 szinten folyik:

- **Az üzemeltető századnál:** a repülés kiszolgálásával összefüggő előkészítő munkák, kisebb mélységű, de nagyobb gyakoriságú karbantartási, ellenőrzési munkák (a nyugati terminológiában ezt „**O**” – „*operational level*”-nek nevezik);
- **A repülőeszköz javító századnál:** mélyebb ellenőrzések, karbantartási munkák és csapat szintű javítások („**I**” – „*intermediate level*”);
- **Ipari szinten:** a repülőgépek, az üzemidős -, és a meghibásodott berendezések ipari javítása („**D**” – „*depot level*”).

A csapat szinten végrehajtandó munkák felsorolását és azok gyakoriságát az „**Egységes Műszaki Kiszolgálási Szakutasítás**” tartalmazza. A végrehajtás módja „**Technológiai lapokon**” van részletesen leírva, ahol a munkák során használandó eszközök is feltüntetésre kerültek. A „**Technológiai lap**”-ok tartalmazzák a mérendő paraméterek névleges értékét és tűrésmezejét, ezek alapján történik az ellenőrzött rendszer, berendezés, szerkezeti elem műszaki állapotának minősítése.

A bonyolultabb ellenőrző berendezések saját kezelési utasítással is el vannak látva, ezeket az ellenőrzések során a technológiai lapokkal együtt kell használni, mintegy azok kiegészítéseként.

Az üzemeltető szintjén végrehajtandó ellenőrzések, karbantartások és kiszolgálási munkák az alábbiak:

- Heti előkészítés (az eredeti orosz előírásokban nem szerepelt, az **MH Repülőműszaki Szolgálatfőnök** vezette be), célja meg-

győződni a repülőgép és rendszereinek működőképességéről, előkészíteni a repülőgépet az adott hét repülési feladataira;

- Repülés előtti (napi) előkészítés, célja a repülőgép előkészítése az adott nap repülési feladataira, meggyőződni a repülőgép rendszereinek működőképességéről (az **MH Repülőműszaki Szolgálatfőnök** a fedélzeti rendszerek földi működtetésének optimalizálására törekedett, ezért az eredeti előírásokhoz viszonyítva redukálta a végrehajtandó munkák mennyiségét, a rendszerek ellenőrzése ugyanis automatikusan végrehajtásra kerül a repülési feladat előtt a hajtóművek indítását követően);
- Ismételt feladatra történő előkészítés, célja a repülőgép előkészítése a következő repülési feladatra, alapvetően kiszolgálási tevékenység;
- Repülés utáni előkészítés, célja a repülés közben bekövetkezett meghibásodások kijavítása, és a repülőgép előkészítése egy következő repülési feladatra, melynek időpontja és sajátosságai még nem ismertek, alapvetően kiszolgálási tevékenység;
- Tárolási munkák, célja a valamilyen ok miatt (anyaghiány, időszakos munkára, javításra vár, hadrenden felüli, stb.) repülésre tartósan nem tervezett repülőgép állagmegóvása;
- Karbantartási munkák.

A javítószázad szintjén kerülnek végrehajtásra a 200 órás időszakos munkák, mint a legjellemzőbb feladat (a rendszerek egy részénél a munkákat azonban csak 400, illetve 600 óránként szükséges végrehajtani, és néhány, nem jelentős mennyiségű munka 100 óránként esedékes).

A hajtóművek ellenőrzése 25 óránként kerül végrehajtásra.

Az eredeti üzemidős intézkedés értelmében a repülőgép üzemideje az első ipari javításig 800 repült óra / 9 év, a javításközi üzemideje 800 óra 8 év, a teljes műszaki üzemideje 2500 óra / 20 év volt. A fedélzeti rendszerek döntő többsége a repülőgépével azonos üzemidővel rendelkezett.

Néhány kulcsfontosságú berendezés üzemideje az első javításig eltér a repülőgéptől:

- Az **RD-33** típusú hajtóművek üzemideje a hajtómű sorozatától függ, saját törzskönyvében rögzített, az első javításig jellemzően 350 óra / 8 év;
- A **KSzA-2** berendezés üzemideje a berendezés gyártási sorozatától függ, saját törzskönyvében rögzített, jellemzően 500 óra / 9 év;
- A futószárak esetében jellemzően 1300 leszállás / 10 év;
- A kormánygépek üzemideje ugyancsak a gyártási sorozattól függően változó, a mi repülőgépeinkre jellemzően 1000 óra / 10 év a javításközi üzemidő.

Mint látható, a repülőgép javításközi üzemidejénél rövidebb üzemidővel a hajtómű és a **KSzA-2** berendezés rendelkezik. Az eredeti üzembentartási rendszerben a repülőgéptől eltérő, annál hosszabb üzemidejű berendezést is megjavítják a repülőgép ipari javítása alkalmával.

Az ipari javítás a tervező intézet, illetve a gyártó által meghatározott mélységben, szigorú technológia szerint folyik. A technológia tartalmazza mindazon szerkezeti elemek, berendezések ellenőrzését és javítását, egyes elemek, részegységek kötelező cseréjét, amelyek a repülőeszköz tervezésekor figyelembe vett várható igénybevétel esetén olyan mértékben elhasználódhatnak (kopás, szerkezeti elemek fáradása, korrózió, stb.), hogy a következő ipari javításig az adott szerkezeti elem meghibásodása nagy valószínűséggel bekövetkezhet.

Az eredeti üzembentartási rendszer (tervszerű megelőző karbantartás) jellemzői közismertek, de azért röviden tekintsük át legfontosabb előnyeit – hátrányait.

A rendszer a műszaki kiszolgálásban, üzembentartásban meglehetősen elterjedt, jól bevált módszer, az üzembentartó állomány ismeri, több évtizede ebben a rendszerben folyik a repülőeszközök fenntartása.

A rendszer alkalmazása nagy megbízhatóságot eredményez, amely a repülőeszközök vonatkozásában a hadrafoghatóság magas szintjén túl a repülés biztonságára is pozitív hatást gyakorol. Nem elhanyagolható tény, hogy a meghatározott gyakorisággal végrehajtásra kerülő ipari ja-

vítás bizonyos mértékben képes kompenzálni a csapatszinten elkövetett kisebb – nagyobb üzemeltetési, üzemben tartási hiányosságok káros hatásait.

Ugyanakkor, mint ismeretes az egyes egyedek (repülőgépek) valószínűségi igénybevétele jelentősen eltérhet a tervezési követelményekben szereplőtől, és természetesen jelentősen eltérhet egymástól is. Ezáltal az előírt munkák, ellenőrzések, kötelező cserék végrehajtásra kerülnek a repülőeszköz és annak rendszereinek műszaki állapotától függetlenül. Azaz előfordulhat, hogy bizonyos munkákat, cseréket úgymond feleslegesen végzünk el (pontosabban fogalmazva indokolatlanul korán).

Ebből a megközelítésből ez a kiszolgálási rendszer egyértelműen költségesebb az optimálisnál, továbbá felesleges munkaerő ráfordítással is jár.

További hátrány, hogy az indokolatlan ki – beépítés (mint minden munkavégzés) magában hordozza a hibás munkavégzés lehetőségét és annak következményeinek kockázatát.

Roszsabb esetben a felesleges munkavégzés ellenkezője is előfordulhat, miszerint az adott munkát a repülőeszköz műszaki állapota miatt (a tervezettnél fokozottabb igénybevétel, kedvezőtlen tárolási, üzemeltetési feltételek és egyéb kedvezőtlen tényezők negatív hatásainak következtében) korábban végre kellett volna hajtani.

Ezen eset hatása a repülés biztonságára súlyosabb következményekkel is járhat. Az előfordulás valószínűsége azonban csekély, mivel az ellenőrzési, javítási munkák gyakorisága kellő nagyságú műszaki tartalék figyelembevételével került meghatározásra.

Összességében az eredeti üzemben tartási stratégia az optimálisnál nagy valószínűséggel költségesebb, ugyanakkor megbízható, a hadrafoghatóságra és a repülés biztonságára alapvetően pozitív hatású.

2. A változtatás kényszere

Ezen megállapítás után felvetődik a kérdés: mi indította a szolgálati ágat arra, hogy megváltoztasson egy megbízható, bevált üzemben tartási stratégiát, és ezzel felvállalja az új rendszer bevezetésével járó kockázatot. Tekintsük át ezeket az okokat és az áttéréshez vezető egyéb tényezőket.

Elvi szinten az állapot szerinti üzemeltetési rendszer, annak előnyei és alkalmazásának általános feltételei ismertek volt számunkra. A „nyugati világ”-ban a **70 – 80-as évektől** kezdve egyre nagyobb mértékben terjedt el ez a fajta üzemeltetési rendszer, mindenekelőtt azoknál az új típusoknál, amelyek tervezésekor már ezt követelményként írták elő. Tehát más feltételek között ugyan, de működött már ilyen rendszer, melynek pontos részletei persze ismeretlenek voltak számunkra.

Azt viszont tudtuk, hogy a **MiG-29-es** típus sok tekintetben különbözik a korábbi, nálunk rendszerben lévő repülőgépektől. ***Erre a gépre jellemző a digitális technika széles körű alkalmazása, a korábbiaknál sokkal fejlettebb beépített önellenőrző rendszer, a rendszereket figyelő felügyeleti rendszer és a korszerűnek mondható fedélzeti adatrögzítő, amely meglehetősen nagy mennyiségű adatot tárol.***

A repülés közben tárolt adatokból elvileg jól meghatározható a repülőgép sárkányszerkezete és a hajtóművek által az üzemeltetés során elszenvedett terhelés (túlterhelések, hőterhelés, stb.), amiből következtetni lehet a repülőgép műszaki állapotára. Az ehhez szükséges kiinduló (tervezési követelmények) és összehasonlítható adatok azonban nekünk nem, csak a gyártónak, tehát az orosz félnek álltak rendelkezésre.

Végző soron kezdettől fogva világos volt számunkra, hogy a MiG-29-es más módon is üzemeltethető, nem csak a hagyományos rendszerben, de az is, hogy sikerrel ezt csak az orosz partnerrel szoros együttműködésben lehet megvalósítani.

Az indítékok közül a legerősebb tényező természetesen a pénz volt, jobban mondva annak hiánya.

Ahhoz, hogy a **MiG-29-es** fenntartásának gazdaságossági (pontosabban a költségek minimalizálásának) problematikáját jobban megértsük ***tekintsük át röviden a típus rendszerbeállításának körülményeit*** (jelen dolgozatnak nem témája a MiG-29-es típus rendszerbeállításának elemzése, az kimerítené egy önálló munka terjedelmét – a téma egyébként, annak összetettsége és az abból fakadó tanulságok kívánnak is egy részletes elemzést).

Mint már említettük a repülőgépek beszerzése 1993-ban orosz államadósság fejében történt. A megkötött szerződés értelmében komplett rendszert kaptunk a **2 századnyi: 22 harci + 6 kétüléses harci-kiképző repülőgéppel**. A repülőgépekkel együtt átadásra került a gépek üzemeltetéséhez szükséges minden földi kiszolgáló eszköz, ellenőrző

berendezés, két készlet automatizált ellenőrző komplexum. A szerződés részét képezték az alkalmazáshoz szükséges pusztító eszközök (a Légerő által meghatározott arányban és mennyiségben, alapvetően **levegő – levegő** osztályú rakéták), és 2 készlet **GURT** komplexum, a rakéták ellenőrzéséhez, továbbá a repülőgép szimulátora, annak teljes készletezettségében. Átadásra került a repülőgépek kiszolgálásához szükséges 2 évi készlet javítóanyag, tartalék alkatrészkészlet és berendezés. A szerződésnek része volt az üzemeltetési és üzembentartási dokumentáció átadása, továbbá a hajózó és a földi (repülőműszaki és vadászirányító) állomány típusátképzése is.

A repülőgépekre a szerződés értelmében az orosz fél 1 éves garanciát vállalt, melynek érvényesítésére (egyben a munkánk segítése céljából a kezdeti időszakban) egy **15 főből álló szakember gárda**, az úgynevezett „**garanciális brigád**” 1 éves időtartamban **Kecskeméten** a repülőezrednél dolgozott. A garanciális brigád a garanciális javítások elvégzéséhez rendelkezett egy javító és tartalék alkatrész készlettel, az úgynevezett „**műszaki patikával**”, amely az orosz fél tulajdonában volt, és nem képezte a szerződés tárgyát. Célja a garanciális javítások átfutási idejének minimalizálása volt.

A **MiG-29-es** típus rendszerbeállítása lényegében normális módon indult, még a Kecskeméten elengedhetetlen infrastrukturális beruházások is zöld utat kaptak. **Nem úgy a folytatás.**

Emlékeztetek, a dátum 1993. A Magyar Honvédség 2 – 3 éve forráshiánnyal küzd, és a tartalékok feléléséből tartja fent a rendszer. Vonatkozik ez a repülőműszaki szakterületre is. A MiG-29 esetében azonban nincsenek tartalékok, azokat most kellene létrehozni, de ehhez nem áll rendelkezésre forrás. Mindössze arra volt mód, hogy a garanciális brigád „**műszaki patikáját**”, pontosabban annak fel nem használt maradványát megvásároljuk, illetve 1996-ban ugyancsak államadósság fejében tartalék hajtóművek, lokátor, és egyéb rendszerek legkurrensebb berendezéseiből került beszerzésre néhány darab.

Végző soron a MiG-29-es rendszerbeállítása csak elkezdődött, de a normális rendszerbeállítás (a fenntartáshoz szükséges készletek felhalmozása, a javításhoz szükséges forgóalapot létrehozása) a mai napig sem fejeződött be.

Mint említettem, a forráshiány ebben az időszakban az egész Magyar Honvédséget sújtotta. Így az a sajátos helyzet alakult ki, hogy a kezdeti időszakban, amikor a repülőgépek hadrafoghatósága részben a garancia, részben a minimális tartalék alkatrészkészlet rendelkezésre ál-

lása következtében jó szinten volt, a repülőgépek repülési óraszámát a rendelkezésre álló üzemanyag mennyisége korlátozta. Később ezt tovább súlyosbította a már jelentkező anyagihiány okozta leállás.

Összességében a normális üzemmenet kezdettől fogva sérült. A korlátozott repülési óraszám ugyanis azt eredményezte, hogy a repülőgépek üzemidő felhasználásának mértéke fenntartási szempontból az elvárt szint alatt maradt (az alkalmazói elvárásokról most nem beszélünk), azaz jellemző módon a naptári üzemidő lejártáig nem lehetett lerepülni a javításig biztosított üzemidőt. ***Ennek kettős hátránya van:***

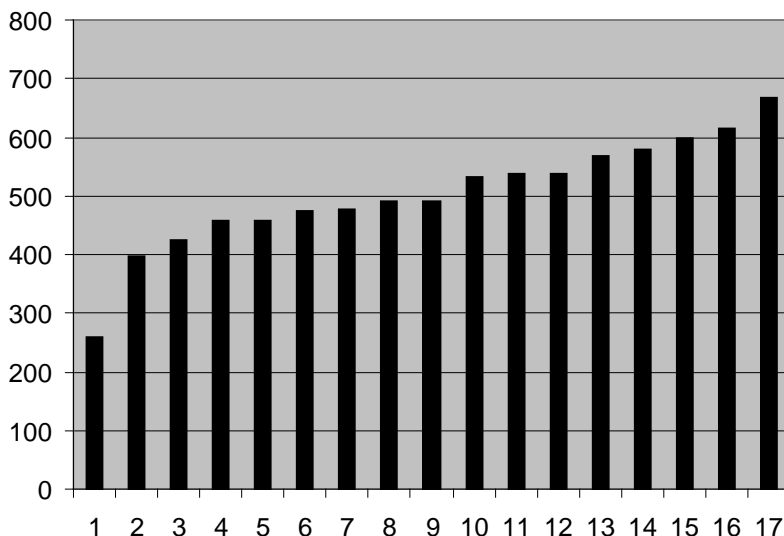
- Egyrészt a naptári üzemidő lejárta miatt javításba küldött berendezésekben (repülőgépben) felhasználatlan üzemidő **„marad”**, ami veszteséget jelent.
- Másrészt, mivel a repülőgépeink és berendezéseik gyakorlatilag azonos gyártásúak, a naptári üzemidő szerinti javítási igény egyszerre jelentkezik az összes gépen. Ez azzal a következménnyel jár, hogy a gépeink közel azonos időben esnek ki (vannak, vagy várnak javításra), ezáltal rohamosan csökken a gépark hadrafoghatósága, és még óriási kiugrásokat is eredményez a költségvetési igény oldalán.

Vizsgáljuk meg kissé részletesebben konkrétan hogyan is alakult ez a helyzet a gépeink esetében, mit is jelentenek a gyakorlatban a fenti állítások.

A repülőgépek üzemideje az eredeti előírások szerint az első ipari javításig 800 repült óra volt 9 év alatt.

A következő diagram azt mutatja, hogy 8 évvel a gépek rendszerbeállítása után (tehát mindössze 1 évvel a naptári üzemidő lejárta előtt) az egyes repülőgépek mennyi repült időt teljesítettek (a többi gép üzemidejét azért nem tüntettem fel, mert azok anyagihiány miatt már évek óta nem repültek).

A 2001. novemberében vizsgált 17 db repülőgép repült óráinak eloszlása



A diagramból jól látható, hogy az üzembentartók követték azt az általános előírást, miszerint a gépek üzemidejét szét kell húzni, mivel csak így kerülhető el az időszakos munkák feltorlódása, az üzemidős berendezések cseréjének, javításának egyidejűsége, stb. A széthúzás mértéke is megfelel az általános elveknek, a vizsgált gépek üzemidő adatai 259 és 668 óra között szórnak, és az eloszlás csaknem lineáris (a 259 repült órával rendelkező repülőgép „kilóg” a linearitásból, ugyanis ez a gép tartósan, anyaghiány miatt állt).

A korábban említett okok miatt ugyanakkor (kevés évenkénti repült idő) ennek a tervezett igénybevételnek nem volt érdemi hatása a repülőgépek ipari javításának egyidejűségére, hiszen még a legtöbbet repült gépek üzemideje is jelentősen alatta marad a lehetséges 800 órának.

A költségvetési források alakulása a rendszerváltás utáni években már 1993-ban, a típus rendszerbeállításakor világosan mutatta, hogy a MiG-29 ipari javításának fedezete nem lesz biztosítható még akkor sem, ha az ipari javításokat 3 – 4 évre szét lehetne húzni.

A szomszédos, a típust üzemeltető országtól szerzett információk alapján az *orosz partner 5 millió USD áron vállalja a repülőgép javítását*, melynek nem része a hajtómű javítása. A teljes javítási ár repülőgépenként (hajtóművek és egyéb üzemidős berendezések javításával együtt) *meghaladja a 7 millió USD-t*. Ez gyakorlatilag egybeesik azzal az általános tapasztalattal, hogy a katonai repülőgépek, helikopterek javítási ára a *beszerzési értékük 30%-a* körül van.

A teljes géppark javítási költsége így mintegy **196 millió USD-t, mai árfolyamon számolva mintegy 38 - 39 milliárd Ft-ot** emésztett volna fel, legjobb esetben is 3 – 4 éves időszakban (ez természetesen az 1993-ban végiggondolt számvetés, amikor még 28 db repülőgépről beszéltünk).

A következtetés egyértelmű volt, valamit tenni kell, mert evvel a forrással valószínűtlen, hogy bármikor is rendelkezik a Repülőműszaki Szolgálati ág.

Ez volt a legerősebb tényező, ami rákényszerítette a szolgálati ágat egy költségtakarékosabb üzembentartási rendszer keresésére és bevezetésére.

Mit tettek, hogyan gondolkoztak ugyanakkor mások?

A környező országok mindegyikének korábban volt **MiG-29-e**, mint nekünk, de az ukránokat (és természetesen az oroszokat) nem számolva 1993-ban *még senkinek sem volt olyan korú gépe, melynek ipari javítása esedékes lett volna*. Konkrét elgondolásuk nem volt (vagy nem osztották meg velünk), de érzékelhető volt, hogy a saját iparral kívánják a javítást megoldani. A javításra való felkészülés azonban egy kivétellel el sem kezdődött.

Ukrajna felkészült az ipari javításra (a korlátozott sorozatjavításra azonban az ő esetükben is csak a 2000-es évek elején került sor).

Szlovákia a 90-es évek végén önállóan (gyakorlatilag felkészületlenül, javítási technológiák nélkül, a korábbi repülőgépek javításában szerzett általános tapasztalatokra támaszkodva) nekiállt a repülőgép ipari javításának.

Ismereteink szerint a **lengyelek** saját bázisukon, kooperációban a **beloruszokkal** kísérelték meg az ipari javítást.

Tehát jól, rosszul, de mindenki a hagyományos módon próbálta meg fenntartani gépparkját, érintetlenül hagyva a repülőgépek eredeti üzembentartási rendszerét. Egyedül a Luftwaffe indult el más úton.

Hogyan közelítették meg a problémát a németek?

Azzal egy időben, hogy az újra egyesült **Németországban** megszületett a döntés a volt **NDK MiG-29**-eseinek rendszerbeállításáról, kormányzati szinten megjelent az a követelmény is, hogy a gépek fenntartási költségeit lejjebb kell szorítani, és el kell érni, hogy az ne haladja meg a **Tornádó** fenntartásának költségszintjét.

A németek saját ipari bázisukon az orosz gyártóval és tervezőintézetrel szoros együttműködésben alakították ki az üzembentartás új rendszerét, ami nagyban megőrizte az eredeti rendszer elemeit, de jelentősen redukálta az ipari javítás során elvégzendő munkák mennyiségét, illetve a csapatnál végrehajtandó munkák gyakoriságát is csökkentette. Az újonnan kialakított rendszer működőképességének alapfeltétele volt az orosz partnerrel való állandó kapcsolattartás és szoros együttműködés. Egyéb módszerrel nem volt biztosítható az elvárt megbízhatóság.

Részben a pozitív németországi tapasztalatok alapján (lehet másképpen is, olcsóbban és biztonságosan), részben más országok által az új gépek beszerzésekor támasztott követelmények miatt, részben, mert olyan új szakemberek jelentek meg a tervezőintézetnek az üzembentartási rendszerért felelős részlegénél, akik korábban a saját bőrükön érezték mit jelent korlátozott források mellett fenntartani a gépparkot a régi rendben, és egyéb, most nem részletezett okok miatt ***az orosz partner 2001 táján már hajlandóságot mutatott arra, hogy elvárásunknak megfelelő üzembentartási rendszer kidolgozásába fogjon megrendelésünkre, velünk szoros együttműködésben.***

3. Az új üzembentartási rendszer alapelvei

Az új üzembentartási rendszer alapja továbbra is a ***„tervszerű megelőző karbantartás”***, de a repülőgépekre nincs előírt ipari javítás, azok egész életüket a csapatnál töltik. Az új rendszer a közvetlen kiszolgálat érintetlenül hagyta, az időszakos munkák tartalmát kis mértékben redukálta. Az ipari javítás helyett új ellenőrzési munkákat írt elő 1000 óránként, melyek végrehajtása csapatkörülmények történik. Ennek leglényegesebb eleme a repülőgép szerkezetén bekövetkezett fáradásos elváltozások feltárására irányul. ***Alapvetően két fő eszközcsoportot alkalmaz ehhez:***

- Egyrészt a fedélzeti adatrögzítő által tárolt adatok analízise az elszenvedett integrált terhelés meghatározására;

- Másrészt roncsolásmentes anyagvizsgálati módszerekkel a szerkezeti elemeken végbement mechanikai elváltozások feltárása.

Az elemzések és ellenőrzések minden repülőgépre vonatkozóan **egyedi** műszaki állapot meghatározást eredményeznek, amelyhez egyedi helyreállítási, javítási feladatsor rendelhető és rendelendő. Az előírt javítások lehetnek halasztást nem tűrők (azaz a kijavításukig a repülőgépet üzemképtelennek kell tekinteni) vagy meghatározott kontroll alatt tartandók (egyedileg meghatározott vagy valamely soron következő ellenőrzéshez, időszakos munkához kötöttek).

A javítások végrehajtása csapat (katonai javítóüzem) körülményei között - a helyi erők jelentős közreműködésével számolva - gyári szakemberek irányítása mellett, azok tevőleges részvételével és felelősségével történik.

A korábbi rendszerhez viszonyítva bővült az úgynevezett „**kiemelt berendezések**” köre. Ez az új rendszer természetéből fakad.

Kiemelt berendezés alatt értjük azokat az eszközöket, amelyek üzemideje eltér, pontosabban kevesebb vagy más paraméter alapján meghatározott (például a futószár üzemideje nem repülési óraszám, hanem a leszállások számával korlátozott), mint a repülőgépé.

Az eredeti rendszerben az ipari javítás során azon berendezések, amelyek üzemidővel rendelkeztek ugyan, de az egybeesett vagy nem jelentős mértékben felülmúlta a repülőgépét, a repülőgép javítása során ipari javításon estek át. Így ezeket a berendezéseket az üzembentartás szintjén nem kellett „**kiemelt berendezés**”-ként kezelniük. Az új rendszerben a státuszuk megváltozott, a repülőgép ipari javításának hiányában, „**kiemelt berendezések**” lettek.

A repülőgép fedélzeti berendezésinek jelentős része kikerült a tervezett (meghatározott gyakorisággal előírt) ipari javítás köréből, és üzemeltetésük meghibásodásukig folyik. Azaz ipari javításukra csak akkor kerül sor, ha meghibásodnak, vagy az előírt ellenőrzések során olyan paraméter-eltérést mutatnak, amelynek alapján üzemképtelennek kell minősíteni őket (a korábbi rendszerben a repülőgép ipari javításakor ezeken a berendezéseken, azok műszaki állapotától függetlenül végrehajtották az előírt javításokat).

4. Az áttérés menete

A kényszerítő tényezők és az elvi elgondolás áttekintése után térjünk át a megvalósítás legfontosabb lépéseire.

Miután az elgondolásunk megkapta a kormányzati támogatást, megkezdődtek a szerződés előkészítési tárgyalások az orosz partnerrel.

Követelményrendszerünk az alábbi főbb elemeket tartalmazta:

- Naptári üzemidőhosszabbítás **9-ről 12 évre**, és üzemidőhosszabbítás **800 órától 1100 órára 14 repülőgépen** (12 harci + 2 kétüléses gépre szolt az engedélyünk); ennek célja az állapot szerinti üzemeltetési rendre történő átálláshoz időt nyerni;
- Naptári üzemidő hosszabbítás hajtóműveken, egyéb fődarabokon a szükséges darabszámban;
- Kidolgozni az állapot szerinti üzembentartás rendszerét, és átállítani a kiválasztott 14 repülőgépet erre a rendre;
- A kijelölt **14 repülőgép** üzemképességének helyreállításához szükséges berendezések javítása, a fenntartáshoz elengedhetetlen alkatrészek szállítása;
- Egy készlet automatizált ellenőrző komplexum és egyéb ellenőrző berendezések kalibrálása, szükség esetén javítása.

A követelményrendszer szerves része volt az a kitétel, hogy a repülőgépeken a munkákat a kecskeméti repülőtér bázisán (a Légijármű Javítóüzemnél erre a célra kiürített szerelőcsarnokban) kell végrehajtani, az ezred és a Légijármű Javítóüzem szakembereinek közreműködésével (15 – 15 fő kijelölését vállaltuk, az üzem részéről szükség esetén további szakemberek bevonásával is számoltunk).

A konkrét végrehajtás a repülőgépek műszaki állapotának értékelésével kezdődött. *A vizsgálatnak részét képezte:*

- A repülőgépek szerkezeti elemeinek átvizsgálása roncsolásmentes anyagvizsgálati módszerekkel a gépek részleges (egyébként elég jelentős) szétszerelése mellett.
- Meghatározásra került minden vizsgált repülőgép esetében az üzemeltetés kezdete óta kapott terhelés, a repülésenkénti legnagyobb túlterhelési értékek átlaga alapján. Az adatokat a repülő-

gépek fedélzeti adatrögzítője („**TESZTER**”) biztosította. (A TESZTER adatokat a repülőgépek megérkezésétől kezdődően folyamatosan archiváltuk éppen azzal a szándékkal, hogy a későbbi vizsgálatokhoz, elemzésekhez rendelkezésre álljanak.)

- Minden repülőgépre vonatkozóan elemzésre kerültek a meghibásodások az üzemeltetés kezdete óta (az erről szóló adatokat az ezred folyamatosan gyűjti és megőrzi).

A műszaki állapot meghatározása után minden repülőgépre összeállításra került a saját hibalistája. Minden egyes hibára meghatározták annak elhárításának technológiáját, idejét. Egyes hibák kijavítása az üzemidőhosszabbítás feltétele volt, mások elhárítását a soron következő időszakos munkákhoz, vagy például bizonyos repedések esetében azok tovaterjedésének, fejlődésének mértékéhez kötötték, meghatározott gyakorisággal végrehajtandó ismételt ellenőrzések mellett.

A meghibásodások kijavítását döntő többségben az ezred és a javítóüzem szakemberei hajtották végre. Néhány kritikus repedés javítási technológiáját az orosz fél nem adta át, ezeket a munkákat külön megrendelésre ők végezték el ugyancsak jelentős magyar közreműködéssel.

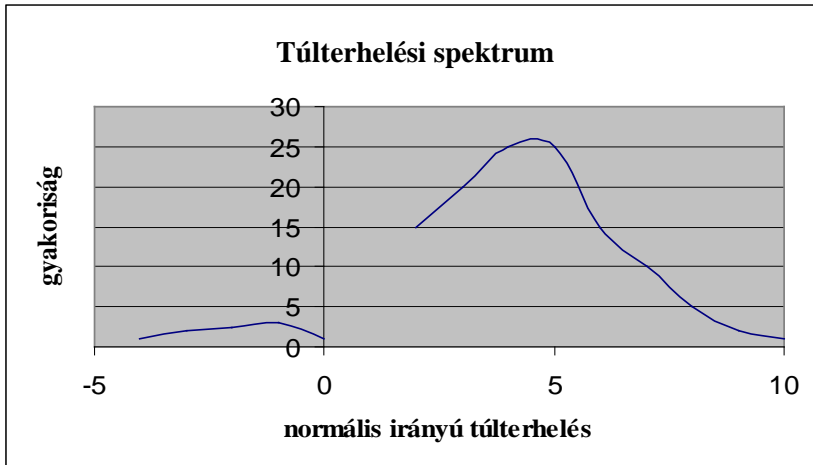
A hibák elhárítása után 2002-végén a 14 repülőgép megkapta a kívánt 300 óra, 3 év üzemidőhosszabbítást. (A dolog sajátossága, hogy hajtómű és néhány egyéb fődarab hiányában a repülőgépek egy részénél nem lehetett végrehajtani az előírt berepülést a munkák végeztével, így a repülőgépek egy része még hónapokig nem állt rendelkezésre).

A műszaki állapot meghatározása során megerősítést kaptunk egy korábbi sejtésünkre, miszerint a gépeink igénybevétele intenzívebb, mint a tervezett (mint amire az eredeti alkalmazó követelményei alapján tervezték).

Mit is jelent ez?

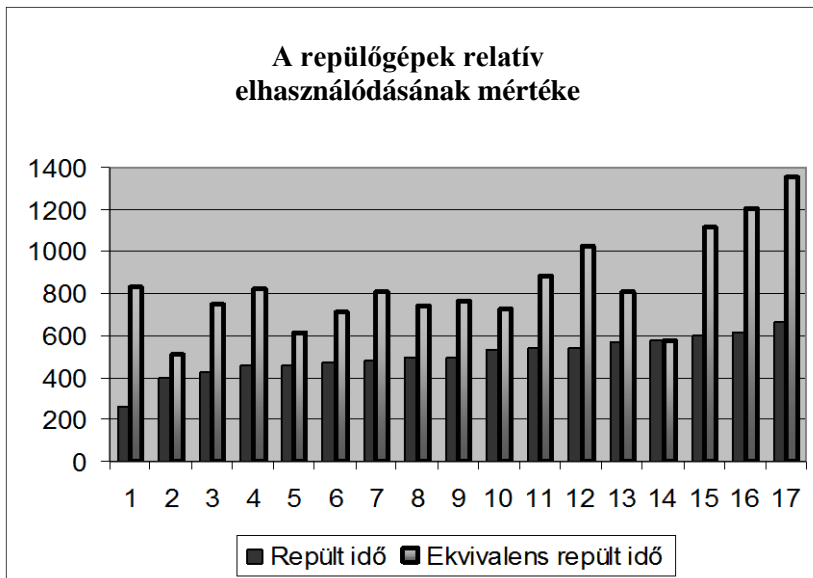
Tervezéskor a várható alkalmazás átlagos igénybevételét veszik alapul, ami a különböző értékű normális irányú túlterhelések gyakoriságával van kifejezve (a normális irány túlterhelési ciklusok felelősek leginkább a szerkezet „**fáradásos**” elváltozásáért).

Példaképpen az alábbi diagram egy ilyen túlterhelési spektrumot ábrázol (nem valódi adat, csak illusztráció!).



A „TESZTER” adatokból az orosz szakemberek gépenként meghatározták a repülőgép által elszenvedett terhelést, és ennek alapján az úgynevezett „*ekvivalens repült időt*”, azaz, hogy a tervezési követelmények alapján az adott repülőgépre kapott integrált terhelési ciklusszámhoz mekkora repült idő tartozna. Ez jól jellemzi a repülőgépek relatív elhasználódásának mértékét.

Az alábbi diagram azt mutatja, hogy a gépeink valóságos és ekvivalens repült ideje hogyan alakult (2001-es adat).



A diagrammból jól látható, hogy mindössze 1 repülőgépünk elöregedése arányos a lerepült idővel, a többinél a relatív elhasználódás jelentősen nagyobb (átlagosan 1,7), azaz a repülőgépeink igénybevétele intenzívebb a tervezettnél.

Ennek a kérdésnek nyilvánvalóan vannak alkalmazói vonatkozásai. A jelenség nem ismeretlen a hasonló nagyságú országokban (például ***Portugáliában az F-16-osoknál hasonló jelenség tapasztalható***, ahol a relatív elhasználódás közel kétszerese a tervezettnek).

A dolog legfőbb magyarázata az ország kis légtere, a kiképzésre igénybe vehető elkülönített légterek közelsége a repülőtérhez. Ennek következtében a repülési feladatok viszonylag rövidek (az egy felszállásra jutó repült idő átlagosan **35 perc** körül van), de annál intenzívebbek.

A téma megérne egy önálló elemzést, sokan vitatják ugyanis az ilyen alkalmazói gyakorlatnak a helyességét. A probléma ugyanis annak az optimumnak a megtalálása, ami a kiképzés hatékonyságát, a felmerülő (ennek részeként a repülőgépek intenzívebb elöregedéséből fakadó) költségek minimalizálását egyszerre biztosítja.

Jelen dolgozat szempontjából ennek a korábbi sejtésnek a visszaigazolása elsősorban annak a fenntartással összefüggő vonatkozásai miatt érdekesekek, azaz, hogy a ***repült idővel nem feltétlenül arányos módon kell számolnunk bizonyos meghibásodásokra, fáradásos repedésekre***, és az ezekkel felmerülő javítási igénnyel.

A repülőgépek műszaki állapotfelmérésével, üzemidőhosszabbításával párhuzamosan a **Mikojan tervezőiroda** elkészítette azt a tanulmányt, amely az állapot szerinti üzembentartási rendszer elméleti alapját képezi, és amely egyben az áttérés teendőit is meghatározta (a tanulmány átadásra került 2002. tavaszán).

Ebben a munkában egy részletes elemzést végeztek el a repülőgép szerkezeti elemeire és fedélzeti rendszereire vonatkozóan. Ennek során vizsgálták milyen elváltozások, meghibásodások fordulhatnak elő, azok bekövetkezésének mekkora a valószínűsége, továbbá, hogy milyen mértékben veszélyezteti a repülés és a feladat végrehajtásának biztonságát, amennyiben a meghibásodás repülés közben következik be.

Vizsgálták az egyes rendszerek, szerkezeti elemek javításának gazdaságossági vonatkozásait is. Elemezték a „***felesleges***” elvégzett (azaz a műszaki állapottól független, repült órához, naptári időhöz

vagy egyéb ciklushoz kötött) javítás költségeit, és mérlegelték a javítás elhagyása esetén, a bekövetkező meghibásodás okozta közvetlen és járulékos költségeket.

Az elemzés eredményeképpen a fedélzeti berendezéseket, a repülőgép szerkezeti elemeit 3 kategóriába sorolták, mindegyikhez saját üzemeltetési módszert rendelve:

- **Műszaki paraméterek ellenőrzése alapján:** nincs meghatározott üzemidő, a berendezés, vagy rendszer műszaki állapotára jellemző paraméterek ellenőrzését írták elő meghatározott periódusonként. Amennyiben a paraméterek valamelyike a tűrésmezőn kívülre kerül, a berendezést, rendszert üzemképtelenné kell minősíteni. Helyreállítása beszabályozással, vagy javítással történhet. Végeredményben ez a módszer biztosítja, hogy az ilyen módon fenntartott eszköz a meghibásodás előtti, de ahhoz már közeli műszaki állapotában kerül csak javításra. Ebbe a kategóriába kerültek jellemző módon azok a berendezések, amelyek a repülés biztonságát érdeemben nem veszélyeztetik, és jól ellenőrizhetők (azaz műszaki állapotuk paraméteres ellenőrzéssel, egyéb diagnosztikai módszerrel jól meghatározható).
- **Megbízhatóság alapján:** nincs meghatározott üzemidő. A gyakorlati megvalósítás szintjén jelen esetben ez a módszer a meghibásodásig tartó üzemeltetést jelenti. Ebbe a kategóriába kerültek azok a berendezések, amelyek a repülés biztonságára nincsenek hatással, vagy hatásuk jelentéktelen, műszaki paraméterek alapján nem, vagy csak jelentős munkával, költséggel, megbontással stb. határozható meg műszaki állapotuk.
- **Üzemidő szerint:** jellemző módon azok a rendszerek tartoznak ebbe a kategóriába, melyek meghibásodása a repülés biztonságára közvetlen veszélyt jelent, nincs a fedélzeten tartalék rendszere, műszaki állapota hatékonyan nem állapítható meg.

Az elméleti vonatkozású kérdések tisztázása után elvégezték a repülőgépeinken végrehajtott állapotfelmérés elemzését, melynek végső megállapításai az alábbiak voltak:

- Repülőgépeink terhelése nagyobb, mint a tervezésnél számított és a repülési tesztekkel vizsgált terhelés, amely alapján az üzemidők megállapításra kerültek;

- Ugyanakkor a feltárt hibák, a repülőszerkezeten talált elváltozások nem érintik a teherviselő elemeket, azok csak helyi jellegűek, és így nincsenek hatással a repülés biztonságára,
- Mindebből az következik, hogy a feltárt hibák kijavítása után a repülőgépek korlátozás nélkül üzemeltethetők a soron következő műszaki állapotfelmérésig.

Ez a tanulmány és elemzés volt az üzemidőhosszabbítás és egyben a műszaki állapot szerinti üzemeltetési rendszerre történő áttérés elméleti alapja. Ugyanis ennek alapján meghatározásra kerültek az előzőeken túl mindazok a munkák is, amelyek végrehajtása az állapot szerinti üzemeltetésre való áttérés feltétele volt.

A tanulmány alapján az orosz fél kidolgozta az ipari javítás nélküli rendszer műszaki dokumentációját, annak új elemeként az 1000 órás felülvizsgálatokat, meghatározták a kötelező cserés alkatrészeket, az üzemidős berendezéseket (a harmadik kategóriába sorolt berendezések csoportjáról van szó), melynek alapján az **MH RMSZF** módosította az eredeti üzemidős intézkedést.

Kijavításra kerültek (mint azt már említettük) a műszaki állapot meghatározása során feltárt hibák az üzemidőhosszabbítás érdekében, továbbá végrehajtásra kerültek az állapot szerinti üzemeltetési rendszerre történő átálláshoz előírt munkák.

Néhány esetben egyedi engedélyek is kiadásra kerültek kérésünkre a tervezőintézet részéről javítás végrehajtása nélkül a repülőgép további üzemeltetéshez időlegesen, meghatározott időtartamban.

Az új üzemeltetési rendszer műszaki dokumentációjának és az informatikai támogató rendszer (**ARM-OK**) átadása után az orosz partner bejegyezte a repülőgépek formulájába az átállás tényét, és a repülőgépek módosított teljes műszaki üzemidejét **4000 óra, 40 évben** határozta meg. Ezzel az állapot szerinti üzemeltetési rendszer keretei megvalósultak.

5. További feladatok

A keretek adottá váltak, a konkrét megvalósítás azonban még sok feladattal jár. Csak felsorolás jelleggel álljanak itt azok legfontosabb elemei:

- **A műszaki dokumentáció** fordítása, kiadása, hatályba léptetése;

- **A műszaki dokumentáció** már általunk feltárt hibáinak, el-
lentmondásainak kijavíttatása az orosz partnerrel, a módosítások
átvezetése a saját dokumentációnkon;
- **Az üzemidős intézkedés** egyeztetése az orosz féllel, az ellent-
mondások feloldása;
- Az **ARM-ok** informatikai támogató rendszer alkalmazásának
beindítása;
- **Felkészülés az 1000 óránál esedékes** munkák végrehajtására
(2006 elején esedékes), ennek részeként az előírt roncsolás-
mentes vizsgálatok előkészítése próbavizsgálatok egy leállított
repülőgépen, műszerigény, érzékelő fejek, stb. meghatározása
és azok beszerzése;
- **A műszaki állapot** értékelés módszertanát elsajátítani (**ARM-**
ok használata is!);
- **Kialakítani azt a rendszert**, amely képes az új üzemben tartási
rendszerben a fenntartási anyag-, alkatrész-, javítási igényeinek
kielégítésére. (mint az előzőekből kiderült a rendszer nem ter-
vezhető a hagyományos módon. A berendezések javítása, cseré-
je nagymértékben azok műszaki állapotától függ és így pontos-
san előre nem látható az igény. Tehát dinamikus rendszerre, a
tervezőintézetten és a szállítóval szoros rugalmas együttműkö-
désre van szükség, mint ahogyan azt a **Luftvaffe** példája világo-
san megmutatta).

6. Epilógus

Miért? Mi haszna? Mi értelme volt mindennek?

*Mint az már a bevezetőben elhangzott a legfőbb indíték a forrá-
sok hiányában keresendő. A fent leírt útkeresés nélkül, a hagyomá-
nyos megoldáshoz ragaszkodva a típus 2002. novemberében leállt
volna. A gépek ipari javításához szükséges források töredéke sem állt
rendelkezésre. Ebben az időszakban a **MiG-29**-esen kívül más harcá-
szati repülőgép a Magyar Honvédség rendszerében már nem volt, azaz
az ország légtere védtelenné vált volna.*

Hogyan alakul az új rendszerben a fenntartás költségigénye?

Nagy kérdés. Az orosz fél kalkulációja alapján 40%-os költségcsökkenés érhető el ezzel a stratégiával a repülőgép teljes élettartamára vonatkozóan.

A mi viszonylatunkban ez nyilván másképpen néz ki. Mi eddig is alig költöttünk rá, ezt nyilván nem lehet következmények nélkül tovább csökkenteni.

Ez a megoldás komoly hozzáértést, speciális szakmai felkészültséget és igényességet vár el, és feltételez a csapat, javítóüzem és minden közreműködő szakembereitől.

A szolgálati ág előtt azonban a típus feladásán kívül ez volt az egyetlen járhatónak tűnő út.

Talán másoknak is az ügy mellé kellene állnia, hátha ez nem csak a **MiG-29**-es esetében lesz elvárás!

Ez a munka igazi, élményt adó mérnöki (és persze nem csak mérnöki) munka volt és a továbbvitele ma is az. A munka során szerzett tapasztalatok, a kezünkbe kapott tanulmány elméleti vonatkozásai messze túlmutatnak egy közönséges üzemidőhosszabítási procedúra keretein. Módszertan, szabványok alkotó alkalmazása, a biztonság és a költségek összhangjának megteremtése és még sok egyéb kérdés tárgya ennek a folyamatnak.

Meggyőződésem, hogy a megközelítés más szakterület számára is értékes lehet, és az is, hogy a hazai adaptáció további elemzést kíván.