

DIPLOMAMUNKA

Sárai Róbert százados

2018



Nemzeti Közszerológati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Katonai Repülő Intézet
Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék



REPÜLŐGÉP KARBANTARTÓ SZERVEZET
HATÉKONYSÁGI KRITÉRIUMOK ALAPJÁN TÖRTÉNŐ
KORSZERŰSÍTÉSI LEHETŐSÉGE A MAGYAR
HONVÉDSÉGNÉL

Konzulens neve, beosztása:

Dr. Kavas László alezredes,
egyetemi docens

Társkonzulens neve, beosztása:

Dr. Pogácsás Imre mk. dandártábornok,
főosztályvezető

Szakfelelős:

Prof. Dr. Kovács László ezredes,
egyetemi tanár

Készítette:

Sárai Róbert százados

Szolnok

2018

Tartalom

BEVEZETÉS	2
1. LÉGIJÁRMŰ ÜZEMBENTARTÁSI STRATÉGIÁK.....	3
1.1 Üzembentartás a meghibásodás bekövetkezéséig	6
1.2. Kötött üzemidő (hard time) szerinti üzembentartás	6
1.3 Szakaszosan vagy folyamatosan ellenőrzött jellemzők szerinti karbantartás	8
1.4 Megbízhatósági szint szerinti üzembentartás	9
1.5 Állapot szerinti üzembentartás.....	10
2. KARBANTARTÁSI PROGRAM	12
2.1 A repülőeszközök ellenőrzési rendszere	12
2.2 Üzembentartó szervezet rendeltetése, működése, felépítése	14
2.3 Repült idő alapú munkálatok leírása	21
2.4 Karbantartás problémakörei.....	24
3. TELJESÍTMÉNY INDIKÁTOROK.....	26
3.1 Rendelkezésre álló repülőgépek száma, mint a végtermék.	27
3.2 Munka tervezés hatásossága (Operation Scheduling Effectiveness).....	28
3.3 A tervezés hatásossága (Scheduling Effectiveness).....	29
3.4 Munkavégzők rendelkezésre állása	30
3.5 Egy meghibásodásra eső átlagos repült idő (MTBF:Mean Time Between Failures) 30	
3.6 Javításhoz szükséges átlagos idő.....	31
3.7 Raktári Készlet pontosságát meghatározó mutató (Inventory Accuracy Rate Raktári).....	33
4. KARBANTARTÓ SZERVEZET VIZSGÁLATA.....	33
4.1 A javító szervezet kapacitása	35
4.2 Az üzemképesség fenntartásának munkaerő igénye	36
BEFEJEZÉS	50
FELHASZNÁLT IRODALOM	51
FÜGGELÉKEK.....	53

BEVEZETÉS

Jelenleg a Magyar Honvédség 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázis Repülő Műszaki Zászlóalj Repülőgép Időszakos és Javító századában dolgozom, mint műhelyparancsnok. Pályámat 2001-ben kezdtem ebben a században, mint sárkány műhely beosztott tiszt. Munkám során részt vettem a MIG-29 üzemidő hosszabbítási munkálataiban, melyet orosz szakemberekkel közösen hajtottunk végre. MIG-29-el kapcsolatban a következő mérföldkő az ezer repült óra után végrehajtandó munkálatok teljesítése volt szintén orosz szakemberek közreműködésével. Átszervezési folyamatok során a Javító századhoz kerültek az L-39 Albatrosz kiképző repülőgépek karbantartási munkálatai is. Ehhez a típushoz kötődően szintén volt szerencsém az üzemidő hosszabbítási feladatokban való részvételre, ekkor cseh szakemberek segítettek a munkálatokat. 2009-ben kerültem kiválasztásra a JAS-39 típusképzésen való részvételre. A Gripen típussal kapcsolatban az évek során számos kiegészítő tanfolyamon is részt kellett vennem. A képzések speciálisan az időszakos ellenőrzések során felmerült hibák kijavítására felkészítést szolgálták, például az erózió elleni védelem, a ragasztás, tömítés feladatai, a sárkányszerkezet sérüléses javítása, és lemez munkák, szegecselés, az RM-12 hajtómű endoszkópos ellenőrzése, a hajtómű vezérlő egység és hajtómű magasabb szintű hibabehatárolása, de a FENIX repülőgép dokumentációs és logisztikai támogató szoftver alkalmazására is oktatást kaptunk. Saját bőrömön tapasztalhattam a karbantartó szervezetben új elemként megjelenő specifikus tervező, szervező feladatkörökhöz kapcsolódó problémákat. Az új típus bevezetése, a nagy szakmai tapasztalattal rendelkező munkatársak nyugdíjazása, elvándorlása, folyamatos kihívás elé állította és állítja most is a repülőgépek karbantartásában résztvevő állományt.

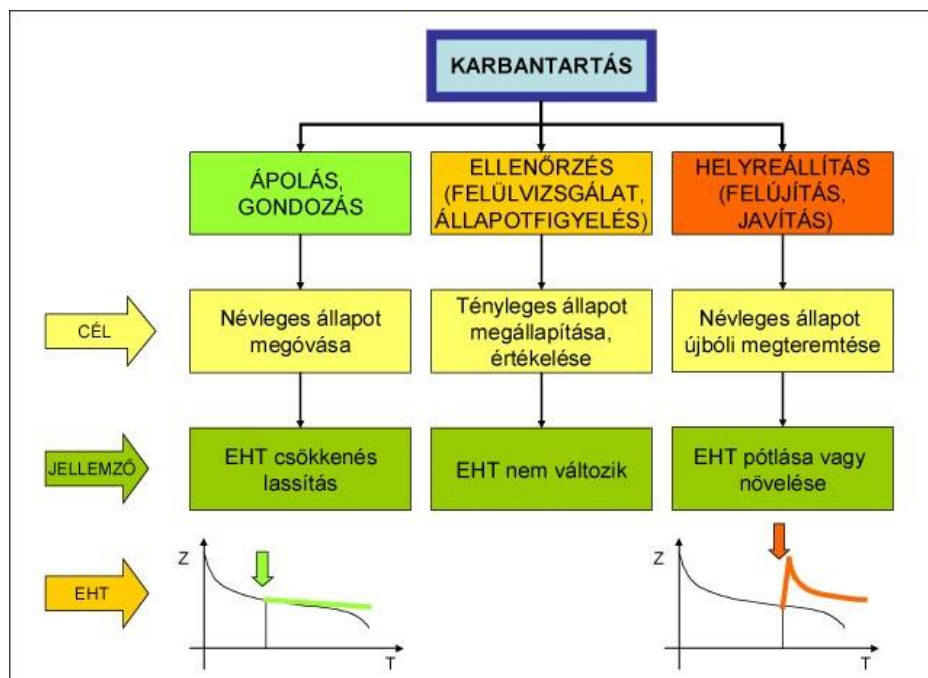
Dolgozatom megírásakor a fő szempont a szervezet hatékonysági kritériumaihoz kapcsolódó karbantartást meghatározó tényezők bemutatása, és a Magyar Honvédségben zajló repülőeszköz korszerűsítési folyamattal együtt óhatatlanul felmerülő problémakörökre való rámutatás volt. Munkám első részében sorra vettem a repülőtechnika karbantartási stratégiáit, kiszolgálási rendszerét. Második logikai egységben teljesítmény indikátorokat ismertettem, melyeket a karbantartással foglalkozó szervezetek aktívan alkalmaznak folyamataik elemzéséhez. Végül áttekintettem az általunk üzemeltetett repülőgép javítására és időszakos vizsgálatára kialakított szervezet működését. Alap számvetést készítettem egy általam kitalált szervezet létszámára vonatkozólag az éves szükséges végrehajtandó munkák tekintetében. Felvázoltam az esetlegesen elvégzendő járulékos feladatok hatásait a szervezetre való tekintettel.

1. Légi jármű üzemeltetési stratégiák

A karbantartási tevékenységek egyidősnek tekinthetők a szerszámot használó emberrel. Jelentőségük folyamatosan növekedett, egyre hangsúlyosabbá vált, amint megjelent a szervezett, piaci körülmények által vezérelt termelés.

A karbantartás azon intézkedések és tevékenységek összessége, melyek egy eszköz, rendszer kívánt, névleges, előírt állapot megővására, helyreállítására, illetve a meglévő állapot megítélésére irányulnak. [15] Ennek megfelelően ezt a tevékenységet három fő feladatra lehet szétválasztani:

- ápolás, gondozás (amely főként a gép, berendezés kezeléshez köthető);
- ellenőrzés, felülvizsgálat (jellemzően diagnosztikai paraméterek alapján az elhasználódási tartalék (EHT) mértékének, maradék használati időtartam nagyságának meghatározása);
- helyreállítás, felújítás (melynek során új elhasználódási tartalék szintet állítunk be mely lehet az eredeti kiindulási állapot mértékével megegyező, magasabb illetve alacsonyabb).



1. ábra: karbantartás intézkedései és azok hatásai az elhasználódási tartalékra [15]

A fenti ábrán bemutatott tevékenységre a nyugati szakirodalom az MRO (Maintenance Repair Overhaul) rövidítést használja, mint a repülőeszköz karbantartásra szakosodott szervezetek megnevezése és feladatköreinek tagoltsága közötti összefüggés.

Miután megismertük a karbantartás tevékenységnek feladatköreit ismertetem a stratégiák áttekintésére.

Gaál [3] szerint a karbantartási stratégia fogalmát döntéelméleti alapon kell megközelíteni. A karbantartási stratégia az adott cél elérése érdekében hozott döntések láncolata, melyeket négy csoportra lehet osztani:

- esetszerű (meghibásodáson alapuló);
- ciklusidő szerinti javítási stratégia (rögzített felépítés);
- diagnosztikán alapuló;
- karbantartás megelőzés, kiküszöbölés. [3]

Az eszközök, berendezések, gépek fejlődése magától értetődően együtt jár a tervezési, gyártási és üzemeltetési folyamatok és technológiák korszerűsödésével. Eleinte leginkább akkor nyúltak a gépekhez, ha az meghibásodott vagy üzemképtelenné vált. A kezdeti időszakban a jellemző volt, hogy a gépek karbantartásának színvonala a karbantartást végző egyének tapasztalatán, tudásán múlt. Ebben a rendszerben az alkatrészek kihasználtsága nagy, hiszen azokat csak akkor cserélik, amikor az már elromlott. Sajnálatos módon a termelés mértéke, megbízhatósága tervezhetetlenné válik és a súlyos következmények kialakulásának esélye is egyre jobban emelkedik. Ezen negatív hatások szükségessé tették újabb karbantartási rendszer kialakítását.[1][2]

Az 50-es években a repülőgépeket már a tervszerű megelőző karbantartás (TMK) szerint kezdték el üzemeltetni, felismerve annak jelentőségét, hogy az alkalmazott karbantartási eljárások prevenciót jelenthetnek a véletlen meghibásodások bekövetkezésének területén. Meghatározott ciklusidőnként megelőző karbantartást végeztek és már kötelezően elvégzendő javítási, ellenőrzési munkákat írtak elő. A kereskedelmi repülés fejlődésével a repülőgép gyártókra egyre nagyobb nyomás került a légitársaságok és utasok részéről is a repülés biztonság növelése és a meghibásodások minimalizálásának érdekében. A 60-as években munkacsoportot alakítottak a gyártó vállalatok a megelőző karbantartó munkálatok vizsgálatára mely már lefektetni láttatta az állapot szerinti karbantartás alapjait.

1968-ban megjelent a karbantartási folyamatok első mérföldköve, az MSG-1 néven ismert Maintenance Evaluation and Program Development kézikönyv. Tartalmának formálásában részt vettek repülőgép gyártó cégek, légitársaságok, hatósági szervezetek és

alkatrész beszállítók. Az MSG-1 döntésméleti alapra helyezte a karbantartási munkálatok vezérlő elveit.

A 70-es években tovább tanulmányozva a karbantartási munkálatok során feltárt eltéréseket, és az üzemeltetési tapasztalatokat összegyűjtve megszületett az MSG-2. Ebben a dokumentumban az alkatrészekről kiindulva, a komplett repülőgépig haladva határoztak meg üzemidőket, ciklusidőket, és melynek filozófiai alapját a különböző jellegű elhasználódási modellek képezték. A repülőgépnek meghatározták a javításközi üzemidejét, melyet amikor elért, kötelezően fel kellett újítani a további felhasználás érdekében.

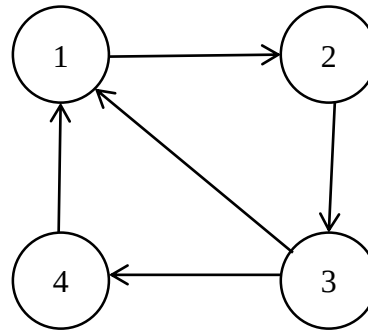
A repülőgépek karbantartásával kapcsolatos fejlődés azonban nem állhatott meg. A kereskedelmi repülés ugrásszerű növekedése miatt, a repülőgépek rendszereinek, felépítésük komplexitása miatt egyre bonyolultabb, nagyobb kihívásokkal kellett szembenézni a karbantartó szervezeteknek. Az Amerikai Védelmi Hivatal 1978-ban kérte fel együttműködésre a United Airlines légitársaságot a később bevezetésre került MSG-3 dokumentumban való bedolgozásra. A dokumentum elméleti alapja a feladat orientált megközelítés, rendszertől elem felé haladva. Karbantartási okok között a fő cél a biztonság, de már hangsúlyosan megjelenik a gazdaságosság. Ezen célok érdekében vegyesen jelentkezik mind a megelőző karbantartás és a hibakeresési algoritmusok alkalmazása.

Ahhoz, hogy a repülőgépeken történő karbantartási feladatok rendszerhez, vagy elemhez kötöttségét értelmezni tudjuk stratégia szinten, fontos áttekinteni az elméleti kategóriákat. A rendszerek komplexitása, egymásra gyakorolt hatása, karbantarthatósága, diagnosztizálhatósága folytán érezhető, hogy „tisztá” stratégia napjainkban már nem létezik, hanem inkább a következő felsorolásban található elvek, módszerek elegye van jelen.

- üzembentartás a meghibásodás bekövetkezéséig;
- kötött üzemidő (hard time) szerinti üzembentartás;
- szakaszosan vagy folyamatosan ellenőrzött műszaki jellemzők szerinti üzembentartás;
- megbízhatósági szint szerinti üzembentartás;
- állapot szerinti üzembentartás.

1.1 Üzembentartás a meghibásodás bekövetkezéséig

Az üzemeltetési folyamatok szemléltetésére gyakran az üzemeltetési gráf a legmegfelelőbb egyszerűsége folytán. A modell ebben az esetben csak a probléma megjelenítésére szolgál. Az üzemeltetés tárgyát a körök jelölik az üzemeltetési állapot változását pedig a nyilak irányultsága határozza meg.



2. ábra: A meghibásodásig történő üzemeltetés gráfja

Az 2. ábrán alkalmazott jelölések a légitármű létezési formáinak lehetséges eseteit mutatják, ahol:

1. használat, üzemképes állapot;
2. meghibásodás;
3. javítás;
4. várakozás, tárolás.

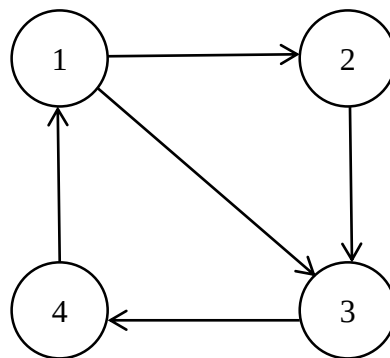
A meghibásodásig történő üzemeltetés gráfjában nem szerepel semmilyen karbantartó, ellenőrző intézkedés, tevékenység ezért ez a módszer nem alkalmazható csak olyan berendezések esetén, amelyek meghibásodása elhanyagolható vagy semmilyen következménnyel sem jár a berendezés vagy rendszer működésére, alkalmazhatóságára.

1.2. Kötött üzemidő (hard time) szerinti üzembentartás

A kötött üzemidő szerinti üzemeltetési módot akkor alkalmazzák, amikor nincsen kielégítő vagy egyáltalán bármilyen hiteles információ az adott berendezés műszaki állapotáról. Nincsenek adatok a berendezés megbízhatóságának kiszámításához, a meghibásodások intenzitásáról, és azok okairól. Ezt a módszert alkalmazzák döntően olyan rendszereken, elemeken melyek minősítésére nincs megfelelő jellemző adat meghatározva és melynek meghibásodása katasztrofális következménnyel járna. Ekkor kötött üzemidő szerinti

eljárásról beszélünk, mivel előre meghatározott üzemidő, naptári idő, működési esetlegesen terhelési ciklusszám teljesítése után a berendezésen karbantartási, javítási munkálatok kerülnek végrehajtásra. Ezen üzemidők már a berendezés tervezése során meghatározásra kerülnek, további finomításokon esnek át figyelembe véve az üzemeltetési tapasztalatokat, kísérleti eredményeket mire végleges mértékük kialakul.

Hátránya, hogy az üzemeltetés során fellépő hatások, körülmények nincsenek hatással a tényleges üzemállapokra. Felléphetnek túlzott elhasználódást okozó körülmények és ennek fordítottja mikor az üzemállapot mértéke még nem kívánja meg a megfelelő karbantartási folyamat elvégzését. Mindkét eset jelentős költség vonzattal járhat.

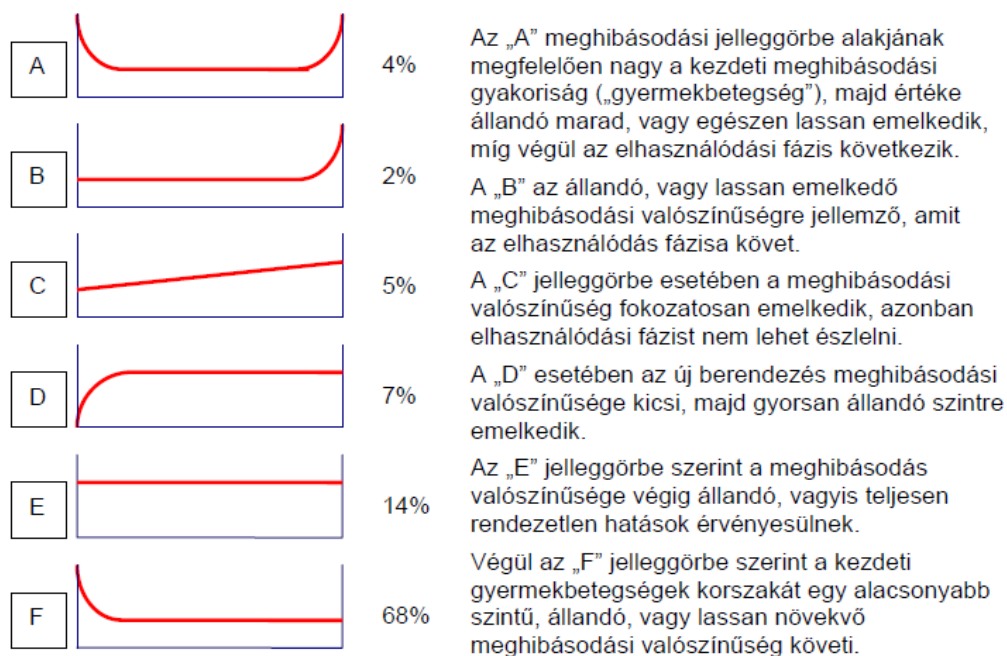


3. ábra: Kötétt üzemidő szerinti karbantartás

Karbantartási klisé, hogy a berendezések egy idő után elhasználódnak, elromlanak. Az elhasználódási idő vagy másként élettartam az előzetes működtetési adatok alapján, vagy a berendezést gyártó cég becslése szerint meghatározható. Még az elhasználódás bekövetkezése előtt a berendezést javításba küldik vagy kicserélik. A meghibásodások megjelenési sajátosságainak vizsgálata szerint a gyakorlatban üzemzavarra leggyakrabban vagy a berendezés „gyermekbetegségeinek” eredményeként (amikor a berendezés még új, vagy éppen karbantartás után van), vagy valamilyen váratlan esemény folytán kerül sor. A hatvanas években a repüléstechnikában végrehajtották a meghibásodási gyakoriság vizsgálatát és azóta, ennek eredményeit a legkülönbözőbb iparágakban igazolták.

Az elemzések szerint hat meghibásodási eloszlási jelleg mutatható ki. Az adatokból felvett görbék az idő függvényében szemléltetik a meghibásodás valószínűségének változásait. Ezek a jelleggörbék azt tükrözik, hogy a vizsgálat tárgyát képező egységeknek csupán 6% -ban lehet egyértelműen meghatározott idő–meghibásodás kapcsolatra számítani, a C esetet is figyelembe véve 11%-ban. Adódik, hogy a meghibásodások kiváltó oka kis százalékos arányban az elhasználódás. A meghatározott időközönként végzett felújítás vagy

alkatrészcsere, optimális esetben is mindössze időpocsékolás és pénzkidobás, rosszabb esetben viszont éppen a várttal szembeni ellentétes hatást válthat ki. Lehetőséget teremt a karbantartás utáni, kezdeti, magasabb bejáratási fázissal kapcsolatos magasabb meghibásodási ráta érvényesülésére. [14]



4. ábra: Meghibásodások eloszlásának jellegei [14]

1.3 Szakaszosan vagy folyamatosan ellenőrzött jellemzők szerinti karbantartás

A szakaszos és folyamatos ellenőrzés közötti különbséget, ahogy a megnevezéséből adódik, a megfigyelendő rendszer, berendezés adott jellemzőinek monitorozási intenzitásában kell keresni. A fedélzeti adatrögzítő, állapotfigyelő rendszer kialakításánál fontos szerepet játszik a vizsgálat tárgyát képező rendszer, berendezés működési sajátossága, az általa vizsgált jellemzők időbeli változása, azok változásának intenzitása, jellege, a paraméter rögzítéséhez megfelelően kiválasztott szenzor adatainak frissítési gyakorisága, és azok tárolása. Amennyiben egy adott berendezés működéséhez tartozó paraméterek üzemelés közbeni értékeinek monitorozása fedélzeti rendszerrel nem megoldott, abban az esetben fontos meghatározni ciklikus paraméter ellenőrzést, például külső ellenőrző berendezés segítségével. Jellemzően az adott ciklusidőnként elvégzendő ellenőrzésekhez szigorúan tartoznak az ellenőrzött jellemzők paraméterei „től-ig” megengedett értékei, melyektől való eltérés esetén a berendezés tovább nem üzemeltethető. A folyamatos működésű, fedélzetre integrált állapot figyelő rendszerek képesek kiértékelő program segítségével bizonyos

berendezések degradálódását nyomon követni, és még a végzetes meghibásodás előtt a szakszemélyzet figyelmét felhívni a fennálló problémára, esetleg prognosztizálni az adott berendezés elhasználódását hasonló felhasználási intenzitás esetén.

1.4 Megbízhatósági szint szerinti üzembentartás

A megbízhatóság az elemek azon tulajdonsága, mely a tervezésen és a gyártási, kivitelezési minőségen alapszik. Jellemzően ha egy berendezésre vagy rendszerre a meghibásodások előfordulása egy előre definiált szint alatt marad, úgy a vizsgálat tárgya rendszeres karbantartás nélkül is üzemben tartható. Ezt nevezzük megbízhatósági szint szerinti üzembentartásnak. Ha a meghibásodások gyakorisága egy előre megszabott szintet meghaladja, akkor kötelezően át kell térni másik üzembentartási módszerre. Általában ilyenkor a kötött üzemidő szerinti stratégiára térnek át. A megbízhatósági szint szerinti üzembentartás csak akkor alkalmazható megfelelő hatékonysággal, ha az üzembentartó számára megoldható a meghibásodások rögzítése, gyűjtése és statisztikai kiértékelése.

Könnyen felismerhető, hogy az elmélet célja nem a hibák, meghibásodások kiküszöbölése, hanem azoknak elkerülése vagy legalább a hibák következményeinek csökkentése. Tehát ennek az irányzatnak a központi eleme a funkció megőrzése és eszközének tekinthető a megelőző karbantartás, melynek a feladata a meghibásodásokból eredő következmények minimalizálása, vagy olyan szinten tartása, amely a felhasználó számára megfelelő.

A SAE JA1011 szabványban meghatározott alábbi kérdésekre kielégítő választ kell adni egy megbízhatósági alapon üzemeltetett berendezések esetén a rendszer sikeresen működhessen.

- 1 Mik a funkciói az adott elemnek, milyen hozzá rendelt teljesítmény szinttel rendelkezik?
- 2 Milyen formában nem tudja ellátni funkcióját?
- 3 Melyek a meghibásodás okai?
- 4 Mi történik minden meghibásodási esetben amennyiben több eshetőség létezik?
- 5 A meghibásodások mennyire súlyosak (következmények)?
- 6 Mit kell tenni, hogy megelőzzük a meghibásodást?
- 7 Mit kell tenni abban az esetben amennyiben nincs megfelelő sztenderd megelőző karbantartási munka?

1.5 **Állapot szerinti üzembentartás**

Napjaink korszerű üzembentartási stratégiája, melynek lényege, hogy az adott berendezéseket üzemi körülményeik, jellegzetességeik figyelembe vételével a korábban ismertetett kategóriákba sorolják. Ennek az elvnek az alkalmazásával biztosítható, hogy az elemek megközelítőleg tényleges állapotuk alapján kerüljenek a megfelelő üzemelési rendszerbe. Az előrejelzésen alapuló karbantartási feladatoknak ebben az esetben már nincs köze az adott elem megbízhatóságához. A hiba vagy rendellenesség fejlődésének intenzitása, tehát a hiba fejlődésének jellege határozza meg az ellenőrzések vagy adott esetben a berendezés cserék közötti időközök mértékét. Alap feltevése az elméletnek, hogy a hibák nem következnek be egyik pillanatról a másikra, hanem egy kezdeti eltérés fejlődik hibává, meghibásodássá.

Mind a repülőgép, mind a hajtómű gyártó vállalatok széleskörűen alkalmaznak ilyen stratégiákat. Napjainkban már véleményem szerint feltétlenül szükséges szétválasztani az állapotszerinti üzembentartási stratégiát olyan megfontolás szerint, hogy az adott üzembentartás tárgyát annak elhasználódási mértékének megállapításához az üzemeltetésből ki kell e vonni tehát üzemképtelennek szükséges e nyilvánítani a kategorizálás, állapot felmérés idejére vagy sem. Léteznek olyan állapot figyelő és prognosztizáló rendszerek melyek alkalmazása segítségével az állásidőktől szinte el lehet tekinteni, vagy legalább nagymértékben hozzájárul annak csökkenéséhez. A számítástechnika fejlődésével, a számítási kapacitások megsokszorozódásával és a már összegyűjtött üzemeltetési tapasztalatok, meghibásodási statisztikák, a meghibásodások és rendellenességének megjelenési formáinak fejlődésével az említett összetevők tanulmányozására különböző módszerek kidolgozásával és alkalmazásával lehetővé válik a berendezésekben rejlő üzemidők jobb kihasználása illetve egy adott karbantartási feladat végrehajtásának időbeni pontosabb pozicionálása a meghibásodás megjelenésének megakadályozása érdekében.

Az ilyen integrált felügyeleti rendszerek célja az ellenőrzések idejének lerövidítése vagy szükség szerinti eltolása a megfelelő időpillanatra, ezáltal lehetővé téve magasabb rendelkezésre állási mutató elérését alacsonyabb kiszolgálásra fordított időszükséglet mellett. A különböző költségek szempontjából nézve a szükséges szenzorokkal, számítógépekkel ellátott rendszerek bekerülési költsége nyilván valóan magasabb értékre adódik melynek ellensúlyozására a rendszer üzemeltetéséből fakadó hozomány az alacsonyabb üzembentartási költségek élettartamra vonatkoztatva hivatottak ellensúlyozni.

Amennyiben a gyártó az ilyen rendszerek alkalmazása mellett dönt, figyelembe kell vennie az alkalmazni kívánt rendszer probléma észlelési képességét. Könnyen belátható, ha nagy pontosságú észlelést kívánunk elérni annak megvalósítása érdekében nagyságrendekkel megemelkedik a kiépítendő rendszer költségei. Amennyiben lerontjuk az előrejelzés minőségét, találati arányát, a rendszer olcsóbban kivitelezhető. Összességében a gyártó feladata egy bizonyos egyensúly, optimum meghatározása ahhoz, hogy a beépítendő rendszer megfelelő találati aránnyal rendelkezzen és kiépítési költsége tolerálható legyen.

Szakirodalmak az előrejelző, prognosztizáló rendszerek elvi alapjait négy különböző kategóriába sorolják:

- statisztikai megbízhatóság;
- élettartam ciklus szerinti terhelés;
- az élettartam során bekövetkező állapot kategóriák;
- feature extraciton (nem találtam magyar megfelelő fordítást).

Statisztikai megközelítést akkor alkalmazzák mikor nincs megfelelő szenzoros kiépítettség nincs jelentős kockázat esetleges meghibásodás esetén.

Élettartam ciklus terhelés szerinti elemzés alapja, hogy az adott berendezések élettartama során átesnek tároláson, szállításon, felhasználáson. Ezen tényezőket nevezik ciklusoknak. A ciklusok során a lehető legpontosabban meghatározzák az adott ciklusra jellemző körülményeket például hőmérsékleti, mechanikai, kémiai, fizikai, elektromos jellegű hatásokat, melyeket bemeneti paraméterként használnak a modell elemeként.

Az élettartam során bekövetkező állapot kategóriák kiinduló feltételezése, hogy egy komplex rendszernél az egyértelmű „rendszer állapot” nem meghatározható. Az állapot meghatározáshoz a szenzorok által gyűjtött paraméterek alapján a rendszer viselkedését határozzák meg. A viselkedési módokra építve határozzák meg az adott rendszer degradálódási fokát, intenzitását.

Feature extraction. Ennek a kifejezésnek nem találtam magyar nyelvű fordítását, de a leírások alapján jelentése a következőképpen foglalható össze. Szenzoros alapokon a rendszeresen, vagy folyamatosan mért adatok alapján dolgozik a rendszer ebben az esetben is. Alap feltételezés, hogy egy rendszernél, berendezésnél a bemenő és kimenő jelek, paraméterek alapján meghatározható a vizsgálat tárgyának „viselkedése” elhasználódás szempontból. A mért paraméterek statisztikailag egyenletesnek tekinthetők egészen a meghibásodásig, hiszen például egy teljes rendszer teljesítményét jellemzően a részegységek teljesítményének szintézise és egymásra hatása határozza meg. A gépi tanulás segítségével a minták, működési

jellegek, jelleggörbék felismertetése alapján és a statisztikai értékek összességéből von le következtetéseket a modell az így üzemeltetett rendszer minőségéről.

Az állapot szerinti üzemeltetési stratégia folyamatos kialakítása, alkalmazása az általunk is üzemeltetett 4. generációs repülőgép hajtóműve kapcsán figyelhető meg egyértelműen. A hajtóművel kapcsolatban kiterjedt és részletekbe menő vizsgálatok folynak, az egyes élettartam korláttal rendelkező alkatrészek élettartamának maximalizálása érdekében. A gyártó mivel rendelkezik szinte az összes hajtómű működés közbeni adataival, paramétereivel. Kézben tartja a felújítási, karbantartási feladatokat, minden „D” szintű javítást a gyártó végez. Olyan kiterjedt, teljes körű adatbázissal rendelkezik a termékről, hogy a beérkező feladatok során megfigyelt paraméterek felhasználásával képes a részegységek üzemidő fogyását, elhasználódási tartalékát prognosztizálni. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy az ápolási munkálatok közötti időtartam növekszik, hanem egy adott részegységnek a teljes élettartama növekszik, vagy éppen csökken a felhasználás intenzitásának függvényében. Üzembentartási szempontból figyelembe veendő, hogy egy ilyen katonai repülőgép rendkívül változó körülmények között üzemel a levegőben. Felhasználás jellegéből adódóan gyakoriak a terhelés váltások, erős vibrációnak vannak kitéve bizonyos részegységek, egyáltalán nem tekinthető statikus, folyamatos terhelési szinttel dolgozó egységnek, mely körülmények összetetté teszik az elhasználódás mértékének követését.

2. Karbantartási program

2.1 A repülőeszközök ellenőrzési rendszere

A repülőtechnika megbízható működésének biztosítására, javításának, műszaki állapotának ellenőrzésére, valamint a hibás emberi munkavégzés megakadályozására az alábbi ellenőrzési formák szolgálnak:

- hatósági légi alkalmassági vizsgálat;
- szemléltői ellenőrzés;
- céllenőrzés;
- komplex ellenőrzés;
- bizottsági ellenőrzés;
- téli (nyári) átállás, szemle;
- előzetes előkészítés;

- repülés előtti előkészítés;
- ismételt felszállásra történő előkészítés;
- startvizsga;
- repülés utáni előkészítés;
- karbantartó nap;
- időszakos munka és csapatjavítás. [6]

A légijármű állapotának ellenőrzését a szervezet repülőműszaki szakterületének felelős beosztású személyei előzetes előkészítés vagy komplex ellenőrzés formájában hajtják végre a katonai szervezet repülőműszaki biztosításért felelős alegység parancsnokának terve alapján. [6]

A földi üzemeltető szakszemélyzet szakképzettségi szintjének javítása, tökéletesítése céljából a katonai szervezet repülőműszaki biztosításért felelős alegység parancsnokának, szükség szerint módszertani bemutatót kell szerveztetni a repülőeszköz előkészítésére, vagy egy adott munkafolyamat elvégzésére. [6]

Az ellenőrzések eredményei, az ellenőrzést végrehajtók jelentései valamint a szervezet repülőműszaki biztosításért felelős személyek által végzett munka főbb mutatóinak elemzése és értékelése alapján, hiba analizálás és megelőző intézkedések kiadása érdekében a katonai szervezet repülőműszaki biztosításért felelős alegység parancsnoka szervezzen műszaki értékelést és repülőműszaki konferenciát a teljes, illetve az érintett repülőműszaki állomány részére. [6]

A teljes repülőműszaki állomány részére értékelést (repülőműszaki konferenciát) legalább negyedévente egyszer kell tartani. Véleményem szerint a konferenciák, értékelések rendszeres megtartása fontos az üzemeltető személyzet motiválása szempontjából. Szükséges egy jól működő szervezet tagjai részére, hogy részesei legyenek a folyamatokat vezérlő elvek fejlődésének, lássák, érezzék, hogy munkájuknak van kézzel fogható értéke a szervezet teljesítménye szempontjából. [6]

Az üzemeltetési stratégiák fejlődéséből is látszik, hogy a repülőgépek építése során alkalmazott technológiák, komplex rendszerek egyre nagyobb kihívások elé állítják a kiszolgáló személyzetet, mind amellet, hogy a gazdaságossági megfontolások egyre hangsúlyosabbá válnak magas szintű megbízhatósági követelmények mellett.

A műszaki karbantartási folyamatokat a tervező intézet, gyártó vállalat előre meghatározza. Mégis előfordulhat, hogy azonos típusú repülőgépek különböző üzemeltető szervezeteknél különböző eredményességgel szerepelnek. Ennek alapvető oka a kialakított üzemeltetési rendszer hatékonyságában keresendő. Az eltérések oka máshol nem is gyökerezhet, mivel a technikai eszköz már magában hordozza a tervező és gyártó vállalat által meghatározott megbízhatósági, minőségi mutatókat. Tulajdonképpen a karbantartó szervezetnek a fő feladata, hogy a technika által biztosított mutatókat megfelelő szinten tartsa, monitorozza a meghibásodások eloszlását, és ennek sűrűség függvénye változását.

Az üzemeltető szervezet akár még az üzemeltetési módszerek megváltoztatását is elérheti a gyártó cégnél nagy gyakoriságú, vagy különösen veszélyes meghibásodások kommunikálásával, illetve kérelmezheti új ellenőrzési módszerek jóváhagyását. Általánosan elfogadott gyakorlat, hogy az üzemeltető szervezet információt ad át a gyártó félnek üzemeltetési tapasztalatról. A gyártó feldolgozza a hozzá beérkező adatokat és azok eredményét rendszeresen megosztja az érdekeltségi körébe tartozó kliensekkel. Az üzemeltető szervezet ez irányú tevékenysége az üzemeltetés tárgyára vonatkozik nem saját működésének optimalizálására.

Ahhoz, hogy az üzemeltető szervezet működését elemezhesük, értékelhesük, fejleszthesük, meg kell ismerni annak működésének építő köveit, felépítését, rendeltetését.

2.2 Üzemeltető szervezet rendeltetése, működése, felépítése

„A repülőeszközöket üzemeltető katonai szervezet repülőműszaki állományának feladata a repülőeszközök, a hozzájuk tartozó készletek, műszerek és ellenőrző berendezések üzemeltetése és csapatjavítása, anyagbiztosítása.” [6]

A katonai szervezet repülőműszaki biztosításért felelős alegység biztosítja a repülőeszközök üzemeltetését harci és harc kiképzési feladatok végrehajtása során.

Szakutasítás (Re/415) alapján a repülőműszaki biztosítás magába foglalja:

- a repülőeszköz műszakilag helyes üzemeltetésének, időben történő és kiváló minőségű csapatjavításának megszervezését és végrehajtását;
- a repülési feladatoknak megfelelő rendelkezésre állás érdekében a repülőeszköz üzemképes, harckész állapotban tartását és üzemeltetési megbízhatóságának magas szinten tartását célzó rendszabályok kidolgozását és végrehajtását;

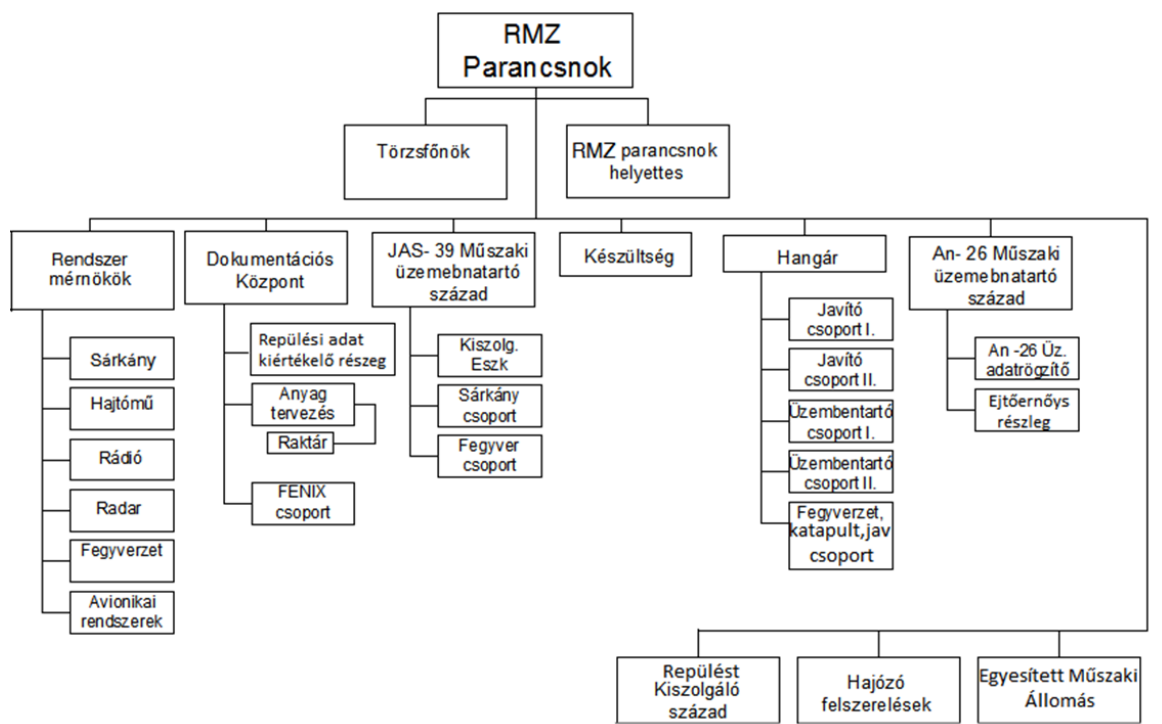
- a repülőeszköz műszaki állapotának ellenőrzését, szerkezeti és üzemeltetési hiányosságainak megállapítását, azok megelőzésére és kijavítására irányuló javaslatok megtételét, illetve rendszabályok foganatosítását;
- a csapatjavító alegységek tevékenységének irányítását, repülőeszköz csapatjavításának időbeni biztosítására;
- a repülőeszköz üzembentartásához és csapatjavításához szükséges anyagi eszközök biztosítására irányuló mérnöki számítások végrehajtását;
- a repülőeszköz üzemidő felhasználásának tervezését;
- a biztosított szakanyagok és eszközök rendeltetés szerinti felhasználását;
- a repülőeszköz műszaki állapotának, meghibásodásainak elemzését;
- a repülések biztonságának növelésére irányuló tevékenység állandó magas szinten tartását;
- a munka- és balesetvédelmi előírások betartásának szervezését és végrehajtását;
- az újító, ésszerűsítő tevékenység elősegítését;
- a repülőeszköz műszaki állapota megóvásának megszervezését;
- a szervezetnél és csapatjavító alegységeknél levő repülőeszköz meglétének, állapotának működésével, meghibásodásával kapcsolatos adatok nyilvántartását;
- a hajózó állomány igény szerinti és repülőműszaki állomány kiképzését a repülőeszköz üzembentartására és csapatjavítására. [6]

Három fő gyűjtő kategóriát, vezérlő elvet lehet meghatározni a repülőműszaki biztosítás feladatainak fenti felsorolása alapján. Ezek: elvárt repülési óraszám, szükséges üzemképességi szint fenntartása és a biztonságos működéshez szükséges körülmények biztosítása. Természetesen, mind a három kategória kölcsönhatásban van egymással. Ez a hármas tagozódás hierarchikus sorrendnek is megfelelhet, mivel a repülési óraszám - mint vezetői irányelv - fokmérője is az adott rendszer működésének, működtetésének. A szükséges üzemképességi szint már nem tisztán üzembentartási körhöz köthető, csak részben alapul az üzembentartó szervezet hatékonyságán, és ami egyértelműen kapcsolatban áll a logisztika (alkatrész, fogyóanyag) biztosítási tevékenységével. A biztonságos működéshez szükséges körülmények biztosítása véleményem szerint szintén tisztán logisztikai feladat.

Egy új repülőműszaki szervezet létrehozásakor, vagy éppen egy meglévő régi alegység átalakításakor ezek a vezérlő elvek részét képezik egy adott típusú repülőgép üzemeltetésére felállított üzembentartó szervezet kialakítására vonatkozó elgondolásnak.

Logikai kapcsolódásként az előző bekezdések tartalmához, itt kívánom röviden bemutatni a Gripenek üzemeltetési rendszerét, az azzal kapcsolatos támogató rendszereket a szervezet felépítési modellje alapján. Ennek ismerete elengedhetetlen annak érdekében, hogy át tudjuk látni a Magyar Honvédségben repülőműszaki szervezeteiben jelenleg legkorszerűbbnek tekinthető üzemeltetési munkafolyamatokat és a különböző részfolyamatok egymás közötti kapcsolatát, egymásra gyakorolt hatását.

A repülőgép rendszerei úgynevezett „anyagcsoportok” (Material Group) szerint kerülnek csoportosításra. A „technikusok”, munkavégzők képzése egységes, mindenki ugyanolyan mélységű ismereteket kap elméletben és gyakorlatban egyaránt. Nincs széttagolva a munkaterületük, specializálódásuk szerint. Elméletileg bármelyik mechanikus, technikus el tudja végezni azt a számára előírt technológiai munkafolyamatot, melyet a hatósági jogosítvány számára engedélyez. Ezek a munkapontok, munkafolyamatok a repülőgép üzemeltetési tervében (AMP: Aircraft Maintenance Plan) vannak rögzítve. A javító osztály dolgozóinak szakterületenkénti tagozódása is ugyanilyen módon történik. Ezzel szemben a Repülőműszaki Zászlóalj rendszermérnökeinél már szükség van a szakterületek szerinti tagozódásra is, hiszen az itt dolgozó rendszermérnökök szaktudása általában 3-5 különböző anyagcsoport mélyebb ismeretét követeli meg. Ezek alapján irányítják és szervezik a munkákat, látják el a szakmai felügyeletet és döntenek a saját szakágukhoz tartozó hibabehatárolási, javítási folyamatban, berendezéscserékben. Az ilyen beosztásban lévő szakemberek a gyártó által előírt szaktanfolyamokon, képzéseken szerezhetik meg a különböző feladatok végrehajtásához szükséges jogosultságokat. Természetesen a Javító Század állományából is részt vesznek a technikusok szaktanfolyamokon a munkák gördülékeny végrehajtása érdekében. Kijelölésük az adott rendszermérnök és a Javító Század parancsnok javaslata alapján történik.



4. ábra: MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázis Repülőműszaki Zászlóalj felépítési vázlata [24]

A Gripenek üzembenartását a MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázis repülőműszaki állománya végzi. Feladatuk a lízingszerződés alapján tizennégy darab Gripen repülési feladataihoz kapcsolódó műszaki biztosítás.

A MIG-29, L-39 időszakhoz képest a zászlóalj felépítése lényegesen megváltozott. A leglényegesebb új elemek a rendszermérnökök és a dokumentációs központ megjelenése. A rendszermérnök feladatkör kialakítását véleményem szerint az úgynevezett „Deferred fault”-nak nevezett, bizonyos rendellenességgel még üzemképesnek tekinthető repülőgépre vonatkozó meghibásodási kategóriák szakmai kezelése, a szükséges döntések meghozatalára való képességi igény megjelenésének köszönhető. A korábban üzemeltetett típusokon nem létezett ilyen kategória tehát egy új elemként szükséges mélyebb szintű ismeretekkel rendelkező személyzet kinevelése, akik a megnövekedett repülésbiztonsági kockázatot saját rendszereire vonatkoztatva kezelni képesek. Meg tudja határozni, hogy az adott rendellenesség milyen hatással van a repülési feladatok biztonságos végrehajtására és adott esetben engedélyezi a rendellenesség kijavításának időbeni eltolását, szinkronba hozatalát az üzembenartási tervvel. Mindezek mellett az összes korszerű repülőgépet üzemeltető szervezetnél működnek rendszermérnökök, igaz nem a nálunk kialakított, véleményem szerint

minimális létszámban. Esetünkben szakáganként egy rendszermérnökről beszélünk. Véleményem szerint ez a felépítés nem felel meg a biztonságos üzemeltetési kritériumoknak, mivel a minimális helyettesíthetőségi feltétel sem biztosított. Esetleges települési feladatok végrehajtása során valamelyik kontingens komoly szellemi tőkét, tapasztalatot, jogosultságot kénytelen nélkülözni. Rendszermérnöki szempontból pedig nem feltétlenül elvárható, hogy egy problémáról valaki úgy hozzon döntést, hogy azzal, annak megjelenési formáival csak szóban tájékoztatták esetleg fényképen megfigyelhette.

A másik fontos különbség a Dokumentációs Központ megjelenése. Természetesen adatkiértékelés és raktár a régi rendszerben is létezett, de a dokumentációt a századparancsnokok vagy az általuk megbízott személyek kezelték jellemzően papír alapon. Egy korszerű repülőgép esetén a 21.-ik században egyre kevesebb szükség van papír alapú dokumentációra, esetünkben is a feladatok összeállítása, időbeni tervezése, anyagigények rögzítése számítógépes környezetben történik. A papír alapú dokumentáltság részben megmaradt a Gripen esetében is, mivel a mechanikusnak, technikusnak kézjeggyével kell ellátnia az általa végrehajtott munkalapot. Számítógépes szoftver keretein belül történik a munkák összeállítása, időbeni megkezdésének tervezése, a munkákhoz rendelése a szükséges fogyóanyagoknak és berendezéseknek, valamint az üzemidők szinkronizálása a fedélzeti adatrögzítő adataival. Szintén ez a rendszer kezeli a raktárkészletet, figyeli az anyagfogyást, automatikusan feltölti, utánrendeli a minimum szint alá csökkent berendezést, fogyóanyagot. Amennyiben olyan berendezésre, fogyóanyagra van szükség, amelyik nincs raktáron ezen a rendszeren keresztül közvetlenül rendelhető a svéd központi raktárból.

A javító század elsődleges feladata továbbra is a repülőtechnikára előírt kötelező időszakos ellenőrzések elvégzése valamint az üzemeltetés során jelentkező meghibásodások kijavítása.

Az egységesített képzési terv szerint természetesen a javító osztály szakemberei számára is kötelező a svédországi tanfolyam, így az ő szaktudásuk is konvergál az egységesség felé. Az itt a dolgozókkal szemben már a magabiztos munkavégzés feltétele a komolyabb szakmai tapasztalat és üzembentartási gyakorlat. A javítási folyamatok lerövidítése és az elvégzendő munkák mélységére való tekintettel megfigyelhető azonban a régi rendszernek megfelelő szakágak szerinti specializálódás is. A csoportok felépítésére jellemző, hogy specialisták elegyből állnak össze. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy minden esetben rendelkezésre áll olyan ember, aki egyes rendszerek mélyebb ismeretével

rendelkezik egy esetleges hibajavítás, ellenőrzés során. Így a javító osztály felépítéséből is látszódik, hogy a régi rendszer szerinti „szakágak szerinti” felépítés már nem létezik. A fő hangsúly a feladatok lehető leggyorsabb végrehajtásán van. Rövidül, az információáramlás útja ezáltal hamarabb kompetens illető elé kerül az adott probléma, melynek elhárítására az intézkedés megkezdhető.

A hangár munkáját segíti egy dokumentációs csoport is. Az elvégzendő munkákat ők csoportosítják, tervezik be a soron következő ellenőrzési lépcsőbe a zászlóaljparancsnok a mérnökök és a javító század parancsnok iránymutatásai alapján. Mivel a repülőgép berendezéseinek nagyságrendileg 80 %-a egyedi üzemidővel rendelkezik - ami megfeleltethető a régen használt kiemelt berendezések gyűjtőfogalmának - függetlenül attól, hogy az naptári üzemidő, ciklusszám, vagy repülési idő ezen adatok nyilvántartása számítógépes rendszerben történik. A dokumentációs és koordinációs csoport feladata, hogy a repülőgépeket úgy irányítsák a javító osztályhoz, hogy az elvégzendő munkák jól összehangoltan végrehajthatóak legyenek, vagyis ne kelljen rövid időn belül újra a hangárba jönnie az adott repülőgépnek.

A parancsnokok, mérnökök munkaszervezési, javítási, oktatási és felkészítési feladatokat hajtanak végre. A munkaszervezési feladatuk végrehajtása során figyelembe veszik az adott repülőgép üzemképességi prioritási szintjét. Ezalatt azt kell érteni, hogy a repülőgépek üzemidő felhasználását folyamatosan szem előtt kell tartani, hogy az időszakos vizsgák megkezdése a tervezett időpontban valósulhasson meg. Mérlegelik és jelentik a repülőgép üzemképessé tételéhez szükséges javítás nehézségi szintjét, a végrehajtáshoz szükséges idő mennyiségét, a rendelkezésre álló erőforrás meglétét, gyári támogatás szükségességét valamint a probléma kiküszöböléséhez szükséges berendezések és fogyóanyagok rendelkezésre állását. Az említett összetevőket, azok változását a javítás folyamán ellenőrzik. Felkészítési feladataik során, elméleti rendszerismereti frissítő foglalkozásokat vezetnek.

A technikusok feladata a kapott munka előkészületeinek megtétele. A szükséges szerszámok felvétele a szerszám tárolóból, fogyóanyagok, kemikáliák helyszíni meglétének ellenőrzése, tájékoztatás adása a munkáért felelős parancsnoknak vagy mérnöknek az előkészületek, javítási folyamat állapotáról. A javítás során anyagigény azonosítóval felveszi a szükséges berendezéseket és fogyóanyagokat raktárról, majd végrehajtja a feladatát. Az adott munka akkor tekinthető végrehajtottnak, amikor annak dokumentálása is befejeződött, tehát a dokumentációs központ adminisztrációs feladatainak lezárásával ér véget egy adott feladat.

A gyakorlatban elmosódik a határvonal munkavégzési szempontból az üzemeltető mérnök és technikus között, mivel a mérnöki állománynak is effektív javítási munkákat kell végrehajtania mindamelllett, hogy az adott csoportparancsnok felelős a csoportja számára meghatározott repülőgép munkáinak végrehajtásáért, szétosztásáért, anyagigények rögzítéséért, a parancsnokok irányába történő kommunikációért. A feladatok komplexitása és szerteágazó mivolta miatt nem választom szét a régebbi tiszt, tiszthelyettes, visszaellenőrző és munkavégző feladatokra az állományt. A régebbi, kevésbé korszerű repülőgépek, mint például a MIG-29, L-39 időszakban a Javító század állománya 59 fő volt.

A karbantartási program bemutatását a műszaki beavatkozások intervallumainak ismertetésével kezdem. A dokumentáció az alábbi felsorolás alapján különbözteti meg a repülőgép és rendszereinek, berendezéseinek kiszolgálási ciklikusságát:

- repülés előtti előkészítéshez kötött;
- repült időhöz kötött;
- naptári időhöz kötött;
- egyéb intervallumhoz vagy üzemállapothoz kötött, melyek lehetnek életciklushoz, gépek közötti cseréhez és korrózióvédelemhez kötött.

Az intervallum számszerűsített mutatója a maximális értéket szemlélteti és normál esetben ezen értékeket nem lépheti át a berendezés. A munkák tervezhetősége érdekében azonban esetenként alkalmazhatóak karbantartási időablakok, tűrések, melyek megfelelő mozgásteret, eltérést biztosítanak. Általánosságban a következő ökölszabályokat alkalmazzák, amennyiben az adott elemre más előírás nem vonatkozik:

- azon karbantartási feladatra, mely több mint 50 repült óránkénti ciklusban ismétlődik ± 5 repült óra eltérés alkalmazása engedélyezett;
- azon karbantartási feladatra mely kevesebb, mint 50 repült óránkénti ciklusban ismétlődik $\pm 2,5$ repült óra eltérés alkalmazása engedélyezett;
- azon karbantartási feladatra mely több mint 6 havi ciklusban ismétlődik + 1 hónap eltérés alkalmazása engedélyezett;
- azon karbantartási feladatra mely több mint 50 leszállásonként ismétlődik + 5 leszállás eltérés alkalmazása engedélyezett.

Repülés előtti ellenőrzés érvényességi ideje 24 óra, a megelőző repülés előtti ellenőrzés végrehajtásához képest.

A repülőgéphez kötött, repült idő alapú ellenőrzések rendszere a következő elemekből áll:

- 12,5 repült idő órában („B” check);

- 25 repült óra („B” check);
- 50 repült óra („C” check);
- 100 repült óra („D” check);
- 200 repült óra („TS” technikai kiszolgálás).

Életciklus alapú üzemidő, ciklusszám szerinti üzemidő felhasználását a fedélzeti adatrögzítőn regisztrált paraméterek szerint az adminisztrációs rendszerrel szinkronizálva monitorozza a rendszer. Ilyen paraméterek például a pylon üzemidők, indító hajtómű üzemidő, nyúlásmérő bélyegek alapján a szárny, a vezérsíkok, a futómű fő bekötési csomópontjai.

2.3 Repült idő alapú munkálatok leírása

A „B” check megnevezésű 12,5 repült óránként végrehajtandó ellenőrzéssel nem szándékozom foglalkozni dolgozatomban, mivel minimális, alapvető szemrevételezési munkálatokat tartalmaz. Munkaigénye nem jelentős.

A „C” check 50 repült óránként végrehajtandó ellenőrzési forma az alábbi munkapontokat tartalmazza:

- szélvédő tisztítás ;
- fülketető tisztítás;
- hátsó szélvédő tisztítás;
- fülke tisztítás;
- L208 lemez ellenőrzés;
- R318 lemez ellenőrzés;
- hidraulika akkumulátor töltés;
- fő generátor ellenőrzés;
- 1-es indító ellenőrzés;
- hajtómű vezérlő rendszer ellenőrzés;
- elsődleges szenzor fűtés ellenőrzése.

A repülőgépbe integrált önellenőrző rendszernek köszönhetően még 50 repült óra után is szinte csak felületes mélységében megbontott repülőgépről beszélünk. Véleményem szerint a „C” check még csak ápolási kategóriának felel meg az üzemben tartási rendszerben. A „D” checkhez, és az időszakos vizsgálatokhoz képest, ahol a kiszolgáló személyzet már inkább hibafeltérési céllal ténykedik, a „C” checknél lényegesen alacsonyabb a meglepetés faktor.

Az egyes rendszereken nincs szükség mély üzemképességi ellenőrzésre, melyeket performance checknek nevez a kiszolgálási utasítás.

A „D” check munkapontjainak felsorolása:

- önellenőrzés;
- 10AA berendezés ellenőrzés;
- fegyverzet kapcsoló ellenőrzés;
- repülőgép vezérlő rendszer ellenőrzés;
- repülőgép zsírása;
- szerelőnyílások ellenőrzése;
- szívócsatornák ellenőrzése;
- eltömődöttség jelző ellenőrzés;
- segéd berendezés ház ellenőrzés;
- fémforgács jelző ellenőrzés;
- közlőmű ellenőrzés;
- tartalék segéd berendezés ház ellenőrzés;
- fémforgács jelző ellenőrzés;
- szűrő csere;
- tűzoltó palack ellenőrzés;
- fő generátor ellenőrzés;
- hajtómű bekötési csomópontok ellenőrzése;
- ventilátor, kompresszor ellenőrzés;
- égőtér, turbina, utánégető ellenőrzés;
- elsődleges másodlagos gyújtógyertyák ellenőrzése;
- utánégető gyertya ellenőrzés;
- felépített berendezések ellenőrzése;
- hajtómű vezérlő rendszer ellenőrzés;
- hajtóműpróba;
- antenna ellenőrzés;
- szívó és kipufogó rendszer ellenőrzés;
- gyújtó rendszer ellenőrzés;
- olajcsere az indítóhajtóművön;
- fémforgács jelző ellenőrzés az indítóhajtóműnél;

- üzemanyag szűrő csere;
- indító turbina ellenőrzés.

A magasabb szintű ellenőrzések tartalmazzák az alacsonyabb szintű ellenőrzések munkapontjait is. Tehát értelem szerűen a D check végrehajtása során a C check munkapontjai is végrehajtásra kerülnek. Adott alrendszerek mélyebb szintű ellenőrzése kerül végrehajtásra, jellemzően a fedélzetre integrált önellenőrző rendszer segítségével. Az önellenőrző rendszer menüjében tallózva kiválaszthatóak az adott anyagcsoport mélyebb szintű ellenőrzései, melyek különböznek az üzemelés előtt végrehajtott rendszertesztől és üzem közbeni rendszer felügyelettől. Biztonsági okokból repülés közben a menürendszer ezen része blokkolt, még véletlenül sem érhető el a pilóta számára.

Ebben az ellenőrzési mélységben már megjelennek speciális ellenőrző berendezések és speciális képzettségek a gyártó fél által előírt jogosultsággal, vizsgával rendelkező szakszemélyek. Például a hajtómű esetében az endoszkópos ellenőrzést csak az a személy végezheti, aki a gyártó által akkreditált kurzust elvégezte. Az ellenőrzés csak és kizárólag jóváhagyott endoszkóppal végezhető el. Az ellenőrző hajtóműpróbát szintén csak speciális jogosultsággal rendelkező személy hajthatja végre. A „D” check során a repülőgépről csak a szerelőnyílás fedelek kerülnek eltávolításra, lehetővé téve a berendezések vizuális ellenőrzését. A meglepetés faktor, járulékos problémák megjelenése, már jelentős mértékű lehet, az esetleges hermetikussági problémák, fémforgácsok, forró levegő kifúvások, akár nem tervezett berendezés vagy részegység cserékhez vezethetnek.

Megfigyelhető, hogy a fejlett önellenőrző rendszernek köszönhetően a rendszerellenőrzési feladatok végrehajtásának és kiértékelésének ideje jelentősen lerövidült, mivel nem minden esetben szükséges külön feladat specifikus ellenőrző berendezések, etalonok használata. Mondhatjuk, hogy a repülőgépen végzett sztenderd kiszolgálási feladatok egyszerűsödtek. Viszont az előforduló mélyebb megbontással járó feladatok elvégzéséhez és azok közbeni és utó ellenőrzések végrehajtásához speciális képzettségek, készségek megléte szükséges. Gondolok itt például arra, hogy egy vezeték forrasztását is csak kiképzett, vizsgázott szakember hajthat végre. Tömítő, ragasztó anyagok felhasználását szintén csak az arra speciálisan kiképzett személy végezheti, és még sorolhatnám, jó néhány hasonló feltételekkel végezhető munkapontot tartalmaz a repülőgép karbantartási technológiája.

2.4 Karbantartás problémakörei

Nagyvonalakban az eddigieket összefoglalva, a javító századnál jelentkezik a kiszolgáláshoz tartozó, kötött feladatokból, hibajavításokból, alkatrész ellátottságból adódó összes probléma, mindamellett, hogy a szervezetet folyamatos nyomás alatt tartja a szükséges üzemképesség szinten fenntartása is. A javító század parancsnoka felelős a tervezett ellenőrzések időbeni végrehajtásáért. Koordinálja a hangárba belépő és onnan kilépő repülőgép áramlást annak összes összetevőjével együtt.

A karbantartások rutin feladataiból kiindulva könnyen tervezhetőek lennének a végrehajtandó ellenőrzések. Ismert összetevők a feladatok, azok végrehajtásához szükséges idők, a szükséges anyagok, szerszámok és személyzet. Ez a feltételezés igaz is lenne, amennyiben minden terv szerit alakulna az életben és a rutin feladatok végrehajtása során soha sem merülnének fel járulékos problémák. Ezen problémák elhárításához szükséges időfaktor megállapítása szintén fontos feladat. A megállapított járulékos időszükségletet a továbbiakban a tervezések során figyelembe kell majd venni, hogy a késéseket minimális szinten lehessen tartani.

Itt, a fejezet tárgyalásakor szükséges egy kényes jelenség a „rablások”, vagy a műszaki „kannibalizáció” megjelenését felvetni. Véleményem szerint mindenki elítéli a karbantartások során végrehajtott rablások megjelenését, viszont tudomásul is veszi, hogy e nélkül aligha lennének tarthatóak a hőn áhított üzemképességi szintek. Szép dolog, hogy a meghibásodott repülőgép rövid idő alatt újra készen áll a feladat végrehajtására, viszont az alkatrészrablás milyen következményekkel járhat szintén megfontolandó tényező. Feltételezzük, hogy egy éppen időszakos vizsgálaton lévő repülőgépből építettük ki a hibajavításhoz szükséges berendezést. Nyilván a berendezés azért került rablásra mivel nem volt elérhető raktáron, tehát meg kell rendelni, hogy a hiány, pótolásra kerüljön. Az adott berendezésen vagy rendszeren, amelyhez a berendezés tartozik végre lett e hajtva már a kiszolgálás, esetleges modifikáció? Amennyiben a válasz igen a helyreállítás során a munkákat meg kell ismételni. Mérlegelendő, hogy a szóban forgó berendezés hiánya mennyire befolyásolja a soron következő ellenőrzések végrehajthatóságát. Az említett faktor szépen lassan növeli az időszakos ellenőrzésen lévő repülőgép átfutási idejét. Vajon mi fog történni abban az esetben, amikor nem érkezik meg a szükséges berendezés az időszakos ellenőrzés végrehajtásának tervezett végéig és a hangár ajtónál már várakozik a következő repülőgép az időszakos karbantartásra? Természetesen a hiányzó berendezés soron következő, ellenőrzésre éppen a hangárba érkező repülőgépből „ideiglenesen” pótlásra kerül.

A karbantartás problémaköréből nem lehet kihagyni magát az embert, aki szerszámot fog, tervez, szervez. Már a 80-as években kialakításra került a repülőgépek fedélzetén dolgozók számára egy olyan rendszer, amely arra volt hivatott, hogy az emberi tevékenységből eredő hibák előfordulását minimalizálja. A 90-es évek során kiterjesztették ezt a rendszert a földi kiszolgálásban érintett személyzetekre is. Ennek a rendszernek az összefoglaló megnevezése Human Factor, emberi tényező. Téves feltételezés, ha csak és kizárólag a rossz tevékenységek megakadályozására gondolunk a megnevezésből kifolyólag. A rendszer felépítése mára már a repülés, mint összesítő fogalom teljes egészére kiterjed. Fő területei:

- tervezés, gyártás legyen az kiszolgáló berendezés vagy repülőgép alkatrész;
- felhasználói, karbantartói utasítások írása;
- munkafolyamatok és munkaterületek kialakítása;
- képzések kialakítása.

A repülőgép tervezése során figyelembe veszik, hogy a karbantartás könnyebben végrehajtható legyen és az elkövethető hibák számát minimalizálni lehessen. Fontos szempont a berendezések hozzáférhetősége és a munka során az esetleges kényszer testhelyzetek kerülése a tényezők összességét a terminológia karbantarthatóságnak nevezi. A gyártó felelősségi köre, hogy tervezés során biztosítsa a megfelelő teret az ellenőrzés végrehajtásához mind szerszám, mind ellenőrző berendezés szinten. Szintén szempont, a kérdéses berendezés tömege, mozgathatósága karbantartás közben. Kialakítás során törekedni kell a berendezés biztonságos mozgathatóságára, hogy ne haladja meg az emberi fizikai határokat. Amennyiben ez nem megoldható, ki kell alakítani valamilyen segédeszközt a kezelés, mozgatás biztonságossá tételéhez.

Megfigyelhető a tervezési irányelvek, filozófiák emberi irányba eltolódása is. Mára már nem kifejezetten, a funkcion, a feladat ellátás tökéletességén van a hangsúly, hanem, hogy az adott rendszerünket emberek használják egy adott cél elérése érdekében. Leegyszerűsítve egy repülőgép, legyen az utasszállító vagy egy harci repülő, tulajdonképpen csak egy eszköz, aminek nem csak a funkcióját tekintve kell hatékonyan működnie, hanem a feladatát hatékonyan és felhasználóbarát módon kell ellátnia. Felhasználói és karbantartási utasítások írása során külön szervezeti egység foglalkozik az esetleges félreérthetőségek megfogalmazási problémák kezelésével. Kialakításra került például az úgy nevezett simplified english, egyszerűsített angol nyelvi környezet. Földi kiszolgálás esetében nem szükséges mérnöki terminológia használata, értelmezése.

Az emberi tényezők alapján a tervezéskor az alábbi alapelveket szükséges figyelembe venni:

- a rendszert tervezésekor figyelembe kell venni az emberi képességeket, lehetőségeket, szükségleteket és erősségeket;
- a rendszer kialakításakor ellensúlyozni kell az emberi tévedések, és hiányosságokból adódó hibákat;
- azon tényezők esetében melyeket az előző két szabály alkalmazásával nem lehet feloldani humán szempontból, akkor azon tényezőknek megfelelően képzést és gyakorlást kell biztosítani.

3. Teljesítmény indikátorok

A második világháború utáni időszakban ugrásszerű fejlődésnek indult a katonai és civil repülés, melybe hihetetlen összegeket invesztáltak mind a nyugati mind a keleti blokk társadalmi. Fejlesztések folyamányaként komplex gyártási technológiák, új sárkányszerkezetek, hajtóművek, avionikai rendszerek láttak napvilágot. A szóban forgó repülőgépek rendszerei, alrendszerei változó megbízhatósági szinttel, hozzáférhetőséggel, üzembentarthatósági mutatókkal rendelkeznek. Ezeket a rendszereket speciálisan kiképzett, felkészített szakszemélyzet tarthatja csak karban.

Az üzembentartás, üzemeltetés során történő folyamatok, mozzanatok közben tartása érdekében szükséges a hatékonyság számszerűsítése. A teljesítmény mérésre, úgy is tekintenek, mint az intézkedés hatásosságának, számszerűsített mutatója. Általánosságban, aminek a mértékét nem lehet számszerűsíteni, mérni, azt nem lehet irányítani. Ebben a fejezetben összegyűjtöttem azokat a mutatókat melyek alkalmazása hozzájárulhat a karbantartó szervezetek működésének monitorozáshoz, működésének tökéletesítéséhez, a rendelkezésre álló erőforrások megfelelő kihasználásának figyelembe vételével.

A teljesítménymutatók, indikátorok, egyszerűsítve mérőszámok, értékeik megmutatják egy folyamat kimenetelét, végértékét, a célokat figyelembe véve meghatározható általuk a folyamatok irányultsága, tempója. Egy jó mutató csak a folyamat számára legjobban megfeleltethető, központi jellemzőkre koncentrál, mint a mennyiség, minőség, időzítés. Egy jó indikátor erősíti a megfelelő viselkedési formákat, jutalmazza a professzionális hozzáállást, visszaszorítja a házárdírozást. A folyamatba megfelelően beillesztett indikátor pontos adatokat használ, melyek rögzítése nem igényel kiegészítő járulékos lépések beillesztését a

munkafolyamatba. Az indikátorok folyamatos figyelése egy eszköz a menedzsment kezében, hogy mutassa elkötelezettségét a végső célok elérését illetően, hogy a folyamatok vizsgálata során jó döntéseket hozva szavatolhassa a legfőbb célt, például, hogy a műszaki üzembentartó szervezet egy üzemképes, a feladatra elvárt időben, és megfelelő konfigurációval felszerelt üzembiztos gépet szolgáltatson.

Külön kiemelendő és hangsúlyozandó, hogy az indikátorok irányultsága, értéke nem lehet verseny kialakulásának okozója. Az indikátor egy eszköz a cél elérésében, megvalósításában, nem pedig fordítottan kezelendő miszerint a jó indikátor érték elérése a fontos. Vagyis nem az indikátor elvárt értékét kell célnak tekinteni.

3.1 Rendelkezésre álló repülőgépek száma, mint a végtermék.

A fogalom olyan repülőgépet takar, amely üzemképes, rendelkezésre áll mind földi, mind légi személyzet a szándékozott feladat végrehajtásához. Külföldi terminológiában Mission Capable (MC). Nem tartalmazza a következő összetevőket: a repülőgép üzemképtelen karbantartási feladat vagy anyaghiány miatt, nem áll rendelkezésre földi vagy légi személyzet, a feladat ellátásához szükséges felszerelés nem áll rendelkezésre legyen az karbantartás vagy anyaghiány.

Az előző fogalom fordított értelmezése Non Mission Capable. Minden az előbb felsorolt esetekben érvényes az eszközre. Anyag nem megfelelőség (repülőgép) vagy személyzet nem megfelelőség. Az idő onnan számítandó mikortól a vezetés tudomására jut, hogy a repülőgép nem alkalmas a feladat ellátására vagy nincs személyzet a végrehajtáshoz.

A két fogalom felhasználásával máris kialakíthatunk egy viszonyszámot, mutatót. Mértékegységnek órát alkalmaznak.

$$\frac{N_{TMC} - N_{TNMC}}{T_T} \times 100 = MCR \quad (1)$$

N_{TMC} : összes üzemképes repülőgépre vonatkoztatott órák száma

N_{TNMC} : összes üzemképtelen repülőgépre vonatkoztatott órák száma

T_T : vizsgált időszak órában kifejezve

MCR : bevethetőségi ráta

Alkalmazhatunk total tehát összegzett óra értékeket, a gépeket összegezve az összesített rendelkezésre állását kapjuk a flottának, melyből kivonjuk szintén a gépenként összeadott

nem bevethető idők összegeit. Az egy hónapra eső órák száma (a flottára vonatkoztatva) a nevezőben, tulajdonképpen az adott hónapban lévő napok számából származó órákat kiszámolva megszorozzuk a repülőgépek számával, így tehát meghatározható a teljes időtényező.

Ennek az alap indikátornak az értelmezéséből, elemzéséből indulhat a vizsgálati folyamat, hogy az indikátor melyik összetevőjéből indult a probléma. Megállapítandó, hogy az összes értékből arányaiban melyik összetevő mekkora arányban részesül.

3.2 Munka tervezés hatásossága (Operation Scheduling Effectiveness)

Ezt a jellemzőt úgy kaphatjuk meg, hogy a képezzük tervezett és végrehajtott munkák hányadosának százzal szorzott értékét. Jelentősége a munka fogalmának meghatározása mögött rejlik. Jelentheti a repülőgépre vonatkoztatott küldetések számát, azok meghiúsulásának okait.

$$\frac{N_{EF}}{N_{PF}} \times 100 = OSE \quad (2)$$

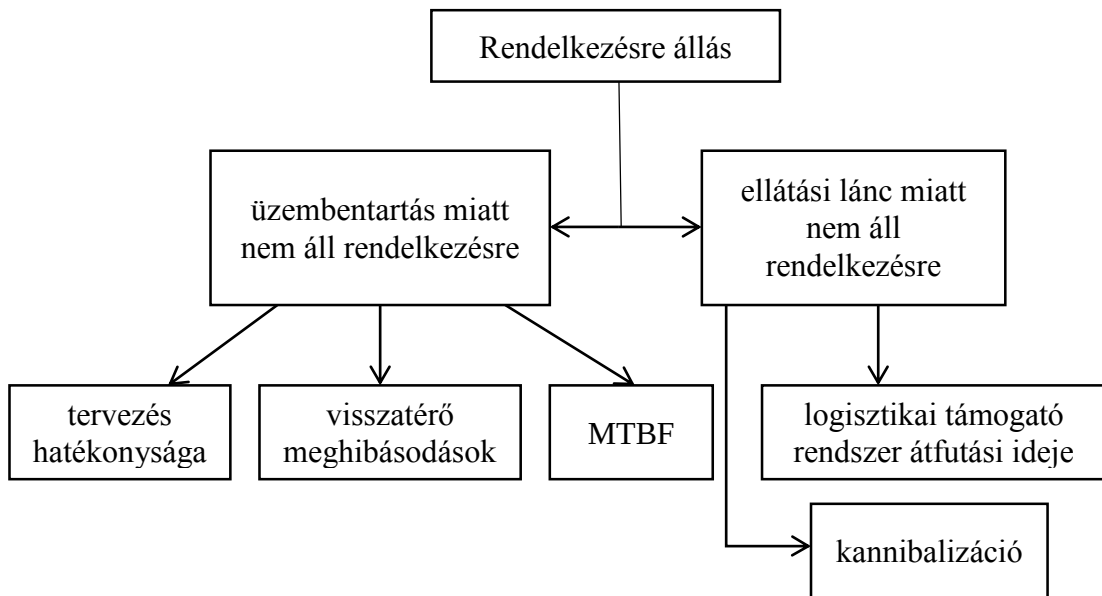
N_{EF} : végrehajtott repülési feladatok száma

N_{PF} : tervezett repülési feladatok száma

OSE: operation scheduling effectiveness a feladatok ütemezésének hatékonysága

Meghiúsulási okok lehetnek például: időjárási tényezők, repülőgép nem áll rendelkezésre, személyzet nem áll rendelkezésre, feladat törlésre kerül külső tényezők hatására, végrehajtáshoz szükséges engedélyek, külső szolgáltató lemondása, tanker repülőgép meghibásodás.

A karbantartás és az ahhoz kapcsolódó tevékenységeket az alábbi ábrával lehet könnyen értelmezhetővé tenni az eredményt befolyásoló tényezők alapján.



5. ábra: eredményességet befolyásoló tényezők

A tervezés hatékonysága alatt a betervezett feladatok és az eltolt, nem végrehajtott feladatok arányát értelmesszük. Ennek a mutatónak szinkronban kell lennie a javító osztály munka tempójával. Tervezés hatékonyságának fokmérője lehet a Time Left to Inspection. A rendelkezésre álló repülőgépek számának magasán tartása érdekében kritikus a soron következő munka feladatok figyelemmel kísérése és beütemezése a javító részleg számára. Így biztosítható a feladatok feltorlódásának, szűk keresztmetszetek kialakulásának elkerülése, egy folyamatos, gördülékeny munkatempó. Legelterjedtebb megjelenítése oldalszám szerinti felsorolással történik és a karbantartási utasítások feladatait tartalmazza. Egy jól menedzselt flotta gépei elhelyezhetők egy 45 fokos egyenesen egymástól többé, kevésbé a feladatoknak megfelelő időtávnak megfelelő távolságban.

3.3 A tervezés hatásossága (Scheduling Effectiveness)

Szintén ehhez a témakörhöz csatlakozik a tervezés hatásossága (Scheduling Effectiveness). A betervezett és végrehajtott és a betervezett munkák számának hányadosa.

$$\frac{N_{SC}}{N_S} \times 100 = SE \quad (3)$$

N_{SC} : összes betervezett és időben végrehajtott munkák száma

N_S : betervezett munkák száma

SE: scheduling effectiveness a tervezés hatékonysága

Mértéke árulkodik az üzemelés üteméről és a munkavégzők rendelkezésre állásáról.

3.4 Munkavégzők rendelkezésre állása

A jellemző értelmezhető, mérhető egy javító, karbantartó szervezeten belül (Mechanic Available)

$$\frac{N_{NP}}{N_{AP}} \times 100 = MA \quad (4)$$

N_{NP} : szükséges szakemberek száma (darab)

N_{AP} : rendelkezésre álló szakemberek száma (darab)

MA: mechanic available rendelkezésre álló mechanikusok, munkavégzők értéke százalékban

Mivel egy működő szervezetről beszélünk a szükséges szakemberek száma a feladat ellátásához minimálisan szükséges létszámot jelöli, minden más esetben feladat elmaradással szükséges kalkulálni. A mutató csökkenésének okai lehetnek, szabadságolás, betegség, szolgálati elfoglaltságok, stb..

Visszatérő meghibásodások részre való tekintettel a szervezet egyik alap feladata a rábízott repülő technika rendszereinek, megbízhatóságának, meghibásodási gyakoriságának figyelemmel kísérése. Ahhoz, hogy a visszatérő problémákat érzékelni tudjuk, nem csak emlékezet alapján szükséges a meghibásodásokat kategorizálva, rendszer specifikusan gyűjtözni. Nem célravezető csak az adminisztráció, mivel ebben az esetben maga az információ rejtve marad. Fontos az adathalmaz rendszeres értékelése, elemzése, hogy az adatokból információ válhasson.

3.5 Egy meghibásodásra eső átlagos repült idő (MTBF:Mean Time Between Failures)

A mérőszám a típusra jellemzőként, adatként, a két egymást követő meghibásodás bekövetkezése között repülhető átlagos időről nyújt információt. Ez az érték a technika képességeit mutatja. Azokban az esetekben, amikor a rendszerek, berendezések hosszú ideig működnek és a meghibásodott berendezéseket kijavítják, vagy újakra cserélik, a hibamentes működés közepes ideje értékének alkalmazása nem célravezető. Ilyen esetekben, mint paramétert a meghibásodások közötti átlagos működési időt alkalmazzák. Ezt a nemzetközi gyakorlatban, mint két meghibásodás közötti átlagos működési időt használják.

A Gripennél a két meghibásodás közötti repült idő becslését a korábbi Viggen repülőgép üzemeltetési adatai alapján határozták meg. A Viggen MTBF értéke tervezéskori becslés alapján 5,5 repült órára adódott, míg gyakorlat alapján üzemeltetési statisztikát feldolgozva

4,5óra értéket mutatott. A Gripen esetén azonos szabványokat felhasználva a becsült MTBF érték 9,3 repült órára adódott. Az elmélet és gyakorlat közötti eltérés mértékét alapul véve a Gripen MTBF értéke 7,6 repült órában prognosztizálható. [12]

A mutató gyenge pontja, hogy amennyiben hosszú feladatokat repül a repülőgép a feladat végrehajtása során a küldetést nem befolyásoló meghibásodások, rendellenességek nem jelennek meg a statisztikában mivel a feladat nem kerül megszakításra tehát a repült időre nincs hatással.

3.6 Javításhoz szükséges átlagos idő (MTTR: Mean Time To Repair)

A karbantarthatóság egyik mérőszáma. Definíció szerint az az idő mely a meghibásodott rendszer kijavításához átlagosan szükséges. Ez az idő magába foglalja a diagnosztizáláshoz szükséges időt, azt az időt, amíg a szerelő eljut a javítás tárgyáig, majd a tényleges javítás végrehajtásának idejét. Az egyes összetevőket külön, külön ellenőrizni, mérni szükséges. A gyártó cég leírása alapján a következő értékek adódnak különböző szintű feladatok végrehajtása esetén. „O” szinten 2,9 munkaóra, „I” szinten 2,3 munkaóra, „D” szinten 4,5 munkaóra szükséges egy javítási feladat végrehajtása utáni helyreállítás elvégzéséhez. [12]

Az üzemeltetési és javítási munkaráfordítás az MTTR mutató analógiájára szabványban meghatározott formulája a következő. A számlálóban a javítások végrehajtásának átlagos időszükséglete, meghibásodások száma, egy meghibásodáshoz szükséges átlagos létszám tagjainak szorzata plusz a tervezett feladatok végrehajtásának átlagos ideje, szükséges átlagos létszám összege található. A nevezőben vizsgált időszakra vonatkozó repült órák száma van. A kapott dimenzió a fő óra/repült óra. Ennek a mutatónak az alkalmazása rámutat közvetlenül a szervezet létszám szükségletére.

A munkaráfordítás mutatója szintén kapcsolatban van a szervezet létszámával, viszont gyenge pontja a feladatok normaidősítése. Jelenleg nincsenek az egyes technológiai feladatok normaidőzve.

Az alkatrészellátás témaköre köré lehet fűzni a kannibalizáció fokát. Ez a mérőszám sok rejtett információval rendelkezik.

$$\frac{N_{CU}}{N_{FM}} \times 100 = KR \quad (5)$$

N_{CU} : átépített berendezések száma (darab)

N_{FM} : repült feladatok száma (darab)

KR: kannibalizáció mértéke.

Egy másik megközelítés alapján:

$$\frac{N_{TCU}}{N_{TOU}} = KR \quad (6)$$

N_{TCU} : összesen átépített berendezések száma

N_{TOU} : összesen igényelt berendezések száma

KR: kannibalizáció mértéke.

A legszorosabb kapcsolatban logisztikai témakörrel, a raktározás, raktárkészlet összetételével összefüggő mutató. Könnyen belátható, hogy kannibalizáció akkor fordulhat elő, amikor a repülőgép meghibásodik, vagy a tervezett berendezés cseréjének idejére nem érkezik be a szükséges alkatrész a raktárba, ilyen módon, a hön áhított tétel egy másik repülőből kerül kiépítésre. Ennek a folyamatnak a megindításához, minden esetben vezetői döntés szükséges. Csak a vezetés, - aki birtokában van a megfelelő információknak - rendelheti el az átépítést a rendelkezésre állás biztosítása érdekében. Minden esetben figyelembe szükséges venni a berendezés csere összetettségét, bonyolultságát, esetleges új hiba megjelenésének esélyét. Soha nem lehet indok a berendezések rablására a raktári mutatók például a kannibalizáció mértékének feljavítása.

Ellátási hiányosság miatt nem áll rendelkezésre indikátor, értelmezésem szerint inkább logikai állapot mutatója a repülőgépnak mintsem mérőszám. Az időtényező onnantól vehető figyelembe mikortól az adott karbantartási feladat megáll anyaghiány miatt. A várakozási idő megáll, amikor a berendezést kiutalták a raktárból.

A raktározás mindig kiemelt fontossággal kezelt kényes tényező. A folyamatos költségcsökkentések időszaka óta, senki sem szeret, akar jelentős mennyiségben tartalék alkatrészeket, berendezéseket, anyagokat raktározni, mivel az jelentős költséggel jár. Viszont ha már anyagokat kényszerülünk raktározni, akkor azt tegyük hatékonyan. Soha sem tudtam eldönteni, nem is feladatom, hogy a raktárkészlet csökkentéséből származó megtakarítás mennyire van egyensúlyban az esetleges állásidőből, azonnali rendelésből, szállításból adódó veszteség mértékével. Az optimális tartalék alkatrész készlet kialakítása kulcs fontosságú, teljesen nyilvánvaló, hogy túl kevés tartalék alkatrész raktározása nehezíti az üzemképesség helyreállítását, csökkentheti a fenntartható üzemképesség szintjét. A tartalékkészletek túlméretezése pedig indokolatlanul növeli a készlettartási költségeket. Az alkatrészek, berendezések egy része saját javításközi üzemidővel rendelkezik, ilyenek a hajtóművek,

különböző fő berendezések, ezek cseréjének tervezése egyszerű. Más anyagok igénye működési, leszállási szám alapján tervezhetők. Ilyenek a futó ballonok, kerékagyak, 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, be kell szerezni.

3.7 Raktári Készlet pontosságát meghatározó mutató (Inventory Accuracy Rate Raktári)

A számomra legszimpatikusabb logisztikai mutató az Inventory Accuracy Rate a raktári készlet pontosságát meghatározó mutató. A mutató értékéből következtetni lehet, hogy mely alkatrészekre van ténylegesen szükség a karbantartáshoz és melyek azok, amelyeket nem szükséges vagy kevesebbet is elég raktáron tartani.

4. Karbantartó szervezet vizsgálata

Gaither szerint a termelésmenedzsment feladata „az input erőforrásokat termékekke vagy szolgáltatásokká konvertáló rendszer menedzselése.” [16]

„Az industrial engineering az a terület, amelynek szakemberei olyan integrált gyártó- és szolgáltatórendszerek (stratégiai és műszaki) tervezésével, megvalósításával és menedzselésével foglalkoznak, amelyek az előírt műszaki paraméterek mellett, a minőség, a megbízhatóság, a karbantarthatóság, valamint a működési költségek és határidők vonatkozásában is teljesítik az előírt követelményeket.” [16] A két definíció szerint átfedés tapasztalható a két tudomány terület között. Mindkét terület matematikai módszereket alkalmaz a rendszerek vizsgálatára. Az operációkutatás a matematika egy olyan területe, amely modellek felállításával és megoldásával ténykedik. Célja a rendszerek ideális működésének a meghatározása. Számos eszköz áll rendelkezésre az általam választott kérdéskör vizsgálatára, ezek a teljesség igénye nélkül a következők:

- kapacitás elemzés tervezés kérdéskörei;
- lineáris programozási feladatok;
- hálózatok elemzése, Pert diagrammok;
- sorbanállási modellek.

Első lépésként szükséges bizonyos összetevők definiálása, meghatározása, melyeket a következő sorokban teszek meg.

- „A **kapacitás** egy meghatározott időszak alatt gyártható termék, vagy nyújtható szolgáltatás mennyisége.” [16]
- **Tervezési kapacitás:** egy erőforrás vagy erőforráscsoport (gép, szervezeti egység, kiszolgálóhely) maximális kibocsátó képessége egy adott időszakban, ideális körülmények között. [16]
- **Effektív kapacitás:** egy erőforrás vagy erőforráscsoport (gép, szervezeti egység, kiszolgálóhely) tényleges munkarendjének megfelelő kibocsátó képessége egy adott időszakban. [16]
- **Kapacitáskihasználás:** a kapacitáskihasználás azt fejezi ki, hogy az ideális körülményekhez képest milyen mértékben vettük igénybe a kapacitást a tényleges működés során. [16]
- **Hatékonyság:** a hatékonyság azt fejezi ki, hogy a körülmények tervezett alakulásakor milyen mértékben vettük igénybe a kapacitást a tényleges működés során. [16]

Egy karbantartó szervezetnek nem lehet más a célja értelmezésem szerint, minthogy üzemképes repülőgépet szolgáltatson a felhasználónak.

Az üzemképességet értelmezhetjük úgy, mint „a repülőtechnika azon állapota, amelyben alkalmas adott feladatának ellátására, a műszaki követelményeknek megfelelő jellemzőkkel.”[6]

Tehát karbantartási szempontból az előírásoknak megfelelően minden karbantartási munka végre lett hajtva, ami nem az pedig az előírásoknak megfelelően halasztott (deferred) lett.

Karbantartási program céljai:

- a berendezésekbe, rendszerekbe beépített, betervezett biztonság és megbízhatóság maximális érvényre jutásának biztosítása;
- biztosítani, hogy a meghibásodás vagy károsodás esetén a saját beépített biztonsági és megbízhatósági szint visszaállítható legyen;
- lehetővé tenni, hogy amennyiben az előbbi szintek nem megfelelőek, a rendszerből kinyerhetőek legyenek adatok a karbantartási rendszer optimalizálásához, vagy akár a berendezések áttervezéséhez;
- biztosítani, hogy az előző összetevők minimális költséggel megvalósíthatóak legyenek, beleértve a karbantartás és a visszamaradó hibákból származó költségeket.

Az általános hiedelmekkel szemben a gyártót nem lehet minden problémaért felelőssé tenni, ami a termékével történik. Ezért szükséges minden karbantartó szervezetnek első lépésként a saját működését felülvizsgálni. Amennyiben nem képes a céljainak elérésére, a megfelelő változtatásokkal alkalmassá kell tenni rendeltetésének teljesítésére.

4.1 A javító szervezet kapacitása

Az alábbi számítás során egy az általam elképzelt szervezettel foglalkozom, a kiinduló adatok csak a számítás nagyságrendi megközelítését szemléltetik. Jelenleg a Javító század állományában 32 fő végez műszaki munkát. A heti munkaórák száma 40 óra/fő. Feltételezem, hogy személyenként 30 nap szabadság kivétele engedélyezett. Betegséget 14 nap/fő mértékben veszek figyelembe. A 2018 évi hivatalos munkarend alapján 250 munkanappal lehet ebben az évben számolni. Repülőgéppel kapcsolatos kiképzésre, konferenciákon való részvételre, orvosi vizsgálaton való részvételre 10 nap/fő értéket tartok reálisnak. Egy munkaévhez 52 hetet veszek figyelembe 104 munkanap kieséssel éves szinten. Katonai elfoglaltságokkal, kiképzéssel, szolgálattal és határőrizeti elfoglaltságokkal nem kalkulálok a számítás során.

A számításhoz meghatározott vett munkanap csökkentő tényezők alapján egy évre megállapítható aktív munkanapok száma: 196. Ez napi nyolc órás munkarendet számolva 1568 munkaóra adódik éves szinten. Ez a teljes állományra vetítve **50176** munkahelyen töltött órák számát adja. Más néven 50176 óra a rendelkezésre álló munkaórája a javító századnak. Ez az érték a tervezett repülési idővel osztva megmutatja a munkaerő ráfordítást repült óránként

$$\frac{MMH}{FH} = \frac{50176}{2000} = 25,08 \quad (7)$$

Az éves repült idő és a repülőgép statisztikai meghibásodási hajlamát figyelembe véve, felhasználva a MTBF értékeket

$$\frac{FH}{MTBF} = \frac{2000}{7,6} = 236,157 \quad (8)$$

kapunk eredmény képen. Tehát belátható, hogy egy évre vetített felhasználás során 236 meghibásodás javítására kell felkészülni. Ebben az esetben az elméleti MTBF értéket vettem figyelembe. Az évek során gyűjtött tapasztalati meghibásodási ráták átlagát véve 6,3 értéket

feltételezek. Ez az átlag érték valójában több mint egy egész órával csökkenti a várhatóan hibamentes repült órák számát. Ennek figyelembe vételével 317,5 hibajavítás végrehajtása lesz szükséges egy év alatt.

Feltételezem, hogy a repülések végrehajtása egy éven keresztül egyenletes és csak akkor hajtható végre, amikor javító kapacitás is rendelkezésre áll. Tehát a repülési hetek száma 39. Az üzemeltetési hetek számában figyelembe veszem az esetleges időjárási tényezőket, pilóta képzéshez szükséges napok, betegség és szabadságolási napok számát. Az egy héten repülhető idő

$$\frac{FH}{Week} = \frac{2000}{39} = 51,28 \quad (9)$$

óra adódik. A heti meghibásodások száma 8,14 darab ami napi szinten 1,62 meghibásodást jelent.

4.2 Az üzemképesség fenntartásának munkaerő igénye

Minden eszköz használata során számolni kell elhasználódással, meghibásodással. Ennek kompenzálására műszaki karbantartási, hibajavítási feladatokat kell végrehajtani. Ez a tevékenység magában hordozza, hogy a karbantartás idejére az eszköz üzemképtelenné válik és egyben a karbantartásnak van munkaerő szükséglete is. A repülési idő felhasználás egyenletessége érdekében szükséges az időszakos karbantartások számának meghatározása, ezen időszakok alatt a rendelkezésre álló géplétszám csökken.

Első lépésben meg kell határoznunk az egy repülőgépre eső repült idő mértékét. Egyenletes leterheltséget alapul véve az éves repülési órák számát elosztjuk az összes repülőgép számával. A feltételezésben szükséges kihangsúlyozni az egyenletességet, mivel előállhat olyan kényszerű üzemeltetési helyzet, mely megkívánja egyes repülőgépek leterheltségének növelését. Indokolhatóan speciális gyakorlaton való részvétel, gépek időszakos vizsgálatára történő lépcsőzés megváltoztatása, esetlegesen egy elhúzódó javításból fakadó rendelkezésre állási szűk keresztmetszet. Tehát egyenletes gépenkénti leterheltség szerint

$$\frac{2000}{14} = 142,8 FH \text{ (repült óra)} \quad (10)$$

teljesíthető repült óra adódik. Ebből az értékből meghatározható a szükségesen végrehajtandó időszakos munkálatok száma, mértékegysége darab.

$$\frac{T_{FHY}}{I_I} = N_I \quad (11)$$

T_{FHY} : éves repült órák száma

I_I : ellenőrzési intervallum órában

N_I : adott intervallumhoz tartozó ellenőrzések darabszáma

Értelemszerűen amennyiben például a 100 repült óránkénti időszakos vizsgában szerepel az 50 órás időszakos ellenőrzés akkor ennyi darabbal csökkenthető az alacsonyabb, 50 órás vizsgálatok száma.

$$\frac{2000}{50} = 40 \text{ db} ; \frac{2000}{100} = 20 \text{ db} ; \frac{2000}{200} = 10 \text{ db} \quad (12)$$

A fenti egyszerűsítések figyelembe vételével megállapítható, hogy 50 órás ellenőrzésből „C” check 20 db, 100 órás ellenőrzésből „D” check 10 db, 200 órás ellenőrzésből „TS” 10 darab végrehajtásával kell számolni. A 200 órás időszakos vizsgálatot csak érdekesség képen tettem be a számításba mivel az éves leterheltség alapján csak az adott repülőgép által már elhasznált repült órák figyelembe vételével érheti el ezt a küszöböt. Normál esetben minden második évben. Az előbbi feltételezésekkel élve évente a javító századnak legalább 8 darab „TS” időszakos munkát szükséges végrehajtania.

Mivel az egyes munkálatokhoz nem állnak rendelkezésre normaidők így saját tapasztalataim alapján megállapított megközelítő értékeket veszek alapul a további számításokhoz.

További egyszerűsítések:

- folyamatos repülések végrehajtása mellett kiszámítottam, hogy valószínűsíthetően napi szinten 1,62 meghibásodással lehet számolni. Igaz, hogy a meghibásodás súlyossági fokától adódóan több kimenetele lehet annak, hogy a javító részleg megkezdje-e a munkát vagy sem. Adott a „Deferred Fault” intézménye, melynek alkalmazása csak kismértékű kockázat esetén használható, esetünkben a MTBF mutatóba nem kerül beszámításra. Önálló munkakapacitás igényként jellemzően időszakos vizsga folyamán jelentkezik. Tehát az 1,62 napi meghibásodás tényleges berendezés cserét, ellenőrzést von maga után;

- a meghibásodási értékeket nem módosítom mivel a javító részleg fő feladata a hibák kijavítása szabad kapacitás esetén az időszakos vizsgálatok végrehajtásában is részt vesznek;
- 2 hibajavító csoport 3-3 fővel adja a számítás alapját;
- 1 hiba átlagos kijavításának feltételezett ideje 8 óra/fő, melyet eddigi tapasztalataim alapján becsültem. Ennél a megállapításnál a legnagyobb a bizonytalansági tényező a munkák mélységéből, a technológia kötöttségéből például: felhasznált kemikáliák kötési idejéből, vagy esetleges berendezés másik repülőgépből történő átépítéséből adódik.

$$\sum T_{HWO} - \sum T_{HWOR} \quad (13)$$

T_{HWO} : javító század munkaóra alap

T_{HWOR} : hibajavításra fordított munkaórák száma

Ahhoz, hogy a javító század időszakos munkákra fordítható munkaóráinak számát megkapjuk, ki kell vonnunk a teljes éves munkaidő alpból a hibajavításokra fordított munkaórák mértékét.

A hibajavításra fordított munkaórák száma a már ismert egyszerűsítések alapján:

$$N_F \times T_R \times N_P = T_{RT} \quad (14)$$

N_F : meghibásodások száma

T_R : meghibásodás kijavításához szükséges idő

N_P : javító személyzet létszáma

T_{RT} : hibajavításra fordított munkaórák száma

A meghibásodások kijavításához szükséges javítási munkaórák száma: **7622,4** óra

$$\sum 50176 - \sum 7622,4 = 42553,6 \quad (15)$$

A fenti egyenletből eredményeképpen látszódik, hogy időszakos vizsgálatokra a javító századnak 42553,6 munkaórája marad. A szerviz brigádok kihasználtsága a feltételezett leterheltség alapján számítva a következőképpen alakul.

A kiindulásnál egy főnek 196 aktív munkanapot vettem figyelembe 8 órás munkahelyen töltött idővel - és mivel egy adott hiba kijavítása átlagosan 8 órát vesz igénybe - így csak a

meghibásodások számát kell szembeállítani az aktív munkanapok számával és már adódik is egy javító csoport kihasználtsága.

$$\frac{158,8}{196} \times 100 = 81 \% \quad (16)$$

Időszakos vizsgálatok végrehajtása

A Javító század állományából kivonva a javító brigádok létszámát marad 26 fő 40768 munkahelyen töltött órák számával, melyet az időszakos vizsgálatok végrehajtására szántunk. Az éves feladatból meghatározott C, D, TS vizsgálatok száma a következőképpen alakul:

- „C” check 20 db;
- „D” check 10 db;
- „TS” 10 db.

„C” check esetén a következő tapasztalati értékeket veszem alapul:

- egy a technológiai leírásban szereplő „C” check végrehajtásához 4 fő munkavégzőre van szükség és ők egy munkanap alatt be is fejezik, tehát 32 munkaórát emészt fel;
- sajnálatos módon tisztán „C” check nem létezik, mivel az jellegzetes mérföldkőve a repülőgép kiszolgálási rendszerének, és amelyhez már a kisebb jelentőségű meghibásodások (deferred fault) kijavítása is kapcsolódik;
- egyéb kiegészítő feladatok szintén kapcsolódnak, úgymint a naptári üzemidővel vagy repült idővel rendelkező berendezés cserék, felülvizsgálatok;
- mindkét említett esetben a feladatok végrehajtása lényegesen hosszabb időt, mélyebb ellenőrzések végrehajtását is magával hozza;
- A fenti tényezőket figyelembe véve szükségesnek tartom az ellenőrzés munkaidő és létszám szükségletét megemelni a duplájára 8 fő és összesen 64 munkaórára.

Az említett feltételezéseket alapul véve az összes „C” check végrehajtásának munkaóra szükséglete **1280** munkaóra. Ennek az eredménynek a mértékéből az a következtetést lehet levonni, hogy az ellenőrzés önmagában tulajdonképpen ápolási kategóriának felel meg az üzemtartartási rendszerben. Mértéke a teljes javító század munka kapacitásához mérten csekély. Az ellenőrzés kimenetelének bizonytalansága, minimális, tervezhetősége a repülőgép felhasználását lényegében nem igazán veszélyezteti.

A „D” check végrehajtása magába foglalja a „C” check végrehajtását is tehát kapacitás szempontjából szükséges figyelembe venni a 4 fő 32 munkaórányi elfoglaltságát. A feladat számításához ebben az esetben is szükséges bizonyos egyszerűsítések bevezetése:

- hasonlóképpen a „C” checkhez a „D” check sem létezik önmagában ebben az esetben is számolni kell a halasztott hibák kijavításával;
- szintén adódnak egyéb berendezés cserék üzemidő, naptári idő felhasználás alapon;
- megjelenik a hajtómű mind endoszkópos, mind műszeres ellenőrzése;
- mivel nem állnak rendelkezésre a feladatok végrehajtásához normaidők, így szintén becsült értékeket veszek alapul a feladatok munkaidő szükségletének megállapításához.

Az ellenőrzés 31 munkapontot tartalmaz a hajtóműre vonatkozó részekkel együtt. Munkaszervezési és számítási indokkal kiemelem a hajtómű munkapontjait a „D” checkből és a karbantartási útmutató alapján „D1” és „D2” megnevezéssel látom el.

A „D1” vizsgálat endoszkópos vizuális ellenőrzési műveletek tartalmaz. A teljes hajtómű, összes fő szerkezeti elem, ventilátor, kompresszor, kis és nagynyomású turbina, álló és forgó lapátok, égőtér, szívócsatorna és fűvócső ellenőrzésre kerül. Ez rendkívül aprólékos, nagy figyelmet igénylő feladat. Rendellenesség feltárása esetén az adott hibát, vagy annak vélt jelenséget lehetőség szerint olyan perspektívából szükséges lefényképezni, hogy annak nagysága a környezetében található ismert méretekhez viszonyítva - például turbinában a hűtőfuratok egymáshoz képesti távolsága - meghatározható legyen. A feltárt hibák, amennyiben az utasítások alapján még elfogadható mértékűek, katalogizálásra kerülnek, hogy változásuk követhetősége biztosított legyen a további endoszkópos ellenőrzések során. Amennyiben a sérülések mértéke, irányultsága nem megengedett értékű, a technológia alapján a hajtómű konzerválásra és cserére kerül. Normál „D1” ellenőrzés munkaerő szükséglete 2 fő 1,5 munkanap, tehát 28 munkaóra.

A „D2” ellenőrzés műszeres ellenőrző hajtóműpróbából, kenőolajak cseréjéből és a megbontott rendszerek hermetikussági ellenőrzésének végrehajtásából áll. Végrehajtásához 4 fő szükséges, az ellenőrzési folyamat sorrendiség és technológiai lépések sorozata 1 napot vesz igénybe tehát 32 munkaóra szükséglettel vehető figyelembe. Összességében tehát a hajtómű 60 munkaóra szükséglettel célszerű figyelembe venni. Az éves szinten végrehajtandó „D” checkek hajtómű szempontból 600 munkaórát képviselnek.

A fennmaradó munkapontok szám szerint 21, a „D” szintű munkák 4,5 munkaóra szükségletével számolva 94,5 munkaóra alatt végrehajtható.

Eddig megállapított tényezők tehát:

$$\sum D = C \text{ check} + D1 + D2 + D = 186,5 \text{ munkaóra.} \quad (17)$$

Az egyenletből még hiányzik a hibajavítással töltött munkaórák száma. C check esetében 4 fő 32 órával vettem figyelembe. D check esetében megduplázom a C check munkaóra szükségletet és 4 fő 62 munkaóráját veszem figyelembe.

$$\sum D + T_{DF} = 248,5 \quad (18)$$

T_{DF} : „D” checkre eső hibajavítás óraszám

Az elemzés levezetésekor, egy átlagos éves terv alapján 10 darab „D” check végrehajtását terveztük melyből **2485** munkaóra szükséglet adódik. A fennmaradó éves munkaóra kapacitás **38283** munkaóra. Még mindig rengeteg munkaóra maradt az éves lehetőségből a „TS” időszakos vizsgálatok végrehajtására. Viszont, minden esetben meghatározhatatlan mértékű kockázati tényezővel kell számolni az időszakos vizsgálatok végrehajtása során! Így van ez a „D” check esetében is, mely már hibakeresési célzattal is zajlik, és gyakorlati tapasztalataim szerint sok esetben jelentős meglepetéseket hoz! Érdekességképpen, egy nem várt hajtómű csere esetén a konzerválás, a csere, a meghibásodott hajtómű tartós tárolásba helyezése 5 fő számára 1,5 napos extra feladatot szolgáltat. Esetleges segédberendezés ház cseréje 3 fő 2 napos munkáját vonja maga után. Számszerűsítve 60 és 48 munkaóra szükségletek a teljesség igénye nélkül.

A „TS” időszakos vizsgálatok esetén 10 darab végrehajtása helyett 8 darab elvégzését vettem alapul. A repülőgépre kidolgozott, alapvető nagy mélységeket érintő karbantartási munkálatai találhatóak ebben a kategóriában. A munkák rendkívül szerteágazóak, aprólékosak és a repülőgép helyreállítási munkálatai is nagy tapasztalatot, figyelmet, körültekintést kívánnak a munkavégző állománytól. A 200 repült óránkénti karbantartási ciklusban végrehajtott tevékenységeknél, amelyeknél szükséges, ismételten egyszerűsítéseket vezettem be:

- célszerű a 8 darab „TS” vizsgálatot 4 – 4 darabra szétválasztanom, mivel a 200 és 400 óránál illetve ezek többszöröseinél végrehajtott feladatok nincsenek teljes szinkronban. A 400 órás ciklusú ellenőrzés során - mivel ennek az előfordulásához már jelentős naptári üzemidő is kapcsolódik - kiegészítő feladatok jelennek meg;
- a 200 órás vizsgálat végrehajtását 1,5 hónap, a 400 órás vizsgálat végrehajtását 2,5 hónap határidővel veszem figyelembe;

- a javító század állományából leválasztom a 6 fő hibajavító személyzetet, így 26 fő szabad munkavégző marad. Ők végzik a „C”, „D”, „TS” munkapontjait, munka időtartama alapján arányosított létszámú csoportokkal. A 200 órás időszakos vizsgálatot 10 fő, míg a 400 órás időszakos vizsgálatot 16 fő hajtja végre;
- havi 20 munkanappal számolok;
- a „TS” időszakos ellenőrzésbe integrált C; D ellenőrzések járulékos munkaóra szükségletét nem veszem figyelembe, mivel véleményem szerint a naptári határidővel való számítás során végrehajtásuknak is teljesülniük kell.

Az alapfeltételek meghatározása után a 200 órás vizsgálat esetén:

- 120 munkanap adódik végrehajtásra;
- napi 8 órával;
- 10 munkavégző esetén.

$$120 \times 8 \times 10 = 9600 \text{ } Mh \text{ (munkaóra)} \quad (19)$$

Az alapfeltételek meghatározása után a 400 órás vizsgálat esetén:

- 200 munkanap adódik végrehajtásra;
- napi 8 órával;
- 16 munkavégző esetén.

$$200 \times 8 \times 16 = 25600 \text{ } Mh \text{ (munkaóra)} \quad (20)$$

Tehát összességében az időszakos vizsgálatok végrehajtásához 35200 munkaóra adódik. Az időszakos munkálatok tehát „C”, „D”, „TS” éves szinten:

$$\sum C \text{ check} + \sum D \text{ check} + \sum TS = T_{TS} \quad (21)$$

T_{TS} : összesen felhasznált munkaórák száma TS időszakos vizsgálathoz

$$\sum 1280 + \sum 2485 + \sum 35200 = \mathbf{38965 \text{ } Mh} \text{ (munkaóra)} \quad (22)$$

Az időszakos vizsgálatokat végrehajtó csoport kapacitás kihasználása:

$$\frac{38965}{40768} \times 100 = 95,57 \% \quad (23)$$

Összességében a javító századot figyelembe véve a hibajavító brigádok és az időszakos brigádok összesített leterheltsége:

$$\sum T_{RT} + \sum T_{TS} = T_{TC} = 46587,4 \text{ Mh (munkaóra)} \quad (24)$$

T_{RT} : hibajavításra fordított munkaórák száma

T_{TS} : összesen felhasznált munkaórák száma TS időszakos vizsgálathoz

T_{TC} : összes felhasznált munkaórák száma

munkaóra alappal számolva:

$$\frac{T_{TC}}{T_{HWO}} \times 100 = 92,84 \% \quad (25)$$

Az eredményként kapott 92,84 % meglehetősen magas értéknek számít. Figyelembe kell vennünk ennél a számítási módszernél, hogy csak és kizárólag a megvalósíthatóságot értelmezhetjük a kapott érték alapján. Tehát kijelenthetjük, hogy az éves repült óra tervezet végrehajtható az adott szervezeti körülmények között a repülőgép adottságai mellett.

A kapott érték értelmezésekor figyelembe kell venni, hogy csak részletekbe menő optimalizálás mellett lehet ilyen magas értékeket elérni egy karbantartó szervezet esetén.

Kiindulási feltételként meghatározott napi 8 munkaórával számoltam. Árnyalja a képet amennyiben nem nyolc óra, hanem hat a napi munkaóra alap, figyelembe véve reggeli eligazítást, munkafeladatok szétosztását, ebédidőt, kávé és pihenőidőt. Ebben az esetben az éves munkaidő keret a javító század esetén **37692** összesített órára adódik. A munkák végrehajtásához szükséges időket változatlanul hagyva **46587,4** óra. Az alábbi összefüggést alkalmazva:

$$\frac{T_{TC}}{T_{HWO}} \times 100 = 123,6 \% \quad (26)$$

123,6 % adódik eredményképpen. A két érték között jelentős a különbség. Már a 92,8%-os érték is a tűréshatáron van a 123,6% pedig már egyértelműen fenntarthatatlan.

A gyártó által megadott értékek alapján és a már alkalmazott egyszerűsítéseket, megkötéseket újra figyelembe véve történő számítás a következő értékeket adja:

MTTR (mean time to repair, a helyreállítás közepes ideje): 2,5 óra

MMH/FH (maintenance man hour per flight hour, munkaráfördítés): 5,2 óra

Meghibásodások javításához szükséges idő				
meghibásodások száma	318		javító brigád létszáma	6
kijavításuk össz ideje	15264		javhoz süks idő	8
2 brigád esetén	7632			
létszám	32	40	50	napi munkaóra
munkaóra maradék időszakos vizsgára 8 órával	34912	47456	63136	8
munkaóra maradék időszakos vizsgára 6 órával	22368	31776	43536	6
munkaóra maradék TS vizsgára 8 órával	31147	43691	59371	8
munkaóra maradék TS vizsgára 6 órával	18603	28011	39771	6
időszakosra maradt létszám 8 órával	22,26531	30,26530612	40,26530612	-----
időszakosra maradt létszám 6 órával	19,02041	27,02040816	37,02040816	-----
elméleti MMH szükséglet	9543,8			átlag
valós és elméleti hányados	3,6	4,9	6,1	4,866666667
valós és elméleti hányados	2,3	3,3	4,5	3,366666667

1. táblázat: számítási folyamat részeredményeinek bemutatása

Az eredményként kapott átlag értékek szemléltetik a gyártó által megadott és a feltételezhetően végrehajtáshoz szükséges munkaórák arányát. Tulajdonképpen ez az átlag érték mutatja, hogy egy teljesen specializált és egy folyamatok optimalizálása nélkül működő szervezet között mekkora a hatékonyságbeli eltérés. Az értékek nagysága láttán itt kell megemlítenem, hogy számos beszélgetésnél elhangzott, hogy egyes légitársaságok időszakos vizsgálatainál, az átfutási idő tekintetében a gyár által közölt adatok kettő illetve háromszorosát veszik figyelembe tervezéskor.

Ahhoz, hogy egy komplett rendszert értelmezni lehessen szükséges az alapvető szervezeti célok meghatározása. Számszerűsíthetővé, mérhetővé tétele alapvető fontosságú, mint ahogy a korábbi fejezetekben említettem.

Katonai vonatkozásban, a repülőműszaki alegység működési fő céljaiként megjelölhető a fegyveres légtérvédelmi szolgálat maximális és zökkenőmentes ellátása, a repülőgép vezetők repülési jártasságának fenntartásához, és a repülő kiképzéshez szükséges repült óraszám biztosítása. Alapvetően a javító szervezet szempontjából ez a feltétel, szervezeti cél

úgy jelentkezik, hogy mindenekelőtt 3 db repülőgépnél folyamatosan üzemképesnek, bevethetőnek kell lennie. A teljes flottára vonatkoztatva 21%-os üzemképességi szintnek felel meg. Technikailag ez a szint minden további nélkül garantálható amennyiben csak ez az egy tényező lenne szükséges a képesség fenntartásához. Már sejtetni engedi a képesség szó megjelenése, hogy egy sokkal összetettebb fogalom a készenléti szolgálat. Mivel a repülőgépet ember vezeti, őt folyamatosan trenírozni, gyakoroltatni szükséges, ahhoz hogy feladatát ellássa. Tehát a pilóták kiképzése terén az ahhoz szükséges üzemképes repülőgépek számának biztosítása is a javító szervezet feladata. Jellemzően a kiképzési repülések során 4 repülő kerül alkalmazásra és egy tartalék repülőgép, összesen 5. A minimális üzemképes repülőgép szükséglet 8 darab. Az összesített számra vetítve az üzemképességi szintnek tehát 57,1% értéket kell tartania. Az eddig felsorolt tényezőket figyelembe véve beláthatjuk, hogy jelen körülmények között is tartható a javító század szolgáltatása, képes az üzemképes repülőgépek biztosítására.

A meghibásodások bizonytalansága - a szolgáltatás, mint üzemképes repülőgépek száma szempontjából - rövidtávon orvosolva van, mind a készenléti szolgálat, mind a kiképzési repülések viszonylatában az 1-1 tartalék repülőgép biztosításával. Viszont jellemzően az üzemelés során a meghibásodások nem a munkanap kezdetekor, hanem meghatározhatatlan változóként a nap bármely szakában jelentkezhetnek. Ebből az okból kifolyólag a hibajavító személyzet számára már nem áll rendelkezésre egy egész nap a hiba kijavítására, hanem a második nap folyamán lehetséges egy meghibásodott repülőgépet újra üzemképesnek nyilvánítani. Tehát egy repülési sorból kiesett gép optimális esetben kettő vagy három nap eltelte után térhet vissza szolgálatba. Mivel a MTBF és a heti tervezett repülési óraszámok alapján tulajdonképpen minden napra esik meghibásodás, szükséges megfontolni mind a készenléti szolgálat mind a kiképzéshez biztosítandó plusz egy – egy repülőgépet. Amennyiben a szolgáltatás minőségének maximalizálása a szempont mindenképpen 10 repülővel 71%-os üzemképességet kell produkálni az összes gépre viszonyítva. Úgy gondolom, hogy egy ekkora gépszámmal rendelkező flotta tekintetében ez egy reális üzemképességi mutató. A maradék 4 repülőgépből, mint a számítás is mutatja kettő folyamatosan időszakos javítás alatt áll, kettő repülőgépen pedig hibajavítás történik. Probléma ebben az esetben akkor adódik, amikor olyan meghibásodás kerül napvilágra, melyhez nincs megfelelő képzettséggel rendelkező szakember, szerszám, alkatrész. Az eddigi gondolatokat összefoglalva az alap feladatok maradéktalan ellátásához elegendő gépszám tartozik, amennyiben a prognosztizált feladat végrehajtás nem ütközik akadályba.

Tehát szervezeti, hosszú távú célnak alapja lehet egy üzemképességi ráta meghatározása, melyet 71%-os értékre lehet maximum beállítani.

Egyéb tényezők, melyeket nem lehet figyelmen kívül hagyni a nemzetközi szerepvállalásokból adódnak. Speciális eset a balti légtérvédelmi feladat végrehajtása. A fegyveres légtérvédelmi feladatot négy repülőgép hajtotta végre idegen repülőtérrel való üzemeléssel. A feladat rendszer azonos volt az anyaországi fegyveres légtérvédelemmel. Kiegészítő feladatként jelentkezett viszont, hogy kiképzési feladatokat is végre kellett hajtani a rendelkezésre álló négy repülőgéppel. Ezen kiegészítő feladatok jelentősen megnövelik a kockázatát annak, hogy a készenléti szolgálat részére egy esetleges meghibásodás miatt, nem áll rendelkezésre üzemképes tartalék repülőgép, tehát veszélyezteti a szolgálat maradéktalan ellátását. Mivel a repülőgépek időszakos átvizsgálása csak az anyaországban hajtható végre a repülőgépek időnkénti rotációjára szükség van. A folyamatos készenlét garantálása érdekében C check végrehajtásával bezáróan lett megállapítva a végrehajtható időszakos ellenőrzések mélysége külföldön. Naptári üzemidővel rendelkező berendezések cseréje esetén a záró dátum figyelembe vételével és a munka mélységét, ellenőrzési kötelmeit mérlegelve, szintén leváltható a repülőgép, másik az anyaországból érkezőre. Folyamatos üzemképességi szintek ebben az esetben már egy új szintre emelkednek, mivel hazai viszonylatban az alapvető készenléti szolgálat és a külföldi készenléti szolgálat ellátásához szükséges géplétszám minimálisan hét darabra emelkedik. A kiképzési feladatok végrehajtásához, amennyiben nincsen igénybe véve a készenlét abban az esetben három repülőgép áll csak rendelkezésre hazai viszonylatban. Műszaki személyzet tekintetében az anyaországon kívüli meghibásodások elhárítására is számolni kell. A jelentkező munkák szükségessé teszik a javító személyzettől független, de munkájukhoz elengedhetetlen szervezetek külföldi kialakítását is, úgy, mint mérnöki biztosítás, logisztikai biztosítás. Külföldön végrehajtott javítási szempontból a javító szervezet kialakításakor figyelembe kell venni a század specializált felépítését. A javító brigád személyi összetételének biztosítania kell az összes rendszer helyszíni javítását. Véleményem szerint ez a létszám minimálisan csak a javítási feladatot végrehajtó állomány esetében hét fő. Ellentmondásnak tűnhet, a hazai viszonyok elemzésénél figyelembe vett, három – három fővel rendelkező javító brigádokkal történő számítással, viszont hazai körülmények között lehetőség van a javításban résztvevő speciális képzettséggel rendelkező szakemberek igény szerinti cseréjére. Távoli országban végrehajtott légtérrendészeti feladat végrehajtása során fellépő meghibásodás esetén a repülőgépek üzemképességének biztosítása érdekében szükséges a járulékos műszaki személyzet többlet, rendelkezésre állása.

Összefoglalva két különböző helyszínen való azonos jellegű, nagy munkaintenzitást követelő feladat ellátása esetén változatlan géplétszám mellett kiképzési feladatok visszaszorulása prognosztizálható az adott időszakban. Hosszú távon a hajózó állomány jártasságának, gyakorlottságának rovására mehet. Rövidtávon a repülőgép flotta üzemidő szerinti időszakos vizsgálatok időbeni megkezdéséhez szükséges lépcsőzöttsége, egyenletes repült idő terhelése torzulhat. Negatív hatással van a következő időszak üzemképességi szintjére.

Bizonyos esetekben a repülőeszköz alkalmazása nagy távolságok, hosszú repülőutak megtételét vonja maga után. A repülés végrehajtása során előfordulhatnak olyan jellegű meghibásodások, melyek szükségessé teszik a feladat megszakítását és a célállomástól eltérő repülőtéren történő leszállást. A repülőtér elhelyezkedhet mind országhatáron belül, mind azon kívül. Mind a két eshetőségnél bizonyos, hogy az adott repülőtér nem rendelkezik a repülőtechnika diagnosztizálásához szükséges infrastruktúrával, arról nem is beszélve, hogy jogosult-e másik nemzet katonai repülőgépének kiszolgálására. A szóban forgó repülő technika mentési feladatát addig nem lehet érdemben megkezdeni, amíg a meghibásodás vagy meghibásodások kiváltó oka nem kerül diagnosztizálásra. A feladat végrehajtásához a helyszínre kell szállítani a szükséges adatkértékelő rendszert, és végre kell hajtani a hibabehatárolást. A diagnosztizálási folyamat lezárásával megkezdhető a javítási folyamatra való felkészülés, kiutazás, hibajavítás majd hazatelepülés folyamata. A repülőgép haza juttatásának időszükséglete megállapíthatatlan, minden esetben jelentős kiesésre lehet számítani, mind munkaóra terén a javító csoport tekintetében, mind pedig a repülőgép újra kiképzésre vagy szolgálatra való rendelkezésre állása terén. Az országhatáron túli feladatok végrehajtásakor az országhatár átlépéséhez szükséges engedélyek beszerzése önmagában nehézkesnek mondható.

A feladatok megjelenésének bizonytalan mivolta miatt, a vezetés, - hogy a javító század reagáló képességét, kapacitásának maximális kihasználása mellett felgyorsítsa, - előzetes megfontolások alapján kétműszakos munkarendet is elrendelhet. A két műszak bevezetése lehetővé teszi, vagy megnöveli annak esélyét, hogy a hosszú munkafolyamatok napon belül lezárásra kerüljenek. Hibajavítás szempontjából szintén lehetőség van a körülmények mérlegelésével, eltolt műszak, vagy két műszak bevezetésére. Az eltolt műszak kezdete, jellemzően a repülési nap közepére időzített. Lehetőséget teremt a napon belüli hibajavítások végrehajtására, biztosítva ezzel a következő napi szükséges üzemképességi szintet.

Összegzőképpen, véleményem szerint, a javító szervezet szakmai működésének fokmérője az üzemképességi szint fenntartása, vagy az előírt, kívánt szinttől való eltérés

mértéke. Önmagában, azonban a szervezetben lejátszódó folyamatok megértése és kézben tartása érdekében feltétlenül szükséges a folyamatok részfolyamatokra való tördelése és azok egyenkénti vizsgálata. Természetesen a részfolyamatokra ugyan úgy szükséges mérőszámok és indikátorok meghatározása, monitorozása. A szervezet és a részfolyamatok működésének vizsgálata azonban teljesen hiábavaló, amennyiben azokhoz nem tartoznak intézkedések, módosítások. Szintén hiábavaló előírni bármilyen paramétert, amennyiben már a kiindulási feltételeknek nem felel meg a szervezet, amelyiknek előírják annak teljesítését. Folyamatosan visszatérő téma az értekezleteken a túlórák mértéke, a bennragadt szabadságok mértéke és a kapacitás kihasználás. Ebből arra következtettek, hogy valamilyen szinten a honvédség is érdekelt a minél hatékonyabb munkavégzés és a lehetőségeihez mért költséghatékony működés kialakításában.

Fontos lehet tudomásul venni, hogy a feladatok jellegéből kifolyólag mindenképpen egy a gazdaságossági optimumtól eltérő szervezettel van dolgunk. Mivel a számítások során is átlagos értékeket veszünk figyelembe, melyek azt jelentik, hogy a feltételek csak az esetek túlnyomó részében teljesülnek, a mutatók, ráták teljesülése esetén is előállhat olyan helyzet, mikor feladat elmaradás, csökkenés következik be. Ennek a tényezőnek figyelembe vételével szükséges a végrehajtandó feladatokat fontossági sorrendben kezelni és azt egyértelműen, szigorúan követni.

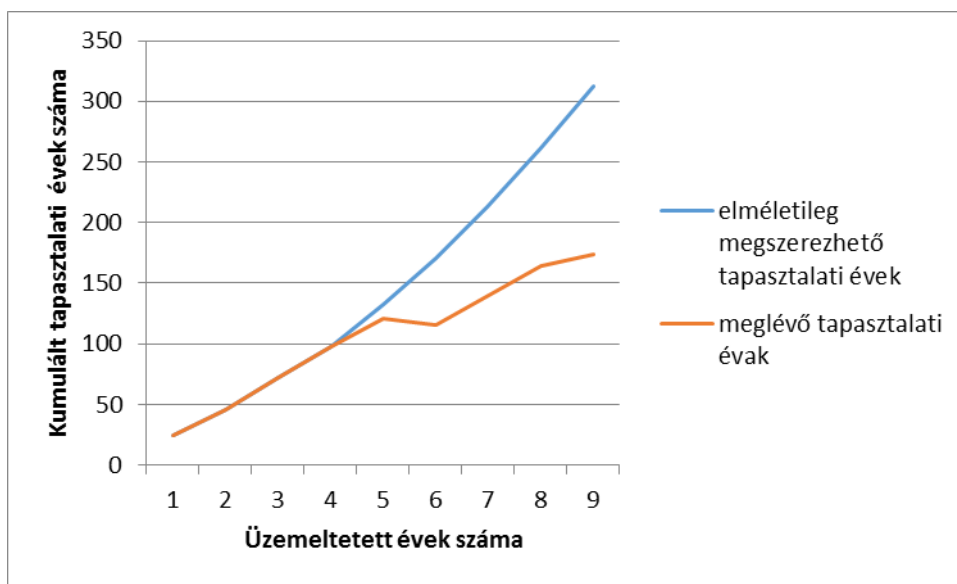
Véleményem szerint hierarchikus sorrendben az alábbi célokat lehet támasztani a szervezet számára:

- üzemképességi szint biztosítása;
- több repülőtérről történő üzemelés egyidejű biztosítása;
- feladatokra és eseményekre történő reagáló képesség biztosítása.

A célok felsorolása nem tűnik bonyolult feladatnak, viszont a szervezet működése szempontjából mindegyik megvalósítása rendkívül szerteágazó és összefüggő elemek hálózatából tevődik össze, kifejezetten abban az esetben, amikor mindegyik célt egyszerre kívánjuk megvalósítani.

A szervezet tanulmányozása során szerencsére csak a rendelkezésre álló létszám az, amely a célok megvalósítását korlátozza jelen esetben. Sajnálatos módon a személyzet pótlása esetünkben nehézkesnek nevezhető az idő viszonylatában. Az alábbi 6. ábra szemlélteti a megszerezhető tapasztalati évek számát és a rendelkezésre álló tapasztalati évek számát a javító századnál. A megszerezhető tapasztalati évek számában feltételeztem, hogy minden eddig kiképzett és a javító századnál szolgáló szakember jelenleg is dolgozik és a kiképzésüktől számított éveket kumuláltam. A rendelkezésre álló tapasztalati évek

tekintetében figyelembe vettem a jelenleg szolgálatot teljesítő állomány és a már megszerzett tapasztalatok mennyiségét.



6. ábra: a megszerzhető és a meglévő tapasztalati évek számának alakulása évente

A létszám problémák elhárítása után véleményem szerint következő mérföldkőként egy szakmai tekintetben független, katonai vonatkozású minőségbiztosítási szervezet megjelenésére lehet számítani, mivel a katonai repülés tekintetében is megjelentek mértékadó szervezetek ilyen irányú törekvései. Az EASA (Európai Repülésbiztonsági Hivatal) kidolgozta az EMAR (európai katonai repülés követelményei) rendszert. A minőségbiztosítási rendszerek működtetéséhez, a szervezetek tanúsításához pedig elengedhetetlenül szükségesek lesznek az általam felvetett problémák kezelése és a működés folyamatainak elemzése, irányítása. Az említett katonai minőségbiztosítási rendszer előírásként tartalmazza a munkaerő számvetések, teljesítmény mutatók, alkalmazását. Mivel nemzetközi környezetben tevékenykedik a karbantartó szervezet, alkatrészellátás terén, szükséges lehet, amennyiben a berendezések gyártói elvárják az alkatrészeik felhasználói környezetének tanúsítását, bevezetni egy európai szintű egységes katonai minőségbiztosítási rendszert.

BEFEJEZÉS

Mióta megjelentek a szerszámok, eszközök, mind a termelésben, mind a közlekedésben azok előállítóinak és felhasználóinak is szembe kellett nézniük a meghibásodások, rendellenes működések megjelenésével. A probléma kezelésére részletekbe menően tanulmányozták és még napjainkban is tanulmányozzák, mind a probléma forrását jelentő berendezéseket, eszközöket, rendszereket, mind a rendszerek karbantartására létrehozott szervezeteket, azoknak működését, problémaköreit. A szakirodalmakban rendre elválnak egymástól a berendezések vizsgálatával, beépített jellemzőivel foglalkozó, jellemzően mérnöki tudományok a karbantartó szervezetek vizsgálatával foglalkozó menedzsment jellegű tudományoktól. A karbantartás menedzsment igyekszik átfogó válaszokat adni, termelés szempontjából a felmerülő szervezeti jellegű problémákra. Megpróbáltam rámutatni, hogy egy modern nyugati repülőgép típus megjelenése, tervezési elvek, új anyagok, új rendszerek integrálása amellett, hogy minden angol nyelven folyik, milyen változásokat eredményezett. A repülőgép modernizáció eredményes véghez vitelében az egyik kulcs kérdés, az üzemeltető szervezetek kellő időben és a várható problémákra koncentráltan való felkészítése. Ezen változásokból kiindulva, láttatni igyekeztem, hogy milyen további tényezőket kell majd a további üzemeltetés során figyelembe venni. Milyen egyéb tényezők hatásaival kell számolni az üzemeltetés folyamán. Véleményem szerint egy szervezet működését, eszközeinek felhasználását feltétlenül szükséges figyelemmel kísérni, hogy a jövő kihívásainak megfelelően felelős, megalapozott döntéseket lehessen hozni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Gaál Z.: Tudásbázisú karbantartás, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2003
- [2] Péczely Gy.: LEAN3 Termelékenységfejlesztés egységes rendszerben, A.A. Stádium Diagnosztikai és Menedzsment Kft. 2009
- [3] Gaál Z.: Karbantartás – menedzsment, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2007
- [4] Gaál Z. Dr. Kovács Z.: Megbízhatóság, karbantartás, Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2002
- [5] Peták Gy.: A repülőtechnika üzemeltetése és javítása, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülő Műszaki Főiskola, 1981
- [6] Re 415 Szabályzat
- [7] Samir Chabra, O. P. Gandhi, S. G. Desmukh: Performance Measurement of Depot Level Maintenance in Military Aviation Environment, International Journal of Performability Engineering Vol 8, 2012
- [8] Pokorádi L.: Karbantartáselmélet, Debrecen, 2002
- [9] Pogácsás I.: A repülőeszközök mérnök-műszaki biztosításának és üzemeltetésének vizsgálata a fegyverzetváltással összefüggésben. PhD értekezés 2012
- [10] Rohács J – Simon I.: Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989
- [11] Kavas L.: Harcászati repülőgép kiválasztásának módszere gazdasági-hatékonysági mutatók alapján, kis létszámú haderő légierőjének korszerűsítésére, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Phd értekezés, Budapest, 2009.
- [12] Békési B.: A katonai repülőgépek üzemeltetésének, a kiszolgálás korszerűsítésének kérdései. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Phd értekezés, Budapest, 2006.
- [13] Füstös S.: A karbantartási folyamat rendszertechnikája, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973
- [14] Barna Gy (összeállította): Az üzemfenntartás általános kérdései
- [15] http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2010-0013_karbantartasszervezes_es_ekonomiaja/a_karbantartas_fogalma_feladata.html
- [16] Koltai T.: Termelés-menedzsment, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Budapest, 2006
- [17] Hiller – Lieberman: Bevezetés az operációkutatásba, LSI Oktatóközpont, Budapest, 1994

- [18] Rétfalvi P.: Műszaki diagnosztikai módszerek a karbantartásban, Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest, 1986
- [19] Kavas L- Óvári Gy.: A katonai repülőgépek korszerű üzemeltetési eljárásainak elvi alapjai és gyakorlati hozadéka, Repüléstudományi közlemények, 2013
- [20] A. Ahmadi: Aircraft scheduled maintenance programme development decision support methodologies and tools, Lulea University of Technology, Doctoral thesis, 2010
- [21] DOE G 440.2B-1 Aviation program performance indicators 2002
- [22] Vermes P.: A karbantartás mint a termelésmenedzsment támogatója, Multidiszciplináris tudományok, Miskolci Egyetem, 2011
- [23] Péczely Cs.: A karbantartás-menedzsment korszerű irányzatai és módszerei, Magyar Grafika, 2009/5
- [24] Tóth J.:A repülőműszaki állomány kompetencia alapú képzésének és felkészítésének elemzése, Nemzeti Közzolgálati Egyetem Phd értekezés, 2016
- [25] H. Kinnison – T. Siddiqui: Aviation maintenance management, McGraw Hill, 2013
- [26] Guidance material for maintenance organisation man – hour management plan technical guidance material, South African Civil Aviation Authority, 2017
- [27] Ta – Hui Yang, Shangyao Yan, Hsuan – Hung Chen: An airline maintenance manpower planning model with flexible strategies, Journal of Air Transport Management, 2003, 9, (4): 233-239 p.
- [28] M. Pecht – S. Kumar: Data analysis approach for system reliability, University of Maryland, Center for Advancedlife cycle Engineering
- [29] R. Vandawaker – D. Jacques – J. Freels: Impact of Prognostic Uncertainty in system health monitoring, Air Force Institute of Technology, Wright – Patterson
- [30] http://www.mirage-jet.com/AIRFRAME/MAINTENANCE_1/maintenance_1.htm

FÜGGELÉKEK

1. függelék: Annotáció
2. függelék: Nyilatkozat
3. függelék: Felhasználási nyilatkozat

ANOTÁCIÓ

A repülőtechnika töretlen fejlődése, korszerűsége, kifejezetten a civil repülésben egyértelműen magában hordozza a hozzá kapcsolódó szervezetek minősítését, hozzáadott érték mérését. A feszített, pontos, gazdaságos üzemelés alapját a folyamataik vizsgálata, kézben tartása, mind az alkalmazott repülőtechnika, mind a karbantartó szervezet vonatkozásában megtaláljuk. Az elmúlt években lezajlott repülőgép típusváltás, üzemeltetési kultúraváltás nagy hatással volt munkámra. Dolgozatomban megpróbáltam bemutatni a típusváltásból adódó üzembentartási stratégiaváltozás eszközölte problémákat. Figyelembe vettem a repülőtechnika sajátosságait, a fenntartó által támasztott új célokat, kihívásokat a karbantartó szervezet szemszögéből. Rámutattam a karbantartó szervezet teljesítmény mérésének problémakörére, nehézségeire, szükségességére. A szükséges fejlesztések, helyreállítások után véleményem szerint végrehajtandó mérési, értékelési folyamatok fontosságára.

NYILATKOZAT

Alulírott **Sárai Róbert százados**, a **HH_MN1_ÜZ21LE** tancsoport hallgatója (NEPTUN-kód: **B0NR4P**) büntetőjogi felelősségem tudatában kijelentem, hogy az **„Repülőgép karbantartó szervezet hatékonysági kritériumok alapján történő korszerűsítési lehetősége a Magyar Honvédségnél”** című, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Üzemeltető Intézetén benyújtott jelen diplomamunka saját szellemi tevékenységem eredménye, az abban hivatkozott nyomtatott és elektronikus szakirodalom felhasználása a szerzői jogokra vonatkozó jogszabályoknak megfelelően történt, a benne foglaltak más személyek jogszabályban rögzített jogait nem sértik.

Budapest, 2018. április - n.

Sárai Róbert százados

FELHASZNÁLÁSI NYILATKOZAT

Név	Sárai Róbert százados
Kar	Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Intézet	Katonai Üzemeltető Intézet
Szak	Katonai üzemeltetés mesterképzési szak
A diplomamunka címe, elkészítésének éve:	Repülőgép karbantartó szervezet hatékonysági kritériumok alapján történő korszerűsítési lehetősége a Magyar Honvédségnél, 2018

I. Alulírott, mint a diplomamunka szerzője, a szerzői jog kizárólagos jogosultjaként hozzájárulok, hogy a dolgozatom teljes szövegének elektronikus változatát a Nemzeti Közszerológati Egyetem Egyetemi Központi Könyvtár és Levéltár által működtetett egyetemi repozitórium nyilvánosan szolgáltassa:

korlátlan hozzáféréssel (teljes nyilvánossággal, a világháló bármely pontjáról elérhetően)

korlátlan hozzáféréssel, embargó kikötésével (teljes nyilvánossággal év ... hó naptól, a világháló bármely pontjáról elérhetően)

korlátozott hozzáféréssel (korlátozott nyilvánossággal, egyetemi IP címről egyedi felhasználói azonosítóval)

korlátozott hozzáféréssel, embargó kikötésével (korlátozott nyilvánossággal év ... hó naptól, egyetemi IP címről egyedi felhasználói azonosítóval).

II. Alulírott, mint a diplomamunka szerzője, a szerzői jog kizárólagos jogosultjaként nem járulok hozzá, hogy a dolgozatom teljes szövegének elektronikus változatát a Nemzeti Közszerológati Egyetem Egyetemi Központi Könyvtár és Levéltár által működtetett egyetemi repozitórium nyilvánosan szolgáltassa.

III. Alulírott, mint a diplomamunka szerzője, a szerzői jog kizárólagos jogosultjaként **hozzájárulok** / nem járulok hozzá, hogy más személyek a diplomamunkában foglaltakat tanulmányaik, kutatásaik során – a hivatkozási előírások betartásával – felhasználják.

Budapest, 2018. április - n.

Sárai Róbert százados

A KONZULTÁCIÓKON TÖRTÉNŐ RÉSZVÉTEL IGAZOLÁSA

A hallgató neve: Sárai Róbert százados

A belső konzulens neve és beosztása: Dr. Kavas László alezredes, egyetemi docens

A témát kiadó önálló oktatási szervezeti egység neve: Nemzeti Közsolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Üzemeltető Intézet

Nevezett hallgató a 2017/2018 tanévben a diplomamunka készítésével kapcsolatos konzultációkon rendszeresen részt vett.

Az elkészített dolgozatot „*Repülőgép karbantartó szervezet hatékonysági kritériumok alapján történő korszerűsítési lehetősége a Magyar Honvédségnél*” címmel bemutatta, a dolgozat saját szellemi termék, plágium gyanúja nem merült fel.

A dolgozatnak a Záróvizsgálóhoz kapcsolódó bírálati eljárásra történő beadásával egyetértek.

Budapest, 2018. április .

Dr. Kavas László alezredes
docens

A diplomamunka bírálójának véleménye:

A Záróvizsga Bizottság véleménye: