

ÚJ TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA AZ ÜZEMBENTARTÁSBAN

A műszaki üzemeltetés a légi járművek üzemeltetési rendszerében különleges szerepet lát el. Ez az alrendszer hivatott biztosítani a légi járművek megfelelő műszaki színvonalát sajátos, szigorúan szabályozott műszaki tevékenységi rendszerével (ellenőrzések, alkatrészcsere, karbantartások, javítások, utánmunkálások). [1]

A kor korszerű technikai eszközeivel kapcsolatban szinte elkerülhetetlen, hogy szóba kerüljön az „állapot szerinti üzemeltetés”. Akár orosz, akár amerikai, vagy egyéb országokból származó haditechnikai eszközökről beszélünk, a marketing tevékenység során minden esetben kiemelésre kerül az üzemeltetési stratégia. Nincs ez másképpen a Gripen repülőgépek esetében sem.

Már a tervezés fázisában nagy figyelmet szentelnek annak, hogy a lehető legmagasabb megbízhatóság a lehető legalacsonyabb erőforrás felhasználással biztosítható legyen. Mindezt figyelembe véve a repülőgép és alrendszerei úgy kerültek kialakításra, hogy a gyártási tevékenység, az anyagok megválasztása szigorú minőségbiztosítási alapelvek alkalmazása mellett történik. Az üzemeltetés hatékonyságának növelését szolgálja a beépített biztonsági és diagnosztikai eszközök, továbbá a földi támogató rendszerek alkalmazása. Mindezeket figyelembe véve a repülőgépen és a földi támogató rendszerek között is széleskörűen elterjedtek a számítógépek és a korszerű diagnosztikai berendezések.

Az állapot szerinti üzemeltetés természetesen a Gripen esetében is azt jelenti, hogy bizonyos szerkezeti elemek üzemeltetése az adott berendezés meghibásodásáig történik. Például ilyenek klasszikusan az izzók, de a Gripen repülőgépen eltérően az eddig üzemeltetett repülőeszközöktől, a meghibásodásra figyelmeztető jelzőablókban alkalmazott fényforrások működőképessége folyamatosan monitorozásra kerül és meghibásodás esetén hibajelentést készül a feladat végrehajtását követően.

Ezen kívül számos szerkezeti elem esetében a kötött időtartamú, ledolgozott ciklus, vagy üzemidőt követő periodikus ellenőrzés kerül alkalmazásra.

A repülési feladatok végrehajtása során közel 3500 paraméter kerül rögzítésre a repülőgép fedélzeti számítógép rendszerében megtalálható két adatátviteli egység, egy digitális adatrögzítő tömegtáras egység (MMU¹) a tömegtár kazettával, (MMC²), valamint egy fedélzeti baleseti adatrögzítő egység (CSMU³). Ezen infor-

¹ MMU, Mass Memory Unit – Tömegtáras adatrögzítő egység.

² MMC, Mass Memory Cassette – Tömegtáras adatrögzítő kazetta.

mációk statisztikai feldolgozása (rendszerelés, elemzés kiértékelés) biztosítja az alapját az egyes szerkezeti elemek megfelelő megbízhatósági szintjének, valamint jellemző paraméter figyelésén alapuló üzemeltetésnek.

Az üzemeltetési koncepciók evolúciós folyamatában a számítógépes folyamatfelügyelt és kontrolált paraméterfigyelésen alapuló rendszerek töltik be a legelőkelőbb helyet, mely rendszerek a Gripenen széleskörűen alkalmazásra kerültek. A rendszerek kifejlesztése és alkalmazása nagymértékben emeli a bekerülés költségét a repülőeszközöknek, de mindezekért kompenzációt jelentenek az alábbiakban említésre kerülő és részletezett tényezők.

Műszaki technikai tényezők közül az automatikus fedélzeti rendszerek ellenőrző üzemi jellemző, mely segítségével csökkenthető az üzemeltetés élőmunka ráfordítása és növelhető a repülésbiztonság valamint a repülőeszköz működésének pontos és folyamatos nyomon követése.

Segítségével meghatározható a kritikus állapot bekövetkezésének időpontja és oka, segítségével lehetőség nyílik a földi kiszolgáló és támogató eszközök térfogatának és súlyának csökkentésére.

Humán erőforrásra kiható tényezők csökkentik a repülési feladatra történő előkészítés időszükségletét, így a repülőgép jobb kihasználtsági tényezővel rendelkezhet.

A hajózó személyzetet csak abban az esetben kap tájékoztatást a repülőgép rendszereinek állapotáról, ha azt szándékosan kezdeményezi, vagy ha a repülésbiztonságra kihatással bíró meghibásodás következik be;

Az úgynevezett „piros vonalon” csökkenti a magas képzettségű műszaki személyzet szükségletét, mivel a hibaanalízis egy meghatározott algoritmus szerint elvégezhető alacsonyabb képzettségű személy által.

FÖLDI KISZOLGÁLÓ ESZKÖZÖK (GSE⁴), ÉS A TÁMOGATÓ RENDSZEREK

A földi kiszolgáló eszközök úgy kerültek kifejlesztésre, hogy azokat viszonylag kis számú személyzet képes legyen mozgatni, illetve hadműveleti alkalmazás esetén légi úton is könnyen szállíthatóak legyenek.

Kritikus és nagyméretű elem a földi energiaellátó és hűtőlevegő termelő egység. Ennek szállítása közúton vagy vasúton biztosítható. Az alkalmazása azonban kompromisszumosan mellőzhető, hiszen az indító és segédhajtómű nem rendelkezik olyan szűk üzem és ciklusidő paraméterekkel, mint a Mig-29 típusú repülőgép indítóhajtóműve.

³ CSMU, Crash Survivable Memory Unit – Fedélzetei baleseti adatrögzítő egység.

⁴ GSE, Ground Support Equipment – Földi kiszolgáló berendezések.

A műszaki kiszolgálás viszonylag kis számú mérő és ellenőrző berendezést tartalmaz, hiszen a beépített önellenőrző rendszer nagyon sok olyan funkciót átvesz, amelyeket korábban költséges tesztberendezésekkel lehetett végrehajtani. A korábban üzemeltetett típusok esetében számos ellenőrző berendezés hitelesítése, javítása, karbantartása további terheket rótt a rendszerre és jelentős erőforrásokat vont el. Jelenleg is komoly feladatot jelent a Mig-29 típusú repülőgépek kiszolgálási rendszerébe tartozó MOBIL KOMPLEX kocsik javítása, hitelesítése.

A Gripen repülőgép kiszolgálási rendszere az üzemanyag kezelés kivételével mellőzi gépjárműre telepített aggregátokat, folyadék és gázutánpótlást biztosító rendszereket.

Az összes eszköz, ami a repülőgépek repülési zónában történő kiszolgálásához szükségeltetik egy egytengelyes utánfutón került készletezésre. A speciális kenőanyagok feltöltéséhez szükséges eszközöket egy ember képes mozgatni és nem igényelnek elektromos, vagy túlnyomásos energiaforrást a rendszerek feltöltéséhez. A speciális gázok (oxigén, nitrogén) feltöltésére egypalackos rendszerek szolgálnak.

Minden nehezebb rendszerem a kézcicsörlők segítségével mozgatható, még az RM-12-es hajtómű is melynek mozgatásához 3 csörlő elegendő. Ugyanazon csörlők kerülnek felhasználásra a fegyverzet, póttartály függesztéséhez, illetve a hajtómű és segédhajtómű ki beépítéséhez.

A sűrített levegő előállításához egy kompresszor, illetve egy reduktor, töltő egység kerül alkalmazásra.

Az oxigénpalackok feltöltésére pedig egy folyékony oxigénből 300 bar nyomást előállító egység alkalmazható. Itt kiemelném, hogy a repülőgép fedélzeti oxigénigényét az (OBOGS⁵) (On Board Oxygen Generation System) fedélzeti oxigén előállító rendszer biztosítja. Ebből adódóan a szinte minden feladatot követő oxigéntöltés gyakorlata itt megváltozott és csak alkalmanként válik szükségessé a tartalék oxigénpalack töltése.

TÁMOGATÓ RENDSZEREK

A támogató rendszerekhez sorolnám mindazokat a szoftveralapú rendszereket, amelyek a műszaki munkavégzést egyszerűbbé, átláthatóbbá és a folyamatok kézbevitelét lényegesen kisebb számú adminisztratív személy segítségével biztosítják.

A támogató rendszerek meghatározó eleme a DIDAS rendszer, mely közvetlenül még nem hozzáférhető a magyar műszaki állomány részére, mivel teljesen svéd nyelven tartalmaz adatokat és a rendszeren keresztül látható a svéd anyagi technikai

⁵ OBOGS, On Board Oxygen Generation System – Fedélzeti oxigén előállító rendszer.

biztosítási rendszer aktuális kondíciója. Minősített információkat tartalmaz, így azokat jelenleg a hazánkban tartózkodó svéd állomány kijelölt tagjai kezelik és biztosítják a szükséges információkat a századszintű üzemeltetési rendszert támogató PRIMUS rendszer részére, ahonnan a ciklusonkénti adatfrissítés alapján kiolvashatók az üzemeltető alakulat napi, heti feladatai repülőgépekre lebontva.

A DIDAS nyomon követi a nem csak a repülőgépre felépített berendezések adatait hanem a földi kiszolgáló eszközök szervizciklusait, hitelesítési időpontjait is. A repülőgépek üzemeltetési ciklusait, az időszakosan illetve a ledolgozott üzemidőt követően végrehajtandó munkákat az üzemeltetést támogató számítógépes rendszerből lehet kinyerni. A hosszabb távú üzemeltetési feladatok a DIDAS rendszer segítségével, a rövidebb távú üzemeltetési feladatok a PRIMUS rendszerből tölthetők le. A DIDAS szervere Arabogában található a terminálok pedig hozzáférhetőek, mind a beszállítói civil ipari háttér technikai biztosítást támogató részlegei számára, mind pedig a Svéd Hadsereg anyagi technikai biztosításában szerepet játszó szervezetek részére. Repülőműszaki területeken a PRIMUS rendszer hozzáférhető az üzemeltető századok szintjén és a repülő- mérnök műszaki vezetés szintjén is. Természetesen mindkét rendszer minősített információkat tartalmaz a technikai eszközök állapotára vonatkozóan, ezért a terminálok elhelyezésére és az operátorok minősítésére, hozzáférési szintek meghatározására szigorú előírások vonatkoznak. A DIDAS, PRIMUS rendszerek nyomon követik a repülőgépre felépített berendezéseket, az azok által ledolgozott üzemidőket, ciklusokat, naptári terminusokat és folyamatosan összehasonlítják azokat az egyes részlemre meghatározott élettartamhatárokkal. Az időszakosan letöltött feladat listában „service package” pedig feltüntetésre kerül, hogy az elkövetkező időszakban milyen karbantartó tevékenységet kell végrehajtani. A rendszer automatikusan nem figyelmeztet, minden egyes repülőgépre időszakosan le kell tölteni a „szervizcsomagot”, melynek letöltése az üzemeltető század feladata.

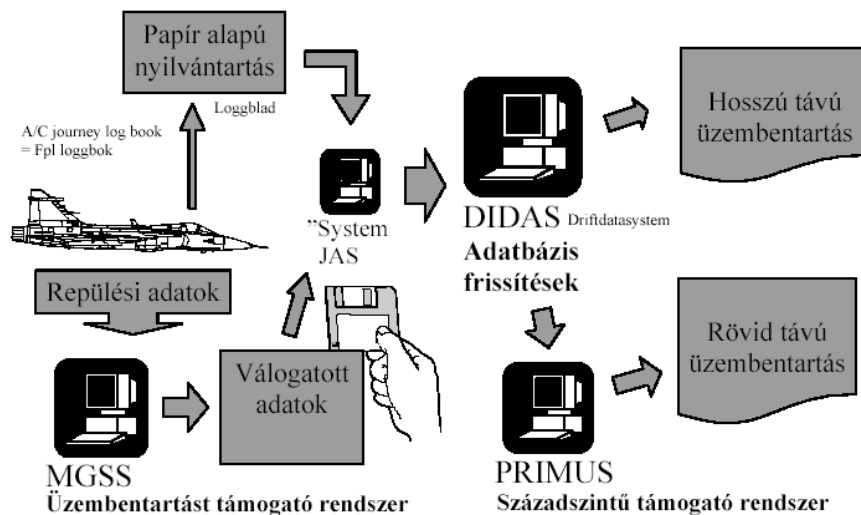
A számítógépes támogató rendszer által szolgáltatott információ megtalálható a típus üzemeltetési dokumentációjának részlemét képező elektronikus formátumú Repülőgép Üzemeltetési Tervében (AMP⁶). Támogató rendszerekhez sorolható még a kiadványok, műszaki leírások, szakutasítások, dokumentációk összessége, melyek digitalizált formában is elérhetők (Digital Maintenance Plan).

A Gripenek elektromos rajzalbuma (ELDIS⁷), szintén nemcsak a megszokott dokumentum formában, hanem elektronikus úton is használható, melyben akár egyetlen csatlakozási pont megadásával is lehet keresni.

A raktárkészletek kezelésére és amennyiben a raktárkészlet egy meghatározott szint alá csökken abban az esetben utánrendelésre szolgál az (UE/F⁸) rendszer.

⁶ AMP, Aircraft Maintenance Plan – Repülőgép üzemeltetési utasítás.

⁷ ELDIS, El Ledningsdata Informations System flugplan 39 – Repülőgép elektromos rendszer adatbázis.



1. ábra. A támogató rendszerek kapcsolati vázlata

Műszaki kiképzésre és a repülőgép rendszerei működésének szimulálására szolgál a (GMS⁹) rendszer, amelyben virtuálisan nyomon lehet követni a rendszerek működését bizonyos beavatkozások hatására. Például a hajtómű indítását, tüzelőanyag kifogyasztás folyamatát, sőt repülés közben a repülésvezérlő rendszer működését. A rendszer működése 3 db monitoron követhető nyomon, ahol természetesen lehet választani egy adott kijelző felület kinagyítása, rendszerek sematikus vázlata, valamint a teljes repülőgép vezető fülke között. [2]

Az üzembentartó század szintjén a repülőgépek kiszolgálása nem igényli azt a szakági specializációt, ami napjainkig megszokott a Magyar Honvédség repülőcsapatai működésében. A típus átképzés során sem kerülnek megkülönböztetésre és kiemelésre a szakági ismeretek. Minden „technikus” ugyanazt az ismeretanyagot sajátítja el mind elméletben mind gyakorlatban, amely ismeretanyag feljogosítja őt arra, hogy a műszaki szakutasításokban technológizált munkafolyamatokat elvégezze. Ez a gyakorlatban szigorúan a repülőgép üzembentartási tervének (AMP) követését és abban előírt munkák elvégzését jelenti.

A repülőgép rendszerei nem a klasszikus Sárkány-hajtómű, Elektromos Műszer Oxigén, Rádió, Lokátor és Fegyver szakágak szerint kerülnek osztályozásra, hanem a rendszerek működése, úgynevezett Material Group-k (MG) szerint.

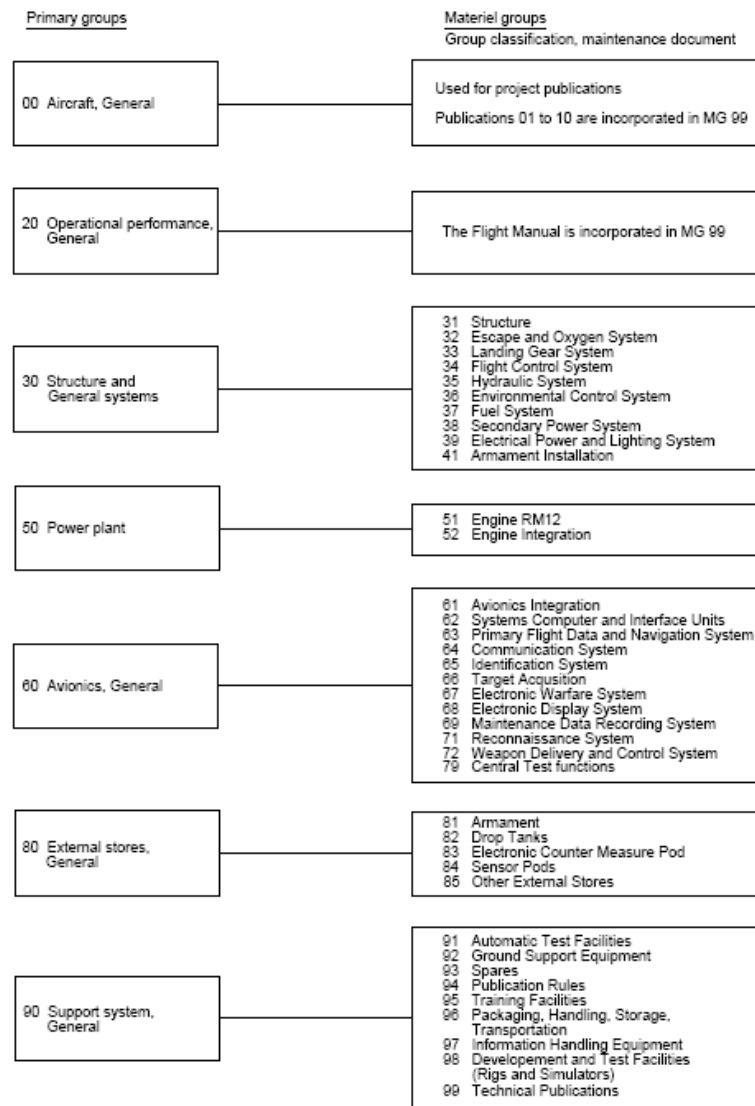
Természetesen az előzőekben említett „specializálódás” csak a repülések kiszolgálása során nem jelentkezik közvetlenül, azonban a repülőgép üzemeltetése megkövetel-

⁸ UE/F, Utbytes Enhet/Flygvapnet – Készletgazdálkodást támogató rendszer.

⁹ GMS, General Modular Simulation System – Repülőgép rendszer szimulátor.

li, hogy a svéd terminológia szerinti úgynevezett „specialistákat” alkalmazzunk. E szerint nálunk is szükséges katapult, kerékszerelő, kompozit javító, boroszkópos stb. szakemberek képzése, a különbség csak annyi, hogy valamennyiüknek a gyártó által minősített tanfolyamokon kell megszerezni a tudásukat.

Hangsúlyozni kell, hogy a fenti képességekre alapvetően nem a repülések során végzett rutinműveletek során van szükség, hanem főként a javítások során, esetleg az időszakos munkáknál.



2. ábra. A Gripen repülőgép rendszereinek osztályozása

A fentiekből következően, repülések közvetlen kiszolgálása valóban igényelhet kisebb létszámú személyzetet, mivel a kiszolgálás szinte lekorlátozódik a folyadékokkal és egyéb anyagokkal, eszközökkel történő feltöltésre, mivel a beépített önellenőrző rendszer folyamatosan felügyelet alatt tartja a repülőgépet. Amennyiben a megelőző repülési feladatról a repülőgép úgy érkezett vissza, hogy a beépített önellenőrző rendszer ne tárt fel meghibásodást, úgy a repülőgép rendszerei üzemképesnek tekintendők, és nem kerül végrehajtásra úgynevezett „meleg” ellenőrzés.

A BEÉPÍTETT ÖNTESZT

A beépített önellenőrzés funkciót a rendszerszámítógépben (System Computer) lévő program felügyeli és gyűjti a rendszerektől érkező állapotjeleket, melyek itt kerülnek értékelésre és összegzett formában jelentésre az alkalmazó részére.

A beépített önellenőrző rendszer az úgynevezett „Safety Check” (SC) lehet automatikus, vagy kézi indítású. A rendszerek elektromos táplálásának felkapcsolásakor minden esetben végrehajtásra kerül egy beépített teszt, amely során ellenőrzésre kerül a rendszer elemeinek működőképessége, illetve az összeköttetés a perifériákkal. Amennyiben valamely rendszerelem meghibásodása feltárárra kerül a beépített önkontrol segítségével úgy a rendszer meghibásodása a repülőgépvezető fülke központi kijelzőjén „Central Display-n” kerül kijelzésre.

Az ellenőrzés egy összegzett státuszjelentéssel zárul, mely szerint a repülőgép a repülési feladat végrehajtására alkalmas „Safety Check OK”, vagy a rendszer meghibásodást észlelt „Mission Critical Fault” esetleg a repülés biztonságra kihatással bíró hiba üzenet jelenik meg „Flight Safety Critical Fault”.

A funkció ellenőrzés „Function Check”(FC) egy adott rendszer működőképességének ellenőrzését hajtja végre ahol már nem csak a rendszerelemek állapotjelei, illetve a perifériák közti kapcsolat megléte alapján kerül minősítésre a rendszer, hanem vizsgálójelek alapján, a rendszerelemek valós működésének elemzése révén.

A hibabehatárolás „Fault Isolation” (FI) amennyiben a SC vagy a FC során meghibásodást tárt fel a teszt rendszer, úgy a hibabehatárolás almenüben bináris, illetve hexadecimális formában kiolvashatóak azok a rendszerparaméterek, amelyek segítségével a meghibásodott rendszerelem viszonylag nagy pontossággal behatárolható. Továbbá ez a funkcióajánlásokat tesz a cserélendő berendezésre.

A repülési feladat befejezését követő állapotjelentés a „Quick Report” (QRPT) a repülőgépvezető és a műszaki személyzet részére csak státusz információkat és ciklusparamétereket közöl. Jelzi, hogy volt-e meghibásodás a repülési feladat során, vagy sem, illetve a repülőgép milyen tartalékokkal rendelkezik bizonyos ellenőrzések, műszaki munkák elvégzéséig. (Gépgyű karbantartás, memória kapacitás stb.)[3]

A repülési feladat során bekövetkezett meghibásodások hibaellenőrzési funkcióval „Fault Report” (FRPT), a beépített önellenőrzés (SC) során feltárt meghibásodás okát lehet leszűkíteni akár egy egy cserélendő alkatrészre is.

A kódok kiolvasását követően a meghibásodott rendszerelem nagy pontossággal behatárolható.

A rendszerfelügyelet „Function Monitoring” (FM) csak a különböző rendszerek állapotjeleit figyelni és annak függvényében, hogy a meghibásodás milyen hatással lehet a repülőgép üzemelésére, működteti az alábbi figyelmeztető rendszereket:

- veszélyre figyelmeztető lámpa;
- figyelmeztető tábló;
- szöveges figyelmeztetés a kijelzők valamelyikén;
- szóbeli figyelmeztetés a kommunikációs rendszeren keresztül.

A fentebb ismertetett tesztrendszer, mutat némi hasonlóságot a Mig-29 típuson alkalmazott EKRÁN rendszerhez képest, de ott egy operátornak szigorúan meghatározott tevékenységi sorrend szerint kell kiszolgálnia a rendszert és bizonyos fázisok végrehajtása az operátor feladata, ami esetenként szubjektív tényezőket is tartalmazhat. A Gripen esetében a tápfeszültség és a rendszerek felkapcsolását követően a beépített önellenőrzés automatikusan végrehajtásra kerül. Jelentős különbség van továbbá az ellenőrzés végrehajtási időszükséglete között a Gripen javára. A kijelző felület a Mig-29 esetében egy alumínium réteggel bevont műanyag fólia, melybe a kijelzett szöveg elektrolgalvanikus úton kerül felírásra és hátsó megvilágítás segítségével kijelzésre.

EКPАН ГОДЕН = SC FLIGHT SAFETY OK

Meghibásodás esetén a Mig-29 esetében teljesen hasonló a figyelmeztető rendszerek felépítése, de míg a Mig-29 esetében csak az EKRAN kijelző, illetve a táblók szolgálnak a hiba kijelzésére, addig a Gripen esetében ezen információ a 3 darab színes kijelző közül bármelyikén megjeleníthető, valamint egy további monochrom kijelző is igénybe vehető. A Gripen esetében ez a funkció tovább bővül a egy szolgáltatással, ahol a hiba bekövetkeztét követően a repülőgépvezető információt kérhet a rendszertől „Flight Assistace” a további eljárásrendre vonatkozólag.

KÖVETKEZTETÉSEK

Összességében elmondható, hogy az „Új évszázad-Új technológia” már nem kopogtat az ajtónkon, hanem megérkezett a Magyar Honvédség üzembentartási rendszerébe, ahol az új rendszerek magas fokú integráltsága és számítógépes felügyelete a napi gyakorlatban sok olyan képességet is kíván a használatól

melynek megszerzése esetenként szemlélet és gondolkodásbeli változtatásokat is követel. Olyan személyek munkáját igényli, akik összefüggéseiben átlátják a rendszereket, azok kapcsolódási felületeit és az egymásra gyakorolt hatásukat. Napjainkban ahhoz, hogy valaki jó „repülőműszaki szakemberré” váljon, készségi szinten alkalmaznia kell a kiszolgálást támogató rendszereket, illetve komplex módon kell kezelnie a rendszerek közötti összefüggéseket. El kell fogadnia, hogy a repülőeszközök üzemeltetésében támaszkodnia kell a támogató rendszerek adta lehetőségekre és a gyártói előírásoknak megfelelően követnie kell a „kötelezően” előírt tevékenységi rendet.

Az üzemeltetésben résztvevő személyekre gyakorolt hatások közül ki kell emelni, hogy a rendszerek moduláris felépítése, fejleszthetőségük, informatikai függőségük, az új anyagok (kompozitok), valamint ezek együttes hatása a környezetre új kihívásokat jelent számukra, melyet nagyon nehéz összehasonlítva a „hagyományos” rendszerrel elfogadni és alkalmazni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr Rohács József-Simon István: Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve. Bp. Műszaki könyvkiadó 1986.
- [2] AMP 69 - Maintenance Data Recording System (Üzemeltetési adatokat rögzítő rendszer).
- [3] DDP:V1 Detailed Description Publication - Maintenance Data Recording System (Üzemeltetési adatokat rögzítő rendszer)- Test Functions (Ellenőrzési formák).