

BEVETÉSI ÚTVONAL

MISSION TRAJECTORY

FEKETE Csaba Zoltán
(ORCID: 0000-0002-1181-8276)

fekete.csaba@uni-nke.hu

Absztrakt

A Mission Trajectory (MT) az Egységes Európai Égbolt Légitforgalom Szervezési Kutatások (SESAR) egyik jelentős fejlesztése a 4D légitforgalom kezelés megteremtése érdekében. A speciálisan katonai feladatokat végrehajtó légijárművek közös légtérbe történő integrálásának feltétele a közös alapokra épülő szemléletmód a légtér felhasználás elveinek területén. Az új légitforgalmi rendszerben a katonai – polgári repülések közös légtérbe történő illesztésének alapköve a Mission Trajectory. A szerző bemutatja az MT koncepció alapjait, a kapcsolódó légitforgalom szervezési eljárásokat. Ismertetésre kerülnek a kapcsolódó technikai rendszerek, eljárások, melyek elősegítik az MT megvalósítását. A szerző áttekinti az MT hazai integrációjának lehetőségeit, feltételeit a jelenleg működő polgári-katonai légitforgalom szervezési rendszerben.

Kulcsszavak: légitforgalom szervezési rendszer, Egységes Európai Légtér, katonai légitforgalmi rendszer, kutatás, mission trajectory

Abstract

Mission Trajectory (MT) is a major development of the Single European Sky ATM Research (SESAR) to provide 4D air traffic management. The integration of aircrafts fulfilling special military tasks into the common airspace needs a common approach based on the principles of airspace utilization. The cornerstone of combining military-civil aviation is the Mission Trajectory concept. The author presents the basics of the MT concept, related air traffic management procedures. The related technical systems and procedures that promote the implementation of the MT are described in this article. The author reviews the possibilities and conditions of the domestic integration of MT in the current civil-military air traffic management system.

Keywords: air traffic management system, Single European Sky, military air traffic management, research, mission trajectory

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.05.29.
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2017.07.05.

BEVEZETÉS

Az Egységes Európai Égbolt koncepció[1] 2004-es elindítása okán a kezdeményezésben résztvevő felek a modern európai légtér megteremtésének céljából már a kezdetektől fogva partnerként hívták a tagállamok légierijének döntéshozó szervezeteit, személyeit, mivel felismerték, hogy a katonai repülések közös polgári – katonai rendszerbe történő integrálása nélkül nem valósítható meg az eredeti egységes légtérfelhasználás koncepciója. A megalakuló SESAR munkacsoportokban a katonai felek integrálása megkönnyíti a kutatások és fejlesztések végrehajtását, mivel tényleges elvárások érkeznek a fegyveres erők részéről a jövőbeni légtérszerkezettel, illetve műveleti feladatok végrehajtásának elveivel kapcsolatban. Az Eurocontrol[2] segítségével polgári felek ennek hatására a kooperatív kutatások során egyértelmű eljárásokat, egységes rendszerű tervezeteket tudnak felajánlani a katonai fél számára, aki világosan megfogalmazta 2005-re a jövőbeni igényeit a légtérfelhasználással kapcsolatban, segítve ezzel a kutatásokat.

EUROPEAN MASTER PLAN - KATONAI SZEMMEL

A légiközlekedés polgári képviselői, nemzetközi szervezetei felismerték, hogy a katonai fél által végrehajtott repülések nemcsak a számukra kijelölt TRA¹/TSA-kon² belül kerülnek végrehajtásra, hanem kontinenseken átnyúló katonai feladatokat is végrehajthatnak a polgári légterekben, mint például a légi szállítás. Ezt a tényt figyelembe véve, a légiközlekedésben vezető szerepet betöltő szervezetek elvárják, illetve ösztönzik a katonai fél részvételét már a kutatási fejlesztési programok kezdeti, tervezési fázisában is.

A műveleti repülések harmonizációja a polgári, GAT³ repülések harmonizációjával feltétlenül szükséges, hiszen bizonyos különleges esetek kivételével a légiközlekedés összes résztvevője egyenlő bánásmódban, illetve kezelésben részesül. A harmonizáció alapvető feltétele a fedélzeti berendezések megléte az állami légijárművek fedélzetén, hogy ugyanazon repülési eljárásoknak, kommunikációs kritériumoknak meg tudjanak felelni, mint a polgári légijárművek. Ilyen követelmény lehet a megfelelő frekvenciasávokkal rendelkező rádió, vagy az EURO RVSM⁴ légtérben történő üzemelés képessége. Jelenleg a legtöbb polgári elvárás, illetve előírás alól mentesül a műveleti légiforgalom, de a folyamatosan korszerűsödő légiforgalom megköveteli az állami fél részéről is a szabályoknak történő megfelelést. Ennek érdekében az érdekelt felek között szerepel az EASA, az Európai Védelmi Ügynökség, valamint európai szövetségesei révén a NATO egyes szakbizottságai.

A SESAR[4] program, mint az Egységes Európai Égbolt kezdeményezés technikai pillére kiemelkedő fontosságú projekt az európai légiközlekedés számára mind polgári, mind katonai szempontból. A SESAR programnak óriási hatása lesz katonai és polgári légiközlekedés egész rendszerére. A kitűzött célok elérése érdekében a feleknek legjobb képességeit kell felmutatnia.

A SES bevezetése és az interoperabilitás megteremtése nagy hatással lesz a katonai rendszerekre és eljárásokra. A várható hatások között szerepel a fejlett rugalmas légtérfelhasználás, a FAB⁵ –ok létrehozása, és a légi útvonalon repülő műveleti légiforgalom számára nyújtott szolgáltatások megváltozása. Az európai hadseregek már a SESAR[4][5][6] program kezdete óta tagjai a kutatásnak az Eurocontrol Katonai ATM Bizottsága lévén, ugyanakkor a szakértők részvétele ezen a területen korlátozott volt, ami csak csekély rálátást és ismertséget biztosított a tagállamokban, kiváltképpen a legmagasabb körökben. 2010 óta az Európai Vé-

¹ TRA: Temporary Restricted Area: Időszakosan Korlátozott Légtér

² TSA: Temporary Segregated Airspace: Időszakosan Elkülönített Légtér

³ General Air Traffic - általános célú légiforgalom (ICAO szabályok szerint végrehajtott repülés)

⁴ Reduced Vertical Separation Minima - csökkentett függőleges elkülönítési minimum

⁵ FAB: Functional Airspace Block: funkcionális légtérblokk.

delmi Ügynökség, valamint az utóbbi időben az Európai Unió Katonai Bizottsága is részt vesz a programban annak érdekében, hogy tagállamaik legfelsőbb szintű vezetőit is a részvételre buzdítsák. Összehasonlításképpen, a program jelenlegi szakaszában több mint 3000 polgári légiközlekedési szakember dolgozik a 300 megvalósítandó technikai fejlesztésen. A katonai fél figyelmének felkeltése és szakértelmének bevonása céljából Az Eurocontrol létrehozott egy Katonai Szerepvállalási Tervet (MEPS - Military Engagement Plan) a SESAR keretein belül. Jelenleg hat nemzet vesz részt a tervben, több mint 100 rész munkaidős szakértővel. Kivételes teljesítmény a program elfogadottsága: minden európai állam részt vesz az Egységes Európai Égbolt projektben, beleértve az államok hadseregeit is. A katonai részvétel azonban nem önzetlen: A SESAR fejlesztése és rendszerbe állítása rendkívül fontos a műveleti repülések szempontjából, hiszen ez szavatolja a légtér katonai célra, és gyakorlatokra történő jövőbeni folyamatos igénybevételét.

KATONAI ELVÁRÁSOK A SESAR PROGRAMMAL KAPCSOLATBAN

A széleskörű katonai teljesítmény és telepítési igények megfogalmazásra kerültek a közösen elfogadott ATM Főtervben, és integrálásra kerültek a különböző ütemtervekben. A következő katonai igények mégis a 2009-es ATM Főterv frissítési folyamatához vezettek:

- *A katonai feladatok hatékonyságának megőrzése:* A katonai feladatok hatékonyságát a SESAR program nem csökkentheti, ellenkezőleg, a cél inkább annak hatékonyságát növelni a bevezetett eljárások segítségével
- *Civil-katonai interoperabilitás a legalacsonyabb költségekkel:* Civil-katonai interoperabilitást lehetővé tevő fejlesztéseket oly módon kell végrehajtani, hogy az a tagállamok Védelmi Minisztériumainak költségvetéseiben a lehető legkisebb költséget okozza;
- *A légtérigénylés a Mission Trajectory elgondolással:* A légtérigénylés egyszerűbbé válik, vagy legalább is nem lesz bonyolultabb, mint napjainkban. Természetesen az állami légtér szuverenitásának biztosítása érdekében a műveleti repülések teljes prioritást élveznek, amennyiben az indokolt. A katonai kommunikáció és a továbbított adatok titkosítása is engedélyezett, ahol az szükséges.
- *Jobb légtérkezelés a Továbbfejlesztett Rugalmas Légtérfelhasználás segítségével (AFUA - Advanced Flexible Use of Airspace):* A légtérhez történő jobb hozzáférés az összes felhasználó számára előnyöket jelent, ám ez a folyamat nem lehet egyoldalú, mindenkinek egyformán kell élveznie az előnyöket.
- *Az azonos szintű teljesítmény felismerése:* a katonai kommunikációs, navigációs és felderítő eszközök teljesítménye általában felülmúlja a hasonló polgári berendezések teljesítményét, ám biztonsági okokból nem mindig sikerül bizonyítani, milyen képességekkel bírnak ezek az eszközök. Az ilyen esetek elkerülése miatt ezért le kellene cserélni a katonai berendezéseket polgárilag minősített berendezésekre, amik esetleg rosszabb paraméterekkel bírnak. Ez a megoldás viszont költséges és ellentétes eredményt hozna a kezdeményezés céljával.

A katonai fél műveleti hatékonyságának javítását célzó és az azokat támogató alapvető műszaki eljárások meghatározásánál a katonai ATM rendszer illetve hálózat teljesítménye a meghatározó, amely magában foglalja a katonai légiforgalomról szóló adatok összehangolt elosztását minden légtérfelhasználó számára.

A katonai ATM igények az úgynevezett „mission trajectory” elgondolással kerülnek kielégítésre, mely magában foglalja bármely katonai, vagy kormányzati szerv által tervezett és végrehajtott repülés ATM igényeit. A hálózati teljesítmény optimalizálásának alapfeltétele, hogy az üzleti és műveleti útvonalak előrejelzésének biztosításához a légtér adatokhoz mind a

polgári, mind a katonai félnek szabad hozzáférése legyen. Ezt az elvárás csak a polgári- katonai ATM/CNS rendszerek legmagasabb fokú együttműködésével érhető el.

Ennek az együttműködésnek a megteremtése a katonai rendszerek sokszínűsége és az elhúzódo közbeszerzési eljárások miatt a katonai fél számára hosszabb időt vesz igénybe, egyúttal a legfontosabb feladat számukra, hogy megfeleljenek az egyre szigorodó európai szabályozásnak. Másik fontos feladat a műveleti repülések (OAT - Operational Air Traffic) szabályainak harmonizációja helyi, regionális, és hálózati szinten. Ezek a fejlesztések közvetlenül szolgálják a rendelkezésre álló légterek hatékonyabb kihasználását és felgyorsítják az integrált útvonal kezelési eljárások bevezetését.

Ezen túlmenően, további szabályozásoknak megfelelően folytatni kell az állami légijárművek 8.33 kHz-es csatorna-kiosztású rádióval történő ellátását, az S-módú tranzponderek bevezetését, és más képességek fejlesztését is, mint például az ADS-B adatlánc kiépítését az állami teherszállító légijárművekre. Egyéb, fontos követelmények, mint az RVSM képesség meglétét, TCAS használatát, vagy az FM sávú rádiók interferencia kiszűrő képességének alkalmazását nem írja elő jogszabály az állami légijárművekre, de erősen ajánlott megfelelés a felsorolt követelményeknek, hiszen a kivételek alkalmazása növeli a repülésbiztonsági kockázatot, és a légiforgalmi irányító személyzet munkaterhelését is. A földi kiszolgáló infrastruktúra tekintetében az internet protokoll alapú, hálózati megoldáson alapuló rendszerekre történő áttérés (pl.: PENS – Pan-European Network Services - Pán-Európai Hálózati Szolgáltatás⁶), és az AFTN rendszerről az Légiközlekedési Üzenetkezelő Rendszerre (Aviation Message Handling System - AMHS) történő átállást már a SES jogi szabályozásban szeretné fogantatosítani. A normálistól eltérő jogrendi állapot idején békeállapottól eltérő repülési szabályok is fogantatosíthatóak, ezért megalakításra került az EACCC, az Európai Légügyi Krízis Koordináló Csoport, melynek feladata a konfliktusok és háborús helyzetek idején a légterek koordinálása a katonai és polgári felhasználók között. Jó példa erre a Líbiai háború, mely jelentős hatással volt az európai légtérkezelő hálózat működésére is, a különböző katonai légi útvonalak, illetve polgári légijárművek részére kialakított tiltott légterek létrehozásával. A 2001. szeptemberi terrortámadáshoz hasonló merénylet, vagy egy esetleges kiber támadás is jelentősen befolyásolná a légiforgalmi hálózat működését.

Az új légiforgalmi rendszerbe történő átállást katonai szempontból 3 fő részre bonthatjuk. Az első és legfontosabb feladat, hogy a műveleti repülések módszereiről megtörténjen a váltás a „Mission Trajectory” módszerre, ami egy idő alapú művelet (Time Based Operation), és a 4D útvonaltervezéshez kapcsolódó eljárás. A módszer bevezetéséhez alapvető szükséglet az útvonal adatok valós idejű megosztása, az elkülönített légterek használatának közös, polgári-katonai szabályozása, és az ASM, légiforgalmi irányítói és az ATFCM integrációja.

E feltételek létrejötte nagyban hozzájárul majd az Európa felett létrehozásra kerülő OAT tranzit szolgáltatás működtetéséhez, a változó profilú légterek, valamint az új útvonal tervezési eljárások bevezetéséhez. A katonai és polgári ATM rendszerek fokozatos integrációjának segítségével megszüntethető a földi kiszolgáló infrastruktúra széttagoltsága, és lehetővé válik annak költséghatékony átszervezése mindkét fél számára. A műveleti repülési tervek feldolgozási folyamatainak Európában azonos módon kell majd történnie, amihez a SESAR biztosít majd technikai és hálózati infrastruktúrát.

A minősített katonai, légi műveleti adatok megfelelő kezelésének bevezetése, és a katonai ATM/CNS illetve a polgári IP-alapú hálózatok közötti adat-összeköttetés megvalósítása nagyban hozzájárul a jövőben a kétoldalú információcseréhez és az interoperabilitás megteremtéséhez.

Annak érdekében, hogy a katonai teherszállító flotta használhassa majd Európa nagy forgalmú repülőtereit, a műveleti repülést végrehajtó gépek fedélzeti elektronikájának meg kell

⁶ Föld-föld viszonylatú, IP alapú légiforgalmi kommunikációs hálózat

felelnie a 4D útvonaltervezés kiinduló CNS⁷ követelményeinek. A követelmények közé tartozik a repülési parancsok fedélzetre / fedélzetről történő adatkapcsolaton keresztül történő továbbítása (CPDLC⁸), valamint a megfelelő szintű automatikus fedélzeti és pályaadatokat továbbító rendszer (ADS-B, ADS-C), és a fejlett repülésvezérlő rendszer (FMS - Flight Management System) meglétét.

A katonai flották egyéb légi járművei számára pedig SES szabályozás bevezetésének tárgyát képezheti a navigációs pontosság növelése, mint például az RNP-1⁹, ami alól esetlegesen kivételt kaphatnak az állami légi járművek, ha képesek demonstrálni hasonló szintű navigációs teljesítményük meglétét.

A következő két lépcsőfok a katonai légiforgalom teljes, polgári katonai integrációjához az útvonal illetve teljesítmény alapú műveletek képessége. A repülési eljárások során a végrehajtásra vonatkozó felelősség fokozatosan áttevődik a légiforgalmi irányítóról a légi jármű személyzetére. Ez a módszer leginkább a teherszállító flotta személyzetét fogja érinteni, míg a többi légi jármű továbbra is földi irányításban részesül majd, a légiforgalmi rendszerbe történő integráció megkönnyítése céljából. A dinamikus légtérrendszer bevezetéséhez nagyban hozzájárul majd a gyorsan változtatható és térben áthelyezhető TSA-k, illetve TRA-k rendszere is, melyek segítségével optimalizálni lehet a nagy forgalmú repülőterek fogadóképességét, miközben a katonai (gyakorló) feladat végrehajtása sem szenved csorbát.

A „Business Trajectory” (üzleti, polgári) és a „Mission Trajectory” (katonai) útvonaltervezés együttműködő tervezéséből adódóan a SWIM alkalmazások száma ugyan nőni fog, de ezek kedvező hatással lesznek a légi műveletek tervezéséhez és irányításához szükséges földi berendezések technológiai színvonalára és teljesítményére is. További járulékos haszon, hogy minden légi jármű profitál a rendelkezésre álló légterek, irányítási kapacitások újraelosztásából, ez alatt értve a transzponder és repülési pályaadatok cseréjét, valamint az ezek segítségével megvalósított újfajta navigációs és elkülönítési eljárásokat. Távlati célként a katonai bevetés irányító rendszereknek képesnek kell lenniük a 4D-s útvonaladatok feldolgozására, a velük történő együttműködésre.

Célszerű egy közös, katonai –polgári szabvány- és tanúsítási rendszer létrehozása, mely segítségével rugalmasabbá és nem utolsósorban költséghatékonyabbá lehet tenni a bevezetésre kerülő hálózat hatékonyságát.

A katonai légi járművek SWIM¹⁰ rendszerbe történő integrációjának előfeltétele a katonai –polgári fél között történő védett levegő-föld adatcsere megvalósítása, a műveleti érdekek szem előtt tartásának biztosítása érdekében.

A SESAR program természetesen a katonai fél költségeivel is jár. A program definíciós szakasza óta nem került felülvizsgálatra a katonai kiadások mértéke, miközben szemmel látható, hogy az alapvetően szükséges műveleti változtatások jelentősen átalakítják a „Mission trajectory” bevezetéséhez szükséges, jelenlegi földi infrastruktúra túlnyomó részét.

⁷ Communication, Navigation, Surveillance – kommunikáció, navigáció, felderítés (légtér)

⁸ Controller-Pilot Data Link Communication - irányító - pilóta közötti adatkapcsolati kommunikáció

⁹ Requested Navigational Performance - Megkövetelt Navigációs Pontosság (Tengeri mérföldben kifejezett pontossági határérték, amely megadja, hogy a repülés végrehajtás során a légi jármű a tervezett repülési helyzetéhez viszonyítva, a repülési idő legalább 95%-ában ezen távolsági értéken belül repüljön. Például: Az „RNP 4” olyan navigációs pontossági határértéket jelent, amelynek alapján az adott repülőgép, repülési idejének legalább 95%-ában, mindenkor tervezett repülési helyzetéhez viszonyítva plusz/mínusz 4 tengeri mérföld (7,4 km) távolságon belül repül.)

¹⁰ SWIM: System Wide Information Management – Rendszerszintű Adat Kezelés

A MISSION TRAJECTORY – BEVETÉSI ÚTVONAL

A SESAR célként kitűzött műveleti koncepciója a repülési útvonalon alapuló elgondolás. Az ATM hálózatban együttműködő összes partner, amikor csak lehetséges, valós időben megosztja az útvonal adatokat a kiindulási helyzettől a repülések befejezéséig. Az ATM tervezés, a kapcsolódó Együttműködő Döntéshozatal és a taktikai műveletek a legfrissebb repülési pályaadatok alapján kerülnek végrehajtásra. A polgári „Business Trajectory” (BT)¹¹ és a katonai „Mission Trajectory” (MT)¹²[12]**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** esetében a repülést végrehajtó felek kinyilatkoztatják azon szándékukat, hogy repülést kívánnak végrehajtani, a Léginavigációs Szolgáltató és a fogadó repülőtér pedig egyetért a szándékkal, és elősegíti annak végrehajtását. Gyakorlatilag ez felfogható egy modern Repülési Tervnek, mely nem 2 dimenzióban, hanem a repülési pályaadatok és a valós idejű feldolgozás miatt immár megfelel a SESAR által kezdeményezett 4D útvonalkezelésnek.

Elméletben a légtérfelhasználóknak a leghatékonyabb módon kell követniük gyakorlati útvonalukkal az általuk lerepülni szándékozott útvonalat, minimálisra csökkentve az attól való eltérést, anélkül, hogy fix útvonal hálózatot használnának egy alacsony, vagy közepes forgalmi sűrűségű terület felett. Az útvonal alapú megközelítés az útvonalak három fő jellemvonását különbözteti meg:

- *Fejezze ki az igényeket:* az útvonalak a katonai légtérfelhasználók küldetési igényeit fejezik ki, így az útvonalak egységének megőrzésével az eljárás minden felhasználó számára a legjobb eredményt biztosítja. Az útvonal mindig kapcsolatban van a repülést leíró valamennyi adattal.
- *Útvonal tulajdonjog:* Normális körülmények között a légtérfelhasználók elsődleges felelősséget vállalnak repüléseik végrehajtásáért. Abban az esetben, ha ATM korlátozások kerülnek bevezetésre, az elhatározás meghozatala az egyéni légtérfelhasználó jogkörében marad, annak érdekében, hogy a küldetés szempontjából a legjobb eredményt érhesse el.
- *A négydimenziós útvonalak:* a bevetési útvonalak mind a 4 dimenzióban a megfelelő pontossággal kerüljenek leírásra és végrehajtásra. Ezek az adatok a megfelelő forrásból kerüljenek frissítésre és megosztásra, melyek lehetnek a légijármű rendszerei, repülésvezérlő rendszerek, Léginavigációs Szolgáltatók útvonal előrejelzései, vagy esetleg a SESAR rendszerrel nem kompatibilis körzetből érkező forgalmak repülési tervei.

A SESAR program az egységesített útvonal adatok megosztását támogatja a közös együttműködési folyamatok megvalósítása érdekében, mindezek mellett a katonai és polgári légijárművek berendezéseinek nem kell kötelező módon ugyanazon berendezéseket használni a szükséges szabványosított adatok előállításához. Jó példa erre az, hogy a polgári légijárműveken FMS található, míg a katonai gépeken például legtöbbször MMS (Mission Management System - Küldetés Vezérlő Rendszer) kerül beépítésre. A szabványosítás ezt megengedi, viszont a szükséges MT/BT kompatibilis adatok cseréjét mindkét rendszernek megfelelően biztosítani kell az útvonalak teljes ideje alatt.

Ezzel párhuzamosan a SESAR program úgynevezett vegyes üzemmódú műveleteket is engedélyezne alacsonyabb felszereltséggel rendelkező, vagy eltérő adatokat sugárzó berende-

¹¹ Business Trajectory - Üzleti útvonal (Az az útvonal, mely felhasználója számára a legköltséghatékonyabb útvonalat biztosítja)

¹² Mission Trajectory - Bevetési Útvonal (Az az útvonal, mely felhasználója számára az adott küldetés szempontjából a leghatékonyabb útvonaltervezést és légtérfelhasználást biztosítja. Egy légtérfelhasználó szándékát fejezi ki egy adott küldetési cél elérése érdekében.)

zéssel ellátott légijárművek számára. Ez az eltérő lehetőségi illetve szolgáltatási szintek engedélyezésével és a Léginavigációs Szolgáltató által üzemeltett kiegészítő földi rendszerek használatával kerül majd megvalósításra. Ilyen lesz például az útvonal előrejelző funkció, mely megvalósítható a fedélzetről, vagy a földi állomásról is.

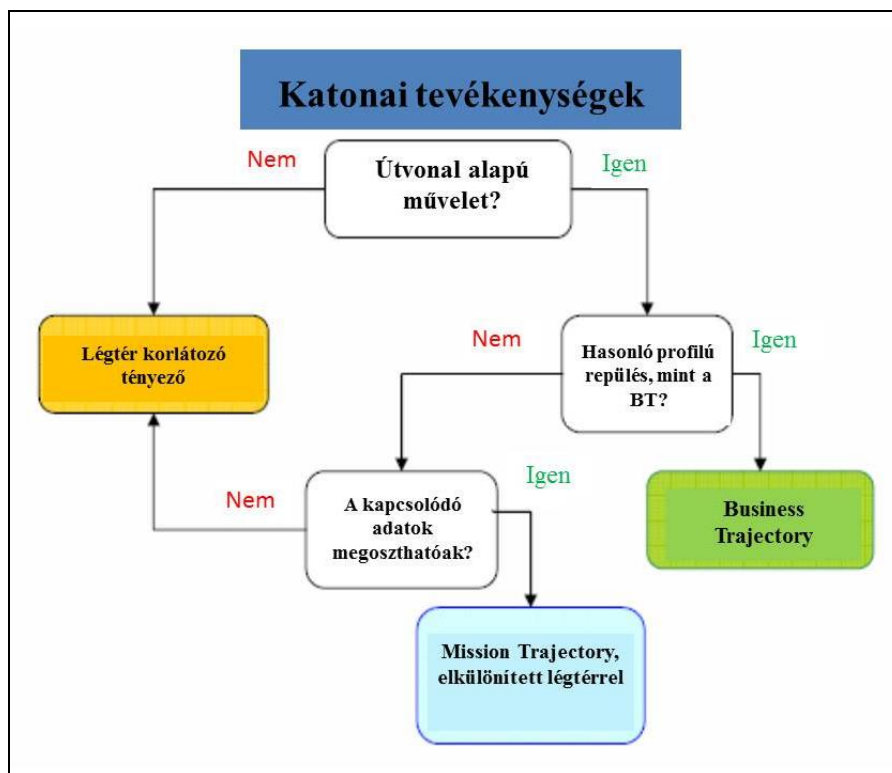
Természetesen nem elég az adatokat az ATM rendszerben lévő felek felé biztosítani, annak képesnek kell lennie azokat feldolgozni. A földi és fedélzeti eszközöknek az adatokat nem csak tárolniuk kell, hanem feldolgozni és a feldolgozott információkat meg kell tudni osztaniuk más ATM szereplőkkel. A jelenlegi rendszerben üzemelő fedélzeti és földi útvonal kezelő eszközök különböznek egymástól, hiszen az adatokat más-más célra használják. A SESAR rendszerben az eszközök megosztják az adatokat egymással, úgymond pontosítva egymást, ezzel is biztosítva az adatok legnagyobb fokú pontosságát.

A megosztásra kerülő adatok körét előre meghatározott egyezményben rögzítik, ugyanis nincs szükség a légijármű minden repülési adatára, csak azokra, melyek alapvető változása befolyásolni fogja a későbbi útvonalat. A földi berendezéseknek pedig biztosítaniuk kell a légiforgalmi irányító személyzetek számára a konfliktusok időbeni felismerését, a kellő időben történő beavatkozások lehetőségét.

A katonai tevékenységek és a légtérhasználat nem csak a repülést foglalja magában. Az útvonalat nem igénylő katonai feladatok végrehajtásához, mint a gyalogsági fegyverekkel végrehajtott lögyakorlat, vagy rakétalövészet szintén szükséges a légtér nem légiközlekedés céljára történő igénybevétele. Az ilyen feladatok kivitelezése a légiközlekedés más résztvevőitől elkülönítve, korlátozott, vagy elkülönített légterekben kerül végrehajtásra. Az ilyen célokra kijelölt elkülönített légtereket légtér korlátozásként kell figyelembe venni. A repülési célra igénybe nem vehető légtereket, mint a tiltott légterek, szintén légtér korlátozásként kell kezelni. Az említett légterekben végzett tevékenység adatait nem kell megosztani a többi ATM szereplővel, csak a légterek aktiválását illetve deaktiválását kell közzétenni az előzetes tervezés és a valós idejű végrehajtás során. A Mission Trajectory, mint modern légiforgalom szervezési eljárás, az alábbi katonai feladatok végrehajtását egyszerűsíti le:

- katonai légijárművek berepülése;
- nemzetközi repülések;
- tengerészeti járőröző repülések;
- vadészrepülő gépek repülései;
- felderítő repülések kiképzési repülései;
- gyakorló légvédelmi repülések;
- éles, valós légvédelmi repülések;
- légi őrzőjáratok;
- kutató-mentő repülések;
- légi utántöltések;
- személyzet nélküli légijárművek repülései;
- helikopterrel végrehajtott repülések;
- a földi légvédelmi eszközök számára végrehajtott légi célrepülések;
- levegő – föld műveletek;
- típus átképzéssel kapcsolatos repülések;
- ellenőrző repülések;
- repülő gyakorlatok (harcászati gyakorlatok);
- ejtőernyős dobások;
- repülő napok, légi bemutatók és bemutató repülések;
- légi lövészeti, feladatok.

Némely katonai tevékenység egy vagy több útvonalat is tartalmazhat. A katonai repülési tevékenységek pár esetben hasonló profillal kerül végrehajtásra, mint a polgári repülések, értve ez alatt a repülés teljes végrehajtását, a felszállástól a leszállásig. Ebben az esetben a repülések tervezési időszakában, és a végrehajtás során megosztásra kerülnek az ATM hálózat számára fontos információk. Meg kell említeni, hogy néhány katonai feladat speciális feldolgozást, kezelést igényel, vagy különleges esetekben elsőbbséget élvez a katonai feladat végrehajtása. SESAR szempontból különválasztásra kerülnek a trajektóriák, aszerint, hogy melyik csoportba sorolhatóak. Amennyiben egy katonai repülés célja hasonló, vagy közel azonos egy BT céljával, akkor azt kezelési szempontból BT-nek könyveli el az ATM rendszer. Tipikusan ilyen feladat például a légiszállítás, VIP szállítás, MEDEVAC feladat végrehajtása. Más esetekben, amikor az útvonalnak speciális katonai vonatkozása is van, akkor egyértelműen MT-ként kerül besorolásra az adott repülés. Az MT természetétől függően a végrehajtásra vonatkozó adatok teljesen, vagy csak részben kerülnek megosztásra. A következő ábra az útvonal típusok besorolásának elvi lépéseit mutatja be.



1. ábra: A trajektória típus meghatározásának lépései (a szerző szerkesztése a [16] alapján)

A katonai repülések útvonal tervezési fázisait a SESAR program igyekszik részben, vagy megfeleltetni az üzleti célú repülések tervezési fázisainak, melyek lehetnek a következők lehetnek:

- BDT - Business Development Trajectory: A Légtérfelhasználó tevékenységének jellegétől függően az üzleti tervezési ciklust akár néhány évvel a tényleges repülés végrehajtása előtt is megkezdheti, azzal a céllal, hogy felmérje annak végrehajtásához szükséges ütemezési feladatait és optimálisan eloszthassa a rendelkezésre álló erőforrásait. Ezt az elképzelését azonban nem osztja meg a többi légtérfelhasználóval. A tervezési folyamat számos finomításon esik át, az infrastrukturális változások és a környezetvédelmi szempontok figyelembe vételével. A Légtérfelhasználó kategóriájának függvényében ez a tevékenység azonban lehet rövid is, vagy előfordulhat, hogy gyakorlatilag nem is létezik.

- SBT - Shared Business Trajectory: abban az esetben, ha a légtérfelhasználó megalkotta a saját BDT-jét, akkor azt tervezési célokkal Shared Business Trajectory-ként tervezési célból az ATM hálózat részére rendelkezésre bocsátja. Az összesített SBT-k alapján a Léginavigációs Szolgáltató megvizsgálja, hogy milyen változtatásokat kell foganatosítani a légtérszerkezetben, hogy megfeleljen az elvárt kapacitás igényeknek, illetve a repülőterek előkalkulációkat tudjanak végezni a várható forgalom fogadása érdekében. Amikor megfelelő mennyiségű és minőségű információ gyűlt össze, az ANSP megtervezi a légtér optimális felhasználását az igényelt szolgáltatások és a forgalom sűrűségének, összetettségének függvényében. Elkezdődik a katonai féllel történő koordináció a kezdeti üzemeltetési terv kialakítása érdekében. Ebben a fázisban lehetséges a Légtérfelhasználók igényei és a Hálózat lehetőségei közötti problémák felismerése, és az esetleges változtatások bevezetéséről ilyenkor kapnak értesítést a Légtérfelhasználók, hogy milyen paraméterek mentén módosítsák a saját SBT-jüket, annak érdekében, hogy az ATM Hálózat az optimális teljesítményét tudja a felhasználók számára biztosítani. Ez egy ismétlődő folyamat és a rendszer optimális szolgáltatási teljesítményének eléréséig tart.
- RBT - Reference Business Trajectory: ATM folyamatok által folyamatosan egyeztetett és pontosított SBT-kből jön létre közvetlenül a repülés megkezdése előtt a Reference Business Trajectory (RBT). Az RBT-ben a Légtérfelhasználó vállalja, hogy végrehajtja a az esetlegesen módosított repülési útvonalat, az ANSP és a repülőterek vállalják, hogy minden eszközzel hozzájárulnak a repülések biztonságos végrehajtásához. Az RBT az első légiforgalmi irányítói engedély megkérésekor, vagy annak vételekor kerül aktiválásra, de ez nem jelenti azt, hogy az RBT minden további változtatás nélkül automatikusan folytatható. A folyamat célja az RBT végrehajtása, folyamatos engedélyezések során. Az engedélyek az ANSP-től vagy a légijármű fedélzeti berendezéseitől érkeznek, annak függvényében, ki biztosítja a légijárművek közötti elkülönítést. (A fedélzeti rendszer(ek) természetesen a SESAR elveknek megfelelően biztosítják és megosztják egymás között az elkülönítés létrehozásához szükséges információkat.) A leggyakrabban az RBT-k csak becslések, vannak közöttük olyanok, melyek csak a légiforgalmi tervezés megkönnyítésére szolgálnak, és vannak olyanok is, melyek korlátozásokat vezetnek be, annak érdekében, hogy elősegítsék a például a várakozó légiforgalom helyes bevezetési sorrendjét, amennyiben az szükséges.

Természetesen a polgári szabványok alapján nem mindig lehetséges a katonai eljárásokat azonosítani és hasonló rendszervbe foglalni. A SESAR kutatások során a következő tervezési fázisok, és tervező szintek kerültek azonosításra:

- *MDT - Mission Development Trajectory*: Ez a fázis jelenti a katonai küldetések kiinduló pontját, hiszen csak bizonyos magas szintű katonai szervezetek határozhatnak meg az alárendelték számára feladatokat. Ilyenek lehetnek az Összhaderőnemi Parancsnokságok, NATO katonai vezetési szintek, Légi Műveleti Központok. A kutatások során ez a szint jelenti a hosszú távú, stratégiai tervezés szintjét. A tervezés e szakaszában a legtöbb információ nem kerül megosztásra az ATM rendszer többi résztvevőjével, ennek ellenére a hosszú távú tervezés során megjelenő jelentős események és feladatok alapvető paraméterei megosztásra kerülhetnek az esetleges konfliktusok időbeni feloldása érdekében. A tervezés során figyelembe kell venni a harci, felderítő, és szállító századok, valamint a kiképző iskolák ismétlődő napi repüléseit. Számolni kell továbbá a speciális feladatok végrehajtásával is, mint a légi utántöltés, ejtőernyőzés, AWACS- műveletek, UAV- repülések, berepülések és tesztrepülések.

Míg a polgári repülések esetében csak az indulási és érkezési repülőtereket kell megadni, addig a katonai műveletek tervezése sokkal összetettebb, mindazonáltal ezt a folyamatot hónapokkal a feladat előtt, vagy csak órákkal a tényleges repülés végrehajtásának időpontja előtt hajtja végre mind polgári vagy katonai légiközlekedésben érdekelt fél.

A katonai repülések tervezésre esetében a rendelkezésre álló idő általában nagyon rövid, vagy akár nincs is idő a tervezés végrehajtására, mint például a légi rendészeti feladatok során éles riasztás esetében. Nagy géplétszámú gyakorlatok, vagy éleslövészetek tervezése esetén ugyanakkor már hónapokkal a tényleges végrehajtás előtt megindul a tervezési folyamat a tevékenységek biztonságos összehangolása érdekében. A tervezés során általános adatok kerülnek rögzítésre, mint a résztvevő gépek száma, a repülési szabályok (IFR/VFR), a felhasználni kívánt létező légterek adatai, vagy az esetlegesen csak a gyakorlat idejére igényelt eseti légtér koordinátái, illetve várható magassága. A BT-hez hasonlóan ez a tervezési folyamat is folyamatosan finomításra kerül a katonai erőforrások rendelkezésre állásának függvényében, legyen az akár nemzeti vagy szövetségi erőforrás.

A napi rendszerességgel végrehajtott kiképzési, illetve gyakorló repülések esetében a tervezés ezen a szinten akár el is marad, ebben az esetben csak a statisztikák nyújtanak segítséget az ATM rendszer számára az esetleges igények tervezéséhez.

Összefoglalva elmondható, hogy ezen a tervezési szinten a katonai szervezetek csak általános adatokat tudnak szolgáltatni repülési szándékukról az útvonaltervezéshez, ami elégtelen információ a precíz útvonaltervezés végrehajtásához. Ilyen adatok lehetnek az említett igényelt légterek, légi útvonalak, eseti légterek. ATM tervezési szempontból ugyanakkor még ezek az alap információk is rendkívül hasznosak, amennyiben rendelkezésre állnak, mivel ezek segítségével is végre lehet hajtani előzetes konfliktuselemzéseket, közzétételükkel az a Hálózat Üzemeltetési Tervben már „Shared”, megosztott információkká válnak.

- *SMT - Shared Mission Trajectory*: a polgári SBT-hez hasonlóan, a katonai fél tervezési ciklusai között is szerepel az az időszak, amikor a szervezeten belüli tervek bizonyos adatai megosztásra kerülnek a többi légtérfelhasználóval. Ezt tervezési fázist a kutatás Katonai Napi Tervezésnek hívja (elő-taktikai szint). A repülések, útvonalak tervezését a műveletek számától függően a CAOC (Légi Hadműveleti Központ), vagy a WOC (Wing Operation Centre - Ezred Műveleti Központ) hajtja végre. A WOC a SESAR kontextusában azt a szervezeti egységet jelenti, aki a repülési tervadatok tervezésért, továbbításáért és kezeléséért felelős, mivel az európai hadseregek igen eltérő szervezeti felépítéssel rendelkeznek a repülő egységek felépítésének viszonylatában. A WOC tehát képes kell, hogy legyen SMT készítésére, ahol ez nem megoldott akár technikai, akár szervezeti okokból, ott a felelős ANSP készíti el és kezeli azt.

Alapvetően tehát minden járatnak be kell nyújtania egy SMT-t. Ez formailag Repülési Terv Űrlap kitöltésével történik, mely a repülés egészére vagy annak csak egy részére vonatkozik, az ATM tervezés végrehajtásának biztosítása céljából. A repülési terv kitöltésével a felhasználó már ténylegesen megjelöli, milyen útvonalat szeretne használni, illetve tartalmazza az esetleges légtérkorlátozó események kiküszöbölésére irányuló szándékát is. Az NOP-n keresztül az ATM hálózat figyelembe veszi valamennyi SMT és BMT által közölt információt és azonosítja a lehetséges problémákat, kiszűri az esetleges korlátozott légterek keresztesésének lehetőségét.

Legalább két órával a tervezett repülés megkezdése előtt – mivel általában ez azonos a repülés előtti felkészülés időszakával – a WOC és a Léginavigációs szolgáltató, vagy a belső katonai folyamatok részeként a Légvédelmi Egység, megállapodnak a küldetés útvonalának részleteiben, ezáltal az előzetesen közzétett SMT Reference Mission Trajectory-vé válik. A

tervezésnek ebben a szakaszában az RMT-n nem lehet változtatni, mivel a küldetés előkészítése rögzített tényeken alapszik.

A rövid és közepes távú tervezés során követelményként kell megjelenie a légtér- és útvonaltervezés következetességének, biztosítva ezzel a speciális gyakorló légterek rendelkezésre állását a feladatok végrehajtásához. A hosszú távú tervezés során pedig alapvető követelménnyé válik az elkülönített légterekre vonatkozóigényekről szóló információk SMT-be történő integrálása.

A napi kiképzés során leggyakrabban egygépes feladatok, vagy kisebb gyakorlatok kerülnek végrehajtásra, melyek akár légi utántöltést vagy AWACS feladatokat is tartalmazhatnak. Meg kell említeni azonban azokat a műveleteket is, amikor több repülőtérről több légi jármű száll fel és COMAO¹³-ként akár légi utántöltést is végez, ezáltal rendkívül bonyolulttá téve az adott feladatban résztvevő egyes légi járművek, és ez által az egész kötelék SMT-jét az ATM rendszer számára. Az ilyen igények feldolgozásakor fokozott együttműködés szükséges az érintett felek és az ATM rendszer elemi között, a katonai feladatok egymással történő egyeztetése, és a művelet prioritásának biztosítása érdekében a közösen végrehajtott döntéshozatal során.

Leszögezhető tehát, hogy ebben a tervezési szakaszban az MT-ről rendelkezésre álló összes megosztásra kerül. Meg kell azonban jegyezni, hogy az MT-hez kapcsolódó speciális jellemzők CDM folyamatot igényelnek, mint például interoperabilitási problémák, a személyzet korlátozásai, vagy akár nem szabványos útvonal kezelő rendszer a légi jármű fedélzetén.

–*RMT - Reference Mission Trajectory*: A repülési terv aktívvá válik egy légiforgalmi engedély kérésével, ami lehet egy hajtómű indítási engedély is. Amennyiben a repülési terv vagy a repülési cél elérése aktiválásra került, csak a légi jármű személyzete kérheti az RMT, azaz saját repülési útvonalának megváltoztatását. Előfordulnak olyan esetek, amikor az RMT felülvizsgálata szükségessé válhat:

- a légi jármű, vagy a kötelékben résztvevő egyik légi jármű nem képes hajtóművét beindítani, vagy valamilyen kis probléma miatt késést szenved (akár tartalék gép kerül bevetésre, mely később kezdi meg a feladatot);
- a bevetés végrehajtásának módját meg kell változtatni valamilyen sürgős műveleti okból (pl.: légvédelmi készenlét elsőbbsége);
- a bevetés végrehajtását meg kell változtatni valamilyen végrehajtást akadályozó tényező miatt (pl.: időjárás-romlás);
- elkülönítés alkalmazása szükséges a légi járművek között (pl.: légi járművek kötelékben történő felszállása bonyolult időjárási körülmények között);
- sorrend kialakítása szükséges a korlátozott erőforráshoz történő hozzáférés érdekében (ez lehet a felszálló pálya, lőtér, vagy akár a gyakorló harcbevetési terepszakasz is).
- Az útvonal áttervezése közös döntéshozatali folyamat eredménye, kivéve azt a helyzetet, amikor a légi jármű személyzetének azonnal cselekednie kell a kialakult helyzet elhárítása érdekében.

A fentiek alapján kijelenthető, hogy a katonai feleknek fel kell készülnie a hamarosan bevezetendő MT eljárás maradéktalan bevezetésére, hiszen a megfelelő képességek nélkül, mint a CPDLC, vagy a fejlett fedélzeti MMS rendszer, csak nehézségek árán kerülnek a katonai légi járművek beillesztésre az új légiforgalmi rendszerbe.

¹³: Combined Air Operation - Vegyes Légiműveleti Kötelék

A SESAR KUTATÁSOK EREDMÉNYEINEK HAZAI BEVEZETÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

Az egységes jövőbeni ATM szerkezet megvalósítása az ATM Master Plan-ben került rögzítésre, mely alapján az Eurocontrol évente elkészíti az Egységes Európai Égbolt Kivitelezési Tervet (European Single Sky Implementation Plan), amely a rövid és középtávú fejlesztési terveket tartalmazza. A terv nemcsak az elérendő célokat tartalmazza, hanem az azt végrehajtó katonai, polgári szervezeteket, szerveket is pontosan nevesíti a biztos megvalósíthatóság érdekében. Az ESSIP a teljes európai közösségre vonatkozik, mely azt jelenti, hogy 2013-ban 41 állam feladatait sorolta fel a dokumentum. Ebből az ESSIP –ből kerülnek elkészítésre egy adott állam által elvégzendő ATM fejlesztési feladatok. Hazánkban a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, a Honvédelmi Minisztérium, a Nemzeti Közlekedési Hatóság, a Közlekedés Biztonsági Szervezet, Repülőtér Üzemeltető(k) és a Légi Navigációs Szolgáltató tartozik a végrehajtó szervezetek közé. A tervek végrehajtásáról, vagy az esetleges késésekről éves jelentést kell készíteni az Eurocontrol által az Európai Unió illetékes bizottságának. Az évente készülő jelentések tartalmazzák a végrehajtott feladatokat, és a végre nem hajtott feladatok későbbi, tervezett végrehajtásának időpontját is. A magyar fél részére kiadott dokumentumból olvasható ki, milyen SESAR kutatással kapcsolatos feladatai vannak, például a Honvédelmi Minisztériumnak, vagy a Nemzeti Közlekedési Hatóságnak. A 2016 évi LSSIP tartalmazza a december hónapig végrehajtott feladatokat, melyek hozzájárulnak a Nyitott Égbolt mihamarabbi megvalósulásához. Ide sorolható a légtér rugalmas felhasználását, kezelését segítő alkalmazás, a LARA integrációja a katonai légiforgalom szervezési rendszerbe. A nyugati országoktól eltérően sajnálatos módon Magyarországon a polgári fél ATM/CNS rendszerei lényegesen korszerűbbek, mint a katonai fél rendelkezésére álló berendezések. Az állami repülőterek felszereltsége ráadásul nem homogén a három repülőtér esetében, hanem jelentős különbségek mutatkoznak a navigációs, légiforgalom szervezési, illetve kommunikációs berendezések, rádiók területén is. Az LSSIP a berendezések területén végrehajtott harmonizáció keretein belül a 8,33 kHz-es csatorna kiosztású rádiók kapcsán kiemeli ebből a szempontból a szolnoki repülőtér nem megfelelő állapotát. A Mission Trajectory bevezetésnek hazai alkalmazásának technikai, eljárásbéli feltételei a következők:

- a polgári ATM rendszerrel kompatibilis légtérigénylő rendszer;
- a polgári repülési tervadatokkal együttműködésre képes adattovábbító rendszer;
- a szükséges repülési adatokat földre sugározni képes fedélzeti berendezés VAGY az állami légijármű nyilvános repülési paramétereit, adatait a polgári fél felé továbbító automatikus földi rendszer;
- szélessávú, informatikai rendszer a repülési tervadatok, légterek, repüléssel kapcsolatos információk gyors hozzáférésehez (SWIM).

A kívánalmaknak jelenleg nem, vagy csak részben felelnek meg a katonai rendszerek. A kompatibilis légtérigénylő rendszer telepítésre került[8], a katonai AIS személyzetek képzése megtörtént, ám a rendszer egyelőre még próbaüzem alatt áll. A jelenleg üzemeltetett katonai légijárművek közül csak az AN-26-os rendelkezik S-Mode transzponderrel, a régebbi gyártású orosz helikoptereken csak C-mode transzponder található. A közös repülési terv adatközlő rendszer cseréje folyamatban a polgári fél oldalán, a légiforgalmi üzenetkezelő rendszer (AMHS) katonai implementációja csak a polgári rendszer teljes kiépítése után várható. Ki kell emelni azt is, hogy 2015 februárja óta a Budapest FIR-en átrepülő forgalom nem kell, hogy kötött, előre kijelölt útvonalakat kövessen, azt a saját döntése alapján jelöli ki a légtérhasználó. A kijelöléshez természetesen rendelkezni kell a fedélzeten a megfelelő pontosságú navigációs berendezéssel. A HUFRA előnyeit az állami repülés területén csak a szállító helikopter flotta nem élvezné, mivel a repülési magasságuk FL195 alatt van, illetve nem rendelkeznek a megfelelő fedélzeti navigációs berendezésekkel a területi navigáció végrehajtásához. A

SWIM rendszer kiépítése folyamatban van a polgári illetve katonai fél között, melynek az Egységes Európai Égbolt kezdeményezésén kívül egyéb okai is vannak, mint például a katonai repülőterek közös polgári-katonai hasznosítása. Az ATM és CNS rendszerek teljesítmények összehasonlítása jelenleg is tart, a döntéshozók a közös teljesítményszintet próbálják meghatározni, mely mindkét fél számára elérendő minimumnak tekintendő a későbbi akadálymentes együttműködés megvalósításához. A magyar katonai repülés modernizációját, illetve SES/SESAR integrációját 2004 óta támogatja a MANS[7] program, mely a katonai légiforgalmi rendszer korszerűsítését tűzte ki maga elé a XXI. századi követelményeknek megfelelően. A program számos tekintetben hozzájárult a magyar katonai – polgári ATM integrációhoz, és még sok tennivalója lesz a jövőben. A közös, egységes ATM rendszer elvei szerint a légiforgalmi rendszerekben dolgozó irányítók, repülés bejelentő szervezetek, hasonló képzésben kell, hogy részesüljenek, mint a polgári megfelelőik, ám nem szabad elfelejteni, hogy a speciális katonai feladatok végrehajtása különleges felkészültséget igényel, ami csak a polgári képzés használatával nem valósítható meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *Az egységes európai égbolt (SES) létrehozására vonatkozó keret*, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=URISERV:l24020> (letöltve: 2017.03.26.)
- [2] *Eurocontrol, Who we are*, <https://www.eurocontrol.int/articles/who-we-are> (letöltve: 2017.02.06.)
- [3] *European Master Plan*, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/sesar/doc/eu-atm-master-plan-2015.pdf>, (letöltve: 2017.03.15.)
- [4] *Az Európai Unió Hivatalos Lapja, Európai Gazdasági és Szociális Bizottság vélemény – Tárgy: „Javaslat tanácsi rendeletre az új generációs európai légiforgalmi menedzsment rendszer (SESAR) megvalósítása érdekében közös vállalkozás alapításáról”*, COM(2005) 602 final – 2005/0235(CNS), (2006/C 309/27), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A52006AE0975> (letöltve: 2017.03.03.)
- [5] *Background on Single European Sky*, <http://www.sesarju.eu/discover-sesar/history/background-ses> (letöltve: 2017.03.07.)
- [6] *Factsheet SESAR* http://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/events/showcase2016/Factsheet_SESAR_A4.pdf (letöltve: 2017.03.27.)
- [7] *MANS program*, <http://www.kormany.hu/download/7/b3/00000/MANS%20program.pdf> (letöltve: 2017.03.06.)
- [8] FEKETE CS. Z., GAJDOS M.: *Rugalmas légtérhasználás új dimenzióban: a LARA, REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK (1997-TŐL) (1) pp. 157-166. (2016)*, http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2016_1/2016-1-14-0333_Gajdos_M-Fekete_Cs.pdf (letöltve: 2017.03.06.)
- [9] FEKETE CS. Z., GAJDOS M.: *A SES-SESAR rendszer bemutatása, megvalósulásának folyamata Magyarországon*, ECONOMICA (SZOLNOK) VIII:(4/2) pp. 185-193. (2015); http://real.mtak.hu/31213/1/economica_VIII_2015_4_per_2_szama.pdf (letöltve: 2017.04.06.)

- [10] eATM PORTAL, *European ATM Master Plan*, <https://www.atmmasterplan.eu> (letöltve: 2017.04.06.)
- [11] *SESAR factsheet Business Trajectory / '4D' Trajectory*, <http://www.sesarju.eu/news-press/documents/sesar-factsheet-022010-business-trajectory-%E2%80%984D%E2%80%99-trajectory--524> (letöltve: 2017.04.08.)
- [12] *Introduction to the Mission Trajectory*, <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/cmac-introduction-to-the-mission-trajectory-v1.0-20100604.pdf> (letöltve: 2017.04.18.)
- [13] *The Military in SES/SESAR - European Defence Agency - Europa.eu*, https://www.eda.europa.eu/docs/default-source/brochures/2017-eda-sesar-wac-brochure_a4--final (letöltve: 2017.03.22.)
- [14] *Roadmap On Enhanced Civil-Military Cns Interoperability And Technology Convergence*, https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/13-128-ctrl-civ-mil-iop-roadmap_2-0_31_signed%20by%20DG.pdf (letöltve:2017.04.19.)
- [15] *Mission Trajectory*, <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/events/presentation/140919-6-mission-trajectory-atcglobal-performance-workshop.pdf> (letöltve: 2017.03.24.)
- [16] *Eurocontrol: Introduction to the Mission Trajectory, Ref 10/06/03-62, Edition: 1.0* (letöltve:2017.03.02.), szerkesztette a Szerző