

Vas Tímea¹ – Fekete Csaba Zoltán² – Gajdos Máté³

TELEPÍTHETŐ REPÜLŐTÉR NAVIGÁCIÓS ÉS FÉNYTECHNIKAI BERENDEZÉSEI⁴

A NATO „SmartDefence”⁵ stratégia, a Szövetség azon hosszú távú terve, mely egy többnemzeti együttműködés keretein belül képes létrehozni, fejleszteni és telepíteni a feladat végrehajtásához szükséges képességeket. Az egyik ezek közül az úgynevezett Telepíthető Repülőbázis Modul (Deployable Airbase Activation Module - DAAM) [2], melynek célja, hogy a felesleges kiadásokat elkerülve, feltöltse a hiányzó szegmenseket a meglévő képességek kiegyensúlyozott felhasználása mellett, és mindezzel növelje a NATO légi műveleteket támogató modulok és eszközök mennyiségét. A cikkben az író a telepíthető repülőbázis eszközeinek egy szűk keresztmetszetét vizsgálja, nevezetesen a telepíthető fénytechnikai és navigációs berendezéseket.

MOBIL NAVIGATION AND LIGHTING SYSTEMS OF A DEPLOYABLE AIRBASE ACTIVATION MODULE

The „Smart Defence” strategy was launched with a vision for the Alliance to be able to design, develop and deploy required capabilities using multinational cooperation. One project was identified as Deployable Airbase Activation Module (DAAM), which goal is to reduce surpluses, to fill niche gaps, to rebalance existing capabilities in order to increase number of sets and modules to support NATO air operations. In this paper the authors examine only a narrow section of sets of the deployable air base supporting, namely the deployable lighting- and navigation systems.

BEVEZETÉS

Napjaink katonai műveletei során sokszor szembesülnek az országok légierői olyan helyzettel, amelyben szükségessé válik telepíthető repülőterek alkalmazása. A mobil repülőterek kialakítása során számos megoldandó probléma merül fel. Elsőként a helyszín kiválasztása és a megfelelő futópálya kialakítása. Amennyiben elhagyott repülőtérről van szó, akkor hosszadalmas lehet azt alkalmassá tenni a légi járművek fogadására. Itt elsődlegesen nem is a szállító repülőgépek, vagy helikopterek, hanem a sokkal sérülékenyebb harcászati repülőgépek fogadása jelenthet nagyobb kihívást. A repülőtereken a navigációs, kommunikációs, fénytechnikai berendezések elhelyezése, a szükséges légiforgalmi szolgálatok alkalmazása, a légi járművek földi kiszolgálása és mindezek mellett a műveleti terület sajátosságaiból adódó repülőtér védelmi feladatokat ellátó erők biztosítása. [1]

¹ őrnagy, NKE KRT kiemelt gyakorlati oktató, vas.timea@uni-nke.hu

² százados, NKE KRT gyakorlati oktató, fekete.csaba.zoltan@uni-nke.hu

³ hadnagy, NKE KRT gyakorlati oktató, gajdos.mate@uni-nke.hu

⁴ Lektorálta: Dr. Palik Mátyás, tanszékvezető, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, palik.matyas@uni-nke.hu

⁵2010. Lisszabon-i NATO csúcs



A NATO „Smart Defenc” stratégián belül erre a problémára keres a szövetség megoldást, az erőforrások összevonásával és megosztásával. Az európai uniós gyakorlattal ellentétben, kevésbé a már meglévő erőforrások felhasználására fókuszál, sokkal inkább, a hatékony források előteremtésére a további képességek kialakítása céljából.

A stratégián belül számos Légiforgalom Szervezési (Air Traffic Management - ATM) elgondolás is megjelent, de ezek közül is kiemelt helyet foglal el a DAAM erőforrások összevonása. A projekt vezető nemzeti feladatait Olaszország önkéntesen vállalta el 2012 márciusában tartott római gyűlésen, ahol egyebek mellett elfogadásra került a DAAM ütemterv is. A DAAM koncepció elgondolása során leszögezték, hogy nem kizárólag ATM központú képesség megvalósítására kell törekedni, emellett számos más, nélkülözhetetlen támogató elem részvételével is számolni kell, mint a logisztikai képesség vagy a védelmi képesség (Force Protection). Már a projekt kezdetén nyilvánvalóvá vált, hogy egyetlen nemzet számára megterhelő feladat lenne egy teljes repülőtér üzemeltetése, ezért az egyes feladatok, modulok ellátása nemzeti felajánlásokon keresztül vagy több nemzet összefogása révén valósulhatna meg.

A nemzeti hozzájárulások nem szorítkozhatnak kizárólag a személyi, vagy szakszemélyzet felajánlására, kiszolgáló eszközöket és berendezéseket is hozzá kell rendelni az egyes modulokhoz. Mindamelllett a szaktevékenységet ellátó személyzetektől elvárható, hogy rendelkezzenek kellő tapasztalattal, és érvényes szakszolgálati engedélyekkel, bizonyítványokkal. A telepíthető repülőtérnek továbbá alkalmasnak kell lennie a katonai és a polgári légi járművek fogadására, mindezt a nap 24 órájában bármely időjárás viszonyok között. A DAAM moduljainak 28 napos készenléti időt kell fenntartaniuk és 12 hónapos effektív tevékenységre képesnek lenni, amely idő eltelte utána a repülőtér átkerülhet a helyi nemzeti repülési feladatok végrehajtására.

A DAAM egyes moduljait a Képességek Kód Struktúrája alapján (Capability Requirement Review – CRR) látták el megfelelő jelzéssel. A modulok közül a cikkben, egyéb feladatai mellett, a fénytechnikai és navigációs berendezések telepítéséért és karbantartásáért felelős DAA-AIR-MILENG, vagyis Military Engineering Airfield Modul mobil, telepíthető eszközeinek bemutatását célozta meg.

FÉNYTECHNIKAI BERENDEZÉSEK

Egy repülőtér üzemeltetéséhez egymással összhangban működő földi fénytechnikai berendezések szükségesek, mint a bevezető fények, futópálya szegély-, középvonal-, küszöb-, záró- és földterületi fényei. A repülőtér mozgási területén található további fények a guruló utak szegélyfényei és a jelzőablak fényei. A repülőtér biztonságos megközelítését pedig, a repülőtér azonosító fényei, a tereptárgyak elkerüléséhez akadályfények, valamint a futópálya megközelítéséhez szükséges optikai megközelítési sikló pálya jelző berendezés (Precision Approach Path Indicator - PAPI) segíti [3]. Természetesen egy állandóan üzemelő repülőtéren, fixen telepített fénytechnikai rendszer működik, attól függően, hogy nem műszeres-, műszeres nem precíziós, vagy műszeres precíziós és azon belül I. II. vagy III. kategóriájú megközelítést biztosító futópálya fényekkel vannak ellátva.

A telepíthető repülőtér esetén, figyelembe véve annak ideiglenes, korlátozott időre szóló működését, a légi műveletek jellegét, telepítés helyét- mint infrastruktúrával ellátott repülőtér vagy

előkészítetlen terület-, a következő felosztás alapján kerületek meghatározásra az üzemeltetéshez szükséges minimálisan feltételek[4]:

- merevszárnyú repülőgépek/VFR üzemelés, nem ellenőrzött repülőtéren;
- merevszárnyú repülőgépek/VFR üzemelés, ellenőrzött repülőtéren;
- merevszárnyú repülőgépek/IFR üzemelés, ellenőrzött repülőtéren;
- nagysebességű harcászati repülőgépek üzemeltetése;
- helikopteres üzemelés VFR/IFR.

A telepíthető, hordozható fénytechnikai berendezésekkel szemben támasztott követelmény, egyrészt, hogy az ICAO szabványoknak és ajánlásoknak megfeleljenek másrészt a fent felsorolt üzemeltetési változatokat kiszolgálják.

A NATO Szabványosítási Ügynökség emellett további feltételeket rendel a hordozható, telepíthető eszközök műszaki paramétereit, valamint álcázása tekintetében [5].

Repülőtéri hordozható fénytechnikai berendezések

A hordozható fénytechnikai rendszerek használata, olyan repülőtéren indokolt, ahol nem tervezzük állandó, fixen telepített rendszerek kialakítását mivel ideiglenes, meghatározott időtartamra szól az üzemeltetés. Ebből következik, hogy korlátozott súlyú, méretű, korlátozott teljesítményen üzemeltethető, könnyen és gyorsan telepíthető, taktikai követelményeknek megfelelő fénytechnikai berendezések szükségesek. Telepítésüket kis létszámú szakemberrel, egyszerűen és gyorsan lehessen megoldani, és áttelepülés esetén, elbontásuk és újratelepítésük is gyorsan történhessen. A berendezések alkalmasak legyenek az ismételt újratelepítésre, szállításuk légi –és földi úton, katonai szállító járműveken, egyaránt biztosítható legyen. További követelmény, hogy a rendszer legnehezebb elemének mozgatásához egy ember ereje legyen elegendő.

Fénytechnikai rendszer típusa	*Látástávolság (Visibility=V)	* Számított legalacsonyabb látástávolság	Optimális telepítési idő	Működtetési időtartam
1	Éjjel V>7 km	2,2 km	20 perc	8 óra
2A (Látás utáni megközelítés)	Éjjel V>3,7 km	2,1 km (RWY) 4,4 km (APP)	60 perc	8 óra
2B (Műszeres megközelítés)	Éjjel V>0,8 km	0,6 km (RWY) 1,0 km (APP)	60 perc	8 óra
3	Nappal/Éjszaka V>0,4 km	0,5 km	8 óra	Folyamatos

1. táblázat Repülőtéri mobil fénytechnikai rendszer minimális üzemelési feltételei⁶

Megjegyzés: Habár a hordozható fénytechnikai rendszerek nem rendelkeznek olyan magas teljesítmény szintekkel, mint a fixen telepített fénytechnikai rendszerek, de a legtöbb közös vonással bírnak, a világítás színei és jelzései tekintetében.

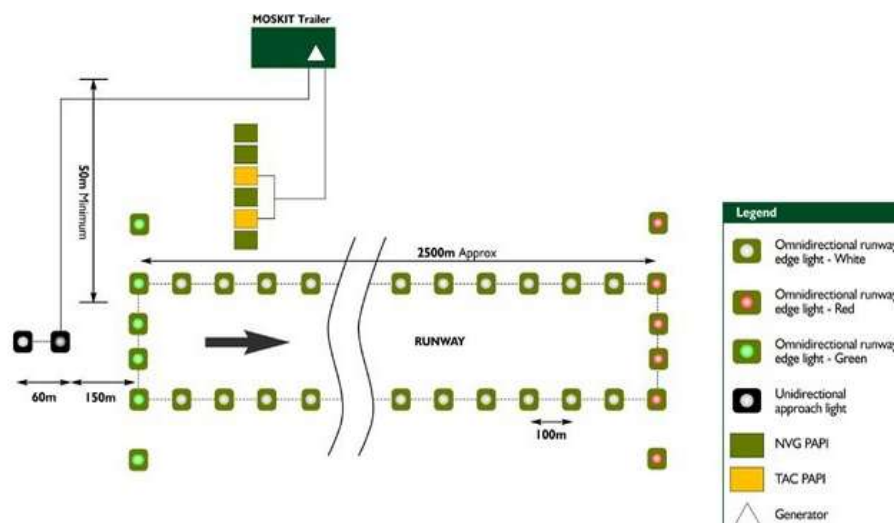
**Tájékoztató jellegű működési minimum feltételek, melyeket a repülőtér parancsnoka szabályoz.*

***Számított látástávolság érték, melyet a legalacsonyabb meteorológiai látástávolság mellett, az első fények megközelítését teszi lehetővé, de nem számol egyéb látható tartományokkal, melyek lehetővé teszik a megközelítéshez*

szükséges további azonosítást. Ezért az elhatározási magasság (Decision Height/Altitude - DH/DA) az egyes fénytechnikai rendszerek esetén műveleti sajátosságok alapján határozzák meg.

A táblázatból látszik, hogy nem mindegyik telepített fénytechnikai berendezés alkalmas a nappali és éjszakai üzemelésre, főleg korlátozott látástávolság mellett, kivéve ha APAPI (Abbreviated Precision Approach Path Indicator) berendezés is telepítése is megtörténik. A mobil fénytechnikai rendszer elemei attól függően, hogy milyen típusú és mennyiségű léggépjárműveket kívánnak üzemeltetni valamint melyik napszakban és időjárási körülmények között az adott repülőtérrel, a következő módozatok lehetségesek:

- minden irányból látható (Omini directional) – futópálya szegély fények;
- egy irányból látható (Unidirectional) – megközelítési, bevezető fények;
- két irányból látható (Uni-bidirectional) – megközelítési, magas intenzitású bevezető fények.



1. ábra Mobil pályaszegély, bevezető és vizuális precíziós megközelítést biztosító fények⁷

Amennyiben az ideiglenes repülőtérén gurulótak is kialakításra kerültek, azokat kék fényt kibocsájtó mobil lámpatestekkel kell ellátni, melyeket 60 m, vagy annál kisebb távolságra legyenek telepítve.

A repülőtérén található akadályok fényei, szabvány [3] szerint piros színű lámpával kell jelölni. A harcászati repülőgépek ideiglenesen telepített elfogó kábelének jelzésre szolgáló sárga markereket is együtt telepítik a mobil vagy fix fénytechnikai rendszerrel, a pálya szélétől meghatározott távolságokra.

Repülőtéri jelek, jelzések:

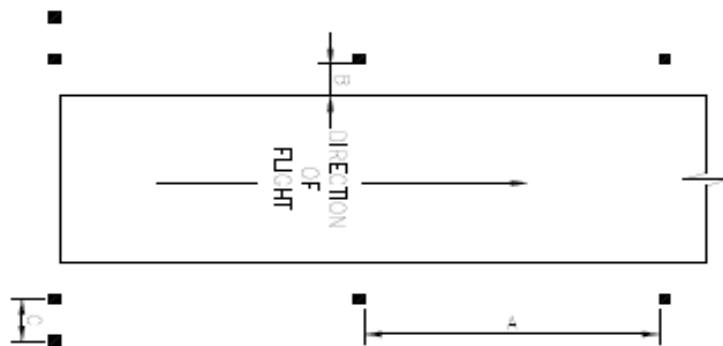
A futópálya és gurulóút jelzései, az állandó repülőtérnek esetében meghatározott szabványok [3][6] alapján kerülnek felfestésre. A telepíthető repülőtérnek esetében azonban a felfestések, jelzések kivitelezése nem mindig megvalósítható és szükségszerű. A felfestések, jelzések láthatóságával szemben támasztott követelmény, hogy nappal 3,7 km látástávolság mellett észrevehetőek legyenek. Amikor egy repülőtérrel vagy leszállóhelyet mobil vagy felfestett jelzésekkel

⁷ <http://www.metalite-aviation.com/military/runways/r12.html>

látnak el a munkaterületen való tájékozódás megkönnyítésére, azoknak biztosítaniuk kell a futópálya és a guruló utak közvetlen közelében az akadálymentességet. Azokon a repülőtereken, ahol a mobil jelzések használata mellett döntenek, a futópályák oldal és hosszúsági határait, a gurulásra szolgáló területeket, valamint a légi járművek által használt egyéb területeket is el kell látni azokkal. A repülőtéri mobil jelek, jelzések telepítése, abban az esetben könnyen megoldható, ha azokat vagy légiszállítás útján vagy helyi forrásokból tudják biztosítani. Anyagukkal szemben támasztott további követelmény, hogy a földfelszín feletti részek törhetőek legyenek, meghatározott tartományon belül jól láthatóak, feltűnőek legyenek, valamint a hajtómű gázkiáramlás sem károsítsa meg őket. A jelek magassága a földfelszín feletti 40-45 cm-t ne haladja meg. Színe és kontrasztja illeszkedjen a környezet színvilágába. Elhelyezésük alkalmas legyen arra, hogy a pilóta négyzetes látóterének 0,35 m²-es területébe látható legyen. A gurulóút jelek esetén ez 0,3 m².

A futópálya jelzések kötelezőek:

- egymással szemben kell elhelyezni, a futópálya mindkét oldalán 300 m (100 láb)-t nem meghaladó távolságra egymástól;
- a futópálya szélétől 4,5 m (15 láb) távolságra, leszállómező esetén közvetlenül annak a szélére is telepíthető;
- a futópálya küszöböt ennek megfelelő jelzéssel kell ellátni, mint a futópálya végének a jelzését is.



2. ábra Futópálya jelzései⁸

A guruló utakat is kötelező jelzéssel ellátni:

- a gurulóút mentén egymással szemben mindkét oldalon, kivéve a kanyarokban;
- a jelzések közötti távolság 60 m (200 láb) az egyenes szakaszokon, a kanyarokban 30 m (100 láb)-ra csökkenthető a távolság;
- a várópontot dupla jelzéssel, 30 m (100 láb)-al a futópálya széle előtt, mindkét oldalon elhelyezik.

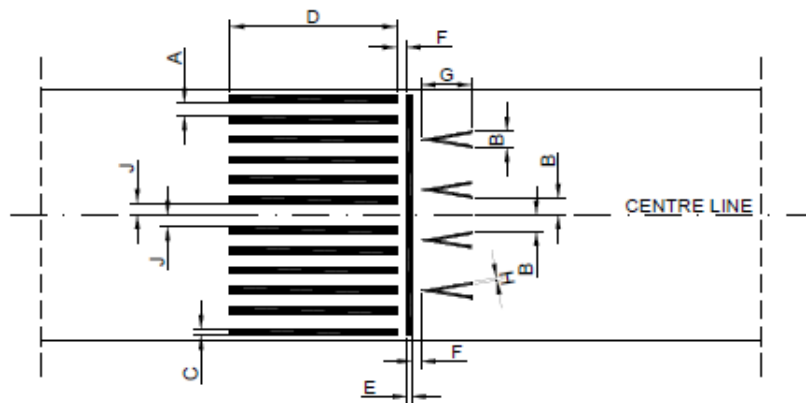
⁸ STANAG3534 Annex G

További jelzésekkel, látják el azokat a területeket, ahol a légi járművek mozognak, parkolnak. A terület széleit, légi járművek egymástól való optimális távolságát jelölik, habár alkalmazásuk nem kötelező.

Repülőtéri jelek álcázása

A repülőtéri jelek, jelzések álcázásával, vagy észrevehetőségük csökkentésével kapcsolatban olyan intézkedéseket kell foganatosítani, melyek hozzájárulnak a repülőtér teljes álcázásának megvalósításához. Az rejtési módokat békeidőben célszerű gyakoroltatni az üzemeltető állománnyal, ahhoz, hogy szükség esetén ne okozzon nehézséget az álcázási feladatok végrehajtása. Repülésbiztonsági okokból, nem minden repülőtéren alkalmazzák a jelek, jelzések álcázását, többnyire ahol polgári vagy nem NVG képes légi járművek is repülnek.

A fő és alsóbbrendű futópályát a következő jelekkel kell ellátni:



3. ábra Áthelyezett küszöb jelzései⁹

- a futópálya középvonal fehér színű szaggatott, azonos hosszúságú hosszanti csíkokkal (100 láb (30 m) × 6 inch (15 cm)) kell jelölni, melyek azonos (60 láb (18 m)) távolságra vannak egymástól;
- áthelyezett küszöb esetén, vagy ahol a megközelítési terület vonalában is előfordulnak légi jármű mozgások, a futópálya középvonala nem kerül felfestésre;
- a futópálya küszöböt a középvonallal szimmetrikus hosszanti csíkok jelzik;
- áthelyezett küszöb esetén, vagy ahol a megközelítési terület vonalában is előfordulnak légi jármű mozgások, az áthelyezett küszöb jelzésére négy ék alakzatot és áthelyezett keresztvonalat alkalmaznak (3. ábra);
- a futópálya számozását nem jelölik;
- a földtérési területet szintén nem jelölik;
- a futópálya oldalsávját nem jelölik;
- az elfogókábel helyét sem jelölik.

A guruló utak jelzése, álcázás esetén is kötelező, a gurulóút felszínén, sárga színnel az ICAO szabványnak megfelelően. A középvonal felfestése csak a kritikus területeken, kereszteződésekben, kanyarokban jelenik meg. A jelzésnek egyértelműen kell jelölnie a futópálya vagy gu-

⁹ STANAG3534 Annex L

roló utak szabaddá tételének a távolságát, ami általában a gurulóút szélességének másfélszerese. A várópontot egyértelműen jelezni kell, nem elhanyagolható, a gurulóút szegélyének jelzésével ellentétben.

A rejtésnél használatos anyagok, festések nem fényvisszaverő anyagból készülnek. Amennyiben szükséges, a már meglévő jelzéseket is át kell festeni, melyek színe vagy láthatósága harmonizál, beleolvad a környezet színvilágába.

MOBIL NAVIGÁCIÓS BERENDEZÉSEK

MMLS (Mobile Microwave Landing System), a telepíthető műveleti repülőtérről leszállító berendezése

A műveleti területeken végrehajtott légi műveletek mindig kihívás elé állítják a tervezőket és a műveletekben résztvevő személyzeteket. Különösen igaz ez akkor, ha a tervezés és végrehajtás elmaradott területeken történik.

2001 októberében érkeztek az első amerikai katonák az „Operation Enduring Freedom”¹⁰ keretében Üzbegisztán egyik repülőterére. A repülőtér előretolt bázisként került kijelölésre az afganisztáni terrorista ellenes műveletek során. A repülőtér berendezései a vártaknak megfelelően teljesen elavultak voltak, nem biztosították a műveletek végrehajtását. A leszállópálya nem volt rossz állapotban, ám a toronyban lévő berendezések, a hidegháborús 1950-es éveket képviselték. A repülésirányító radarok állapota és jellemzőik nem voltak megfelelőek az amerikai elvárásoknak, és ez veszélyeztette volna a repülésbiztonságot egy olyan területen, ahol gyakoriak a homokviharok és egyéb szignifikáns időjárási jelenségek. Mindezek mellett közeledett a tél, amikor alapvetően műszeres meteorológiai körülményekre kellett számítani, alacsony látástávolságokkal és felhőalappal. A megoldást a problémára a mobil, telepíthető MLS rendszer jelentett [7].



4. ábra AN/TRN-45 MMLS¹¹

Az MLS már számos békefenntartó misszióban került alkalmazásra, így Boszniában is, ami kellő tapasztalatot jelentett az alkalmazás tekintetében. A műszeres leszállító rendszerek tekintetében

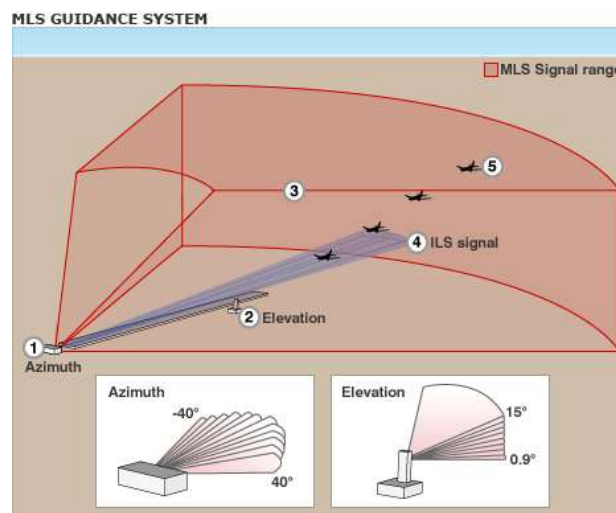
¹⁰ OEF: Az amerikai védelmi minisztérium afganisztáni háborúra vonatkozó összefoglaló neve

¹¹ http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/systems/images/an-trn-45_020204_21.jpg, 2015.04.01.

az ismertebb és mind a katonai, mind a polgári légiközlekedésben gyakrabban alkalmazott berendezés az ILS (Instrument Landing System), ám az MLS-sel szemben számos hátránya is van.

Ilyen például, a szűk irányzás és siklópálya jelek vételi területe, a telepítési helyre való érzékenysége, és az is, hogy csak szűk frekvencia tartományban üzemeltethető, ami miatt egyes területeken interferencia alakulhat ki. Az ILS antennákkal szemben, az MLS berendezés antennái jóval kisebbek a magasabb frekvencia használata miatt. Az utóbbi javára írható, hogy az eszközt nem kell a pálya vonalában telepíteni, szinte bárhová telepíthető a repülőtér területén.

A katonai felhasználásban a megoldást az amerikai Légierő Textron AN/TRN-45 (4. ábra) MMLS-e jelentette, amit kifejezetten a műveleti területeken történő gyors telepítésre terveztek. Az MLS amerikai verzióját az FAA (Federal Aviation Authority), a NASA (National Aeronautics and Space Administration) és NSA (National Security Agency) együttműködésében került kifejlesztésre. A precíziós leszállító berendezés azimutális, magassági és távolsági jeleket biztosít a leszálló légi jármű számára, illetve hátsó „mellékszirmokat” a megszakított megközelítés végrehajtásához. A magas, 5,03–5,09 GHz közötti működési frekvencia biztosítja a zavarvédeltséget és kizárja az interferenciák lehetőségét is. A rendszert három katona képes szállítani és egy órán belül telepíteni is. További előnye a könnyű telepíthetőség mellett, hogy távvezérelhető és működése önállóan, más rendszerektől függetlenül is megvalósítható. Szállítása megoldható légi- és földi úton egyaránt 15 percen belül telepíthető és működésre kész. A hajófedélzeti változat (amely kompenzálja a hajó mozgását) már sikeresen bizonyított az amerikai repülőgép hordozókon is. A leggyakoribb konfigurációban a siklópálya és irányszög jeleket biztosító antennák egy helyre kerülnek telepítésre, általában oda, ahová az ILS siklópálya antennáját telepítik. Megoldható az is, hogy az azimutális információt biztosító antennák a pálya leszállás oldali végére kerüljenek telepítésre. A rendszer azimutálisan ± 40 fokot fed le, a magassági vezetés pedig 0,9–15 fok között lehetséges. optimális körülmények között a hatótávolság 15 tengeri mérföld.



5. ábra Az MLS rendszer fedésterülete¹²

¹² http://newsimg.bbc.co.uk/media/images/45601000/gif/_45601039_runway3_inf466.gif, 2015.04.03.



Az MMLS-t már öt éve rendszeresítették az Amerikai Egyesült Államok Légierője által üzemeltetett repülőtereken, és a tengerentúli műveletek során. Állandó jelleggel telepítették az arkansasi Little Rockban, és a németországi Ramsteinben is, míg máshol csak ideiglenes jelleggel használták, majd a műveletek végeztével elbontásra kerültek. Így történt az albániai Tirana repülőterén is, ahol napi 24 órán keresztül biztosította a katonai és egészségügyi anyagokat szállító C-17 repülőgépek leszállását a koszovói NATO műveletek során. Jól mutatja a berendezés alkalmazhatóságát akár szélsőséges időjárási körülmények mellett is, hogy a Ross-tenger jégből álló leszállópályájára, és az alaskai Mc Murdo Állomás területére is ezt a változatot telepítették.

A berendezés nem csak az Államokban, de Európában is rendszeresítésre került. Így 2000 júliusában az olasz légierő beszerezte az első berendezést. A rákövetkező két évben nemcsak a légierő, de a szárazföldi csapatok is vásároltak két – két további eszközt.

A megfelelő működéshez azonban a légijárművek fedélzetén az MLS jelek vételére alkalmas berendezés szükséges, mivel az MLS jelek frekvenciája más, mint a szabvány ILS jeleké. Az US Air Force 1999 és 2000 között kilenc RC-135-ös felderítő repülőgépet látott el a Rockwell Collins cég által készített - Multi-Mode Receiver - precíziós navigációs és leszállító berendezéssel, amely az MLS jelek vételét biztosítja. Ezen felül minden repülőgép kapott két – két GNLU-920-as vevőberendezést is, melyek a hagyományos ILS vevők funkciói mellett képesek az MLS, illetve a GPS alapú leszállító rendszer jeleinek vételére is. A flotta modernizációja ezek után a műveleti feladatokra kijelölt 126 darab C-5-ös repülőgéppel folytatódott, melyek fedélzeti berendezéseit alkalmassá tették mind a VOR, MLS, ILS, illetve a GPS alapú leszállító rendszer (GLS-GPS Landing System) jeleinek feldolgozására [8].

A Rockwell Collins cég nemrég olyan fedélzeti vevőberendezést (MMR) tesztelt, mely egy egységben képes a jelenleg használt MMLS, ILS, VOR, GPS, illetve GLS jelek vételére, és feldolgozására. A teszt során az Egyesült Államok és Európa 12 polgári és katonai repülőterén, több mint 100 MLS leszállást hajtottak végre sikerrel, négy különböző gyártó által épített MLS földi adó jeleinek vételével.

Összességében megállapítható, hogy műveleti területen történő alkalmazása során nagy előnyökkel rendelkezik az MMLS rendszer. Előnye a széles fedésterület, az interferenciákkal szembeni védettség, illetve a kis méret és gyors telepíthetőség. A jövőbeni elterjedést szavatolja továbbá az a tény is, hogy a modern ATM rendszerek fejlesztési vonalába esik a többfunkciós fedélzeti vevők által biztosított jelek vétele miatt, illetve támogatja a repülőterek érkezési eljárásainak rugalmas tervezését. Hátrányként egyedül a földi jelek vételéhez szükséges fedélzeti berendezések cseréjét lehet megemlíteni, ám egy fejlett védelmi (honvédelmi) rendszer esetében ezek az összegek elhanyagolhatóak a jövőbeni megtérülés hasznaihoz képest, főleg műveleti területen.

TACAN (Tactical Air Navigation) rendszer a telepíthető repülőtereken

Általánosságban elmondható, hogy egy műveleti repülőtér kialakítása során a telepítés négy fázisból áll. Az első a futópálya kiválasztás, kialakítás, amikor kijelölik a területet, ahol repülőteret akarnak üzemeltetni a műveletet végrehajtók, vagy kialakítják a gyorstelepítésű futópályát. A második az alkalmassá tétel, amikor felépül minden olyan infrastruktúra, amely szükség-

ges, ahhoz, hogy a repülőtér minden körülmény között tudjon üzemelni (éjszaka, műszeres körülmények között). A harmadik az eljárások, esetlegesen repülőtérrend kidolgozása. Negyedik lépés a próbaüzem, vagy berepülés.

A második lépéssel foglalkozunk mélyebben a TACAN rendszerrel kapcsolatban, mert ebben az időszakban van fontos szerepe a gyors telepítésű eszközöknek (5. kép) a repülőtér kialakítása során. Amikor az infrastruktúrákat telepítik egy repülőtéren, el kell dönteni, hogy az adott repülőtérnek milyen funkciója lesz. Ha elegendő, hogy nappal, jó látási és időjárási körülmények között üzemeljen a légi kikötő, akkor lényegesen rövidebb az építési és kialakítási időszak. Azonban, ha a kitűzött cél, hogy a felsoroltaktól eltérő időszakban is működjön a repülőtér, akkor ismét több kérdés merül fel. Elsősorban fénytechnikai eszközöket kell telepíteni, illetve navigációs berendezéseket.

Annak ellenére, hogy a haderőnek már lassan évtizedek óta rendelkezésére áll a műholdas navigációs rendszer, mai napig találkozunk a katonai repülésben régi eszközökkel, amelyek, bár rendelkeznek műholdas jellevő berendezéssel, mégsem képesek az útvonalpont alapú körzeti navigációra, vagy egyáltalán nincsenek felszerelve ezekhez hasonló eszközökkel.



6. ábra Utánfutóra szerelt TACAN berendezés¹³

Az 1950-es évek végén az Egyesült Államokban megjelent az igény egy gyorsan telepíthető, kompakt távolság- és irány-jeladó berendezésre, amely egyaránt alkalmas útvonal- és nem precíziós megközelítés navigációra.

A VOR/DME (VHF Omnidirectional Radio Range/ Distance Measuring Equipment) berendezésekhez hasonlóan, amelyek elsősorban a polgári repülésekhez készültek, a TACAN is VHF tartományban működik, sőt távolságjeladó komponense teljesen megegyezik a DME-ével. Ezt így a polgári repülőgépek is képesek használni szükség esetén.

Habár legtöbb esetben a TACAN-ok VOR/DME berendezésekkel együtt vannak telepítve, amely állomásokat VORTAC-nek nevezünk, így nincs szükség arra, hogy civil gépek használják ezt a lehetőséget [10].

¹³ (http://eriktronik.com/images/gosteri/SAM_0701.JPG)



7. ábra VORTAC berendezés¹⁴

Érdekesség, hogy a VOR/DME állomások használatához frekvenciákat tesz közzé az üzemeltető, addig a TACAN-ok esetében csatornák alapján azonosítják a légi járművek az állomásokat. Pontosságban a mérleg nyelve jócskán a katonai változat irányába mozdul el, elméletileg kilencszer pontosabb, mint a VOR, habár a gyakorlat azt mutatja, hogy ez inkább háromszorosa a valóságnak, ám ilyen módon is erősebb a TACAN. Számszerűsítve a pontosság 1 fok vagy 63 méter, 3,47 kilométer távolságon, amely a távolság növekedésével egyenesen arányosan romlik. A távolságot szolgáltató komponens pontossága 926 méteres. Ez lényegében megegyezik az átlagos DME-k hasonló képességeivel. A TACAN közel 400 mérföldes távolságban is képes szolgáltatni a távolságadatokat. Természetesen minél modernebb a berendezés, annál pontosabb adatot szolgáltat [10][11].

A rendszer előnyös tulajdonsága a kompakt kivitelezése és mérete a VOR-hoz képest, hiszen egy ilyen polgári egység hatalmas helyet foglal el. Megjegyzendő, hogy az előbbiekből is adódnak, hogy alapvetően mobil képességek részeként alkották a TACAN-t. Elsősorban konténer tetejére, vagy hajófedélzetre, illetve utánfutóra tervezték a rendszert.

Hátrányos tulajdonsága, hogy nem képes korlátozni a kisugárzását, amely egy EMCON (Emission Control) eljárás esetén problémás lehet, illetve a kisugárzást nem lehet titkosítani sem. A kisugárzásuk alatt jól támadhatóak lennének ezek az eszközök, de megoldható, hogy csak kérésre kapcsol be a berendezés. Ugyanakkor kijelenthető, hogy DGPS (Differential Global Positioning System) rendszerek lényegesen pontosabb helyadatot képesek szolgáltatni [11].

Azonban a legnagyobb probléma esetünkben, hogy polgári légi járművek esetleges fogadása esetén nem alkalmas navigációs segítség nyújtására. Ez nem csupán azért problémás, mert megfordulhatnak bizonyos esetekben polgári repülőgépek is hadműveleti területeken és repülőbázisokon is, amelyekre volt példa a közelmúltban a különböző műveletek végrehajtása esetén.

Ugyanakkor gyakran a repülőterek, amelyek műveleti bázisokként üzemelnek sokszor közös polgári-katonai légi kikötők. Arról nem is beszélve, hogy az évről évre csökkenő védelmi költségvetésre válaszul sok haderő polgári légitársaságokon keresztül oldja meg a személyszállítási,

¹⁴ (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/VORTAC_TGO_Aichtal_Germany_01.JPG)

sőt bizonyos esetekben teherszállítási kapacitás hiányait. Olyan gyakorlat is kialakult elsősorban az afganisztáni válságkezelés során, hogy polgári légitársaságokat béreltek hosszútávra, akár évekre bizonyos nemzetek, annak érdekében, hogy állami célú repüléseket bonyolítsanak le. Ezekben az esetekben különös extrémítás, hogy sokszor a végrehajtó hajózó személyzet is polgári pilótákból állt fel, ilyen esetekben különleges feladatokat hárítva a repülőtereket és repüléseket ellenőrző szakszemélyzetre.



8. ábra VOR/DME berendezés¹⁵

BEFEJEZÉS

Összességében levonható az a konzekvencia, hogy nagyon jó berendezések állnak rendelkezésre navigációs szempontból, mégsem kifejezetten pontosak ezek, illetve katonai szempontból aggályos a felhasználásuk. Kiemelkedő probléma, hogy polgári légitársaságok nem képesek ezeknek a rendszereknek a jeleit feldolgozni minden esetben. Megoldási lehetőség, ha a rendelkezésre álló felülettérképezési és globális navigációs műhold adatokat használjuk fel. Ezek a rendszerek, ha előfizetéssel vásároljuk meg, akkor képesek akár linárisan, a világon bárhol 30 méteres pontossággal dolgozni és helyadatot szolgáltatni. Azonban az Egyesült Államokkal szövetséges államok kaphatnak közös műveletekben akár méteres pontosságot elérő műszereket is. Az előbbi adatok a garantált pontosságra tértek ki, de papírforma szerint a DGPS akár deciméteres pontosságot is képes szolgáltatni. Ezeknél kevésbé pontos eszközök is teljesen elegendőek, ahhoz, hogy megfelelő pontosságot adjanak nem precíziós megközelítésekhez. Habár a mai napig léteznek olyan repülőterek, amelyeken nem engedélyezett GPS alapú RNAV eljárás útvonalpontokkal, mégis a jövő ebbe az irányba mutat [12].

Érdekesség és erősíti az előbbi kijelentést, hogy a SESAR program során is kidolgozásra került egy olyan rendszer, amely precíziós megközelítést tesz lehetővé és globális műholdas navigációs rendszer alapon működik, ez az Approach Procedure with Vertical Guidance. Amely része az AMAN (Arrival Management) csomagnak a SESAR Solutions-ön belül.

¹⁵ (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/D-VOR_PEK.JPG)



FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] AIR TRAFFIC MANAGEMENT COMMITTEE (ATMC)-SMART DEFENCE INITIATIVES UNDER THE ATMC-DAAM CONCEPT-(AC/92-N2012-0009), NATO UNCLASSIFIED
- [2] SMART DEFENCE MULTINATIONAL PROJECTS;
2014.06.14.http://www.nato.int/nato_static/assets/pdf/pdf_2014_06/20140602_140602-Media-Backgrounder_Multinational-Projects_en.pdf
- [3] ICAO Annex 14-Volume I.-5.3 Légiforgalmi földi fények
- [4] STANAG 7210-AEP68, GUIDANCE OF THE SELECTION OF STANAGS FOR DEPLOYED AIR OPERATION SERVICES, 1-March, 2015, <http://nsa.nato.int>
- [5] STANAG 3534-AIRFIELD LIGHTING, MARKING AND TONE DOWN SYSTEMS FOR NON-PERMANENT, DEPLOYED OPERATIONS; <http://nsa.nato.int>
- [6] STANAG 3158-DAY MARKING OF AIRFIELD RUNWAYS AND TAXIWAYS-ED8, <http://nsa.nato.int>
- [7] <http://www.thefreelibrary.com/Landing+aids+for+bare+bases%3A+the+war+in+Afghanistan+has+seen+US...-a090256992>
- [8] <http://quizlet.com/15527389/025-deployable-air-traffic-control-and-landing-systems-datcals-flash-cards/>
- [9] <http://www.defense-aerospace.com/article-view/release/2935/textron-delivers-landing-systems-to-italy-%28sept.-11%29.html>
- [10] Albert Helfrick: Principles of Avionics, 2009 June
- [11] Department of Transportation and Department of Defense: Federal Radionavigation Systems, 2005 November
- [12] www.gdgps.net