

Domán László¹

A NAGYJAVÍTOTT MI-24 TÍPUSÚ HELIKOPTEREK KOMMUNIKÁCIÓS ESZKÖZEINÉL TÖRTÉNT FEJLESZTÉS MEGVALÓSÍTÁSA

MODERNIZATION OF THE MI-24 HELICOPTERS' COMMUNICATION SYSTEMS AFTER THEIR OVERHAULING

<https://doi.org/10.30583/2020.3.008>

Absztrakt

*A szerző a cikkben egy rövid történeti összefoglalót követően bemutatja a Magyar Honvédség Légijármű Javítóüzem szakemberei által a nagyjavított Mi-24P és Mi-24V típusú helikopterek **R863M1** típusú VHF/UHF fedélzeti rádióállomásainak repülés közben is alkalmazható elektronikus programozására, szabad hangolására kifejlesztett hangolóblokkot, amely támogatja az éjjellátó képességgel rendelkező hajózősisakok alkalmazását is. Rávilágít a 2018-ban ismét alkalmazásba vett helikopterek esetében a kifejlesztett berendezés fedélzetre történő beépítésének okára, emellett bemutatja az eszközzel szemben támasztott alkalmazói követelményeket. Ismerteti a fejlesztés mérföldköveit és ezek nehézségeit. Végezetül összefoglalja a fejlesztéssel kapcsolatos további feladatokat.*

Kulcsszavak: levegő-föld beszédüzemű kommunikáció, rádióállomás, éjjellátó készülék, fejlesztés, tesztelés

Abstract

After a brief historical summary, the author introduces an electronically programmable unit developed by Hungarian Defense Forces Aircraft Repair Plant for VHF/UHF airborne radio system flight radio stations of the modernized Mi-24P and Mi-24V helicopters. He highlights the importance of this on-board equipment, as well as classification requirements. He overviews the development's milestones and their difficulties. Finally, he summarizes the expected next tasks related to the development.

1 Domán László őrnagy, Nemzeti Közszerológati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: doman.laszlo79@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4472-2609

Keywords: air-ground voice communications, radio transceiver, night vision goggle, development, test

Bevezetés

Eddig számos publikáció, újságcikk jelent meg a Magyar Honvédség Mi-24 típusú harci helikoptereinek nagyjavításával kapcsolatban. Az írásos anyagok között találhatók olyanok, amelyek a helikopterek lehetséges további fejlesztésével foglalkoznak. Elemzéseket végeznek a harci helikopterek legfontosabb jellemzőire, továbbá rámutatnak arra, hogy mely fedélzeti rendszerek korszerűsítése indokolt és lehetséges [1].

2018-ban a nagyjavításból átvett helikoptereken számos fejlesztés megvalósult, többek között alkalmassá váltak éjjellátó készülék használatára, a régi **R-863** fedélzeti rádióállomás helyett 2 készlet **R-863M1** típusú modernebb, 8,33/25 kHz frekvenciakiosztású VHF/UHF-sávú rádióállomás került beépítésre. A rádióállomások ugyan korszerűsödtek, de az üzemi frekvencia beállítása körülményesebbé vált, amely a frekvenciamobilitásra és közvetve a repülés biztonságára is hatással van. Ennek magyarázata röviden a következő:

A helikopterekben a rádióállomás kezelőpultjának elhelyezésére rendelkezésre álló hely – a láthatóságra, kezelésre tekintettel – erősen korlátozott. Jelen esetben az egyik állomásnál maradt az eredeti elhelyezés, csupán csak a régi **10je** („**10e**”) típusú kezelőpult helyett az új **10dM** („**10dM**”) típusú azonos méretű kezelőpult került beépítésre.

A **10dM** („**10dM**”) kezelőpulton az üzemi frekvenciák tárolása a régi **19-1a** jelölésű **ZU** („**ЗУ**”)² mechanikus hangolóblokk – hangolókulccsal történő, kizárólag a repülések megkezdése előtt – programozásával lehetséges (1. ábra). A 8,33 kHz frekvenciaháló szerinti kiosztás hangolásához, illetve az előre programozásához külön hangolótáblázatot kell használni, amely időigényes és szakértelmet követel. Ez a megoldás növeli a tévesztés lehetőségét. Lehetetlenné teszi a repülés közbeni, a helikopter repülésre történő előkészítése folyamán még nem tervezett és nem rögzített új frekvencia beállítását, végső soron repülésbiztonsági kockázatot is jelent.

2 ЗУ - запоминающее устройство – hangoló / tároló egység

Felmerült az igény az eredeti **R-862/863** típusú 25 kHz frekvencia-kiosztású rádióállomásokhoz a Magyar Honvédség Légijármű Javítóüzemben (továbbiakban: MH LéJü) 1998-ban [3] kifejlesztett, nagyobb mennyiségben legyártott és rendszeresített, a gyakorlatban jól bevált **ZU-M** elektronikus hangolóblokk (2. ábra) adaptálására az új rádióállomáshoz. Ez a hangolóblokk módosítás nélkül alkalmatlan volt az új **R-863M1** [4] rádióállomáshoz. Az inkompatibilitás egyik oka a frekvenciatartománytól függő 8,33/25 kHz frekvenciaháló szerinti kódolás.



1. számú ábra. 19-1a „3У” (ZU) mechanikus hangolóblokk [2]



2. számú ábra. A 19-1a '3У' (ZU) mechanikus és ZU-M elektronikus hangolóblokkok egymás mellett, készítette a szerző

További gondot jelentett a **ZU-M** elektronikus hangolóblokk frekvencia és programszám vörös fényű kijelzője, amely nem illeszkedett a

helikoptervezető-fülke kialakított, **NVG³** kompatibilis belső világításához. A továbbfejlesztett, új hangolóblokk kijelzéssel szemben az elvárás az **AN/AVS-9** típusú, a **MIL-STD-3009** szabványnak [5] megfelelő **Type 1** és **Class A** követelmények teljesítése. A megoldást ebben az esetben a kijelzők és néhány azokhoz kapcsolódó alkatrész cseréje jelenti.

A publikáció egy olyan konkrét fejlesztés megvalósítását kívánja bemutatni, amelyet magyar mérnökök munkájának eredményeként az MH LÉJü valósított meg.

A légiforgalmi irányítás és a repülőeszközök közötti verbális kommunikáció szabályozása és az éjjellátó készülékekkel (NVG) való kompatibilitás előírásai

A légiforgalmi irányítást támogató levegő-föld információváltás hagyományosan a pilóta és a légiforgalmi irányítók közötti azonnali hangkommunikáción alapul, az analóg amplitúdó modulált (A3) VHF-sávú (117,975–137,000 MHz) hírközlés felhasználásával.

1992 óta a frekvenciák elosztása, kiosztása összhangban van a NATO Joint Civil/Military Frequency Agreement-tel⁴ [6], amely alapján a katonai légiforgalom- irányítás a 225,000–399,975 MHz UHF- sávot is üzemszerűen használja.

Várhatóan a polgári légiközlekedésnél a 2035-ös év előtt az alternatív digitális alapú hangkommunikációs technológiák bevezetése nem várható, előreláthatólag továbbra is az ITU⁵ által kiosztott [7, p. 85] 117,975–137,000 MHz-ig terjedő VHF- sávot fogják használni a levegő-föld verbális kommunikációra. Ezenkívül ezt a frekvenciasávot használják az olyan intelligens közlekedési rendszerek is, mint például CPDLC⁶, a pilóta és a légiforgalmi irányító közötti szöveges üzenetváltásokat lehetővé tevő alkalmazás is.

3 NVG – night-vision goggle – éjjellátó készülék

4 NATO NJFA - NATO Joint Civil/Military Frequency Agreement - NATO Közös Polgári / Katonai Frekvencia Megállapodás

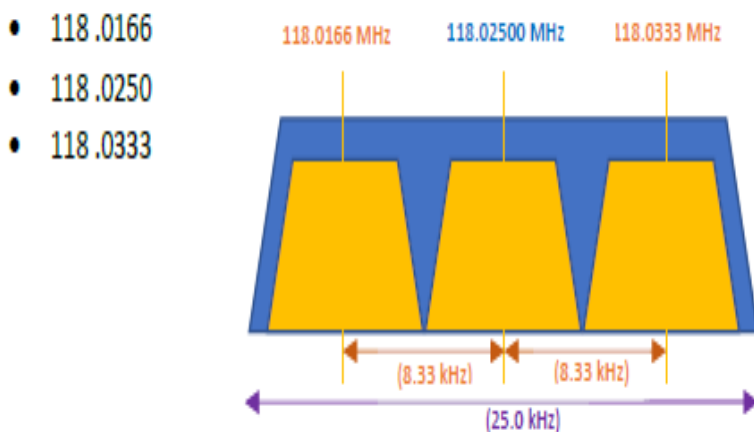
5 ITU - International Telecommunication Union - Nemzetközi Távközlési Egyesület

6 CPDLC - Controller-Pilot Data-Link Communications - szöveges üzenetváltásokat lehetővé tevő alkalmazás

Az 1990-es években a légiforgalom növekedése miatt a további hangcsatornák iránt folyamatos igény mutatkozott, főként az ICAO⁷ európai régiójában, ennek következtében – ezekben a légterekben – 1999 októberétől kötelezővé vált a 245-ös repülési szint (FL245 – Flight Level 245) feletti repülések esetében a 8,33 kHz csatornatávolságú hangkommunikáció.

2002 októberétől ez a légtér kibővült, majd ezt követően az Európai Községek Bizottsága (továbbiakban: Bizottság) „1265/2007/EK rendelete a levegő-föld beszédüzemű kommunikáció csatornatávolságára vonatkozó követelményeknek az egységes európai égbolt keretében történő megállapításáról” [8] szóló jogszabálya alapján, 2007. október 27-től minden olyan légijárművet, amely az európai légtérben a 195-ös repülési szint, tehát 18 000 láb (kb. 6000 m) felett repül, fel kell szerelni 8,33 kHz csatornatávolságú rádióval [9, p. 7].

Az új, bővített frekvenciahálóban a 25 kHz-es tartományt 3 db azonos részre osztották, így 8,333 kHz lett a szomszédos csatornák közötti frekvenciakülönbség, azaz az eredeti sáv szélességbe 3 db csatorna került a 3. ábrán látható módon. Ez a korábbiaktól eltérő számozási és kijelzési sémát eredményezett.



3. számú ábra. A plusz csatornák létrehozása [10]

A kijelzőn a tizedesponntól balra lévő három szám a **MHz**-ket, a jobb oldali három pedig a **kHz**-ket jelzi. Az újabb csatornák frekvenciája a tört értékek miatt csak további számjegyekkel lenne

7 ICAO - International Civil Aviation Organization - Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet

megjeleníthető, ahol ezek a „kHz” tört részét mutatnák. A pontos frekvencia ilyen formában történő megadása könnyen tévesztéshez, hibás beállításhoz vezethetne.

Ennek elkerülése érdekében az „ICAO 10. Függelék II. Kötet – Légitforgalmi távközlés: Összeköttetési eljárások” módosításra került, amely 2005. november 24-én lépett hatályba. A dokumentum tartalmazza a szükséges eljárásokat a VHF sávú forgalmazás esetére és előírja a 6 számjegyű kijelzés („XXX. xxx” – „MHz. kHz”) kiejtésének módját [10, p. 30].

A következő változtatás a Bizottság „1079/2012/EU végrehajtási rendelete a levegő-föld beszédüzemű kommunikáció csatornatávolságára vonatkozó követelményeknek az egységes európai égbolt keretében történő megállapításáról” [11] hatályba lépését követően kezdődött, amely előírja a 195-ös repülési szint alatti légtérben is a 8,33 kHz csatornatávolságon alapuló levegő-föld beszédüzemű kommunikáció használatát.

Összhangban az Európai Unió jogalkotással, a levegő-föld beszédüzemű kommunikáció előírásait a magyar légtérben és repülőterein végrehajtott repülések során az „56/2016. (XII. 22.) NFM rendelet a Magyarország légterében és repülőterein történő repülések végrehajtásának szabályairól” tartalmazza [12].

Az éjjellátó készülékek és a pilótafülke műszerfényeinek, világításának összeférhetősége

Az NVG- kompatibilitás előírásait az Amerikai Egyesült Államok védelmi minisztériumának kiadványa a „MIL-STD-3009 Lighting, Aircraft, Night Vision Imaging System (NVIS⁸) Compatible” [5] szabvány írja elő. A dokumentum meghatározza a légijárművek kijelzőinek kibocsátási jellemzőire vonatkozó követelményeket, amelyeket éjjellátó képalkotó rendszerekkel való használatra terveznek. A dokumentum minden rendszerre, alrendszerre és alkatrészre vonatkozóan tartalmaz előírásokat, amely a szükséges megvilágítást fogja biztosítani a repülőgépeken, de fontos megemlíteni, hogy nem tartalmazza az általános világítástechnikai szabályokat.

8 NVIS - Night Vision Imaging Systems – éjjellátó képalkotó rendszerek

A szabvány célja azon követelmények és tesztesési eljárások biztosítása, amelyek segítik az éjjellátó képalkotó eszközökkel való kompatibilitást és a szabványosított belső világítás megvalósítását.

A ZU-M1r hangolóblokk fejlesztésének megvalósulása

A már említett 2018-as nagyjavítást követően, a bevezetésben leírt követelmények teljesítése érdekében az MH LÉJü feladatul kapta, hogy fejlessze ki és készítse el az alkalmazó elvárásának megfelelő hangoló egységet.

A munka során a ZU-M elektronikus hangolóblokk programját – firmware – át kellett írni. Az új program nem „fért” el a régi mikrovezérlőben, ezért azt egy korszerűbb típusra kellett cserélni. Az új program fontos jellemzője, hogy a mikrovezérlő minden bekapcsolás, áram alá helyezés, újraindítás esetén ellenőrzi a programmemória sértetlenségét. Az ellenőrzés az ellenőrző összeg (Checksum) segítségével történik. Emellett az ICAO 10. függelék II. kötet, 5. fejezetében található összeköttetési eljárásokra vonatkozó követelmények szerinti (FL195) kijelzést is biztosít.

A rádió frekvenciaváltása során a régi 25 kHz frekvenciaháló szerinti frekvenciákon (.x00,.x25,.x50,.x75) a vevő KF (középfrekvenciája) automatikusan nagyobb sáv szélességre vált, lehetővé téve ezzel a régebbi, rosszabb frekvenciapontosságú állomásokkal történő együttműködést.

A módosított eszközt tesztelni kellett az új rádióállomással. A laboratóriumi ellenőrzések alatt számos paraméter, többek között a teljesítmény és a frekvenciapontosság is ellenőrzésre került.

Ezenfelül az elektromágneses összeférhetőség (Electromagnetic Compatibility – EMC) vizsgálat során a zavarérzékenység és belső interferencia mérése is megtörtént.

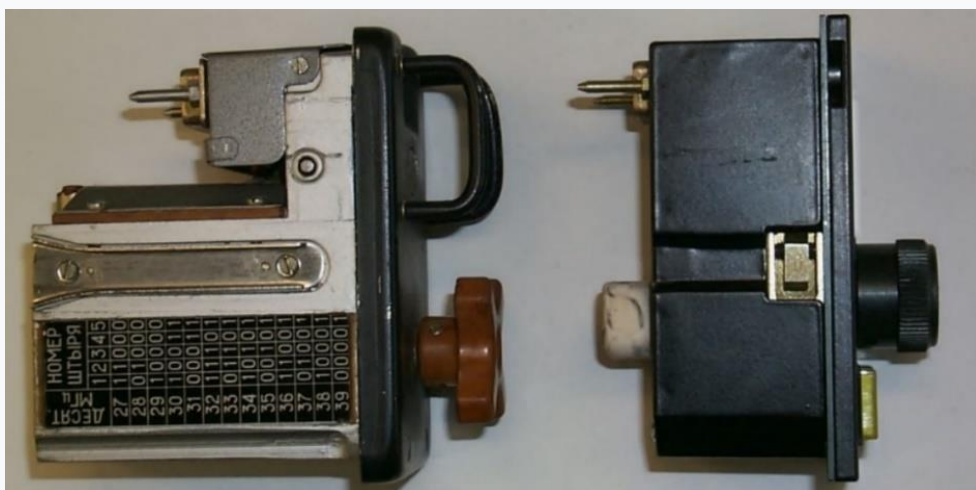
Az előző folyamatokkal párhuzamosan az éjjellátó készülékkel való együttműködés kidolgozása, megvalósítása is sikeres volt. Az új kijelzéssel szemben alapvető követelmény az AN/AVS-9 ANVIS Aviator's Night Vision Imaging System⁹ előírásainak teljesítése, mivel ez a

9 ANVIS - Aviator's Night Vision Imaging System – fedélzeti éjjellátó képalkotó rendszer

kategóriájú éjjellátó (Direct View Image NVIS, közvetlen megjelenítésű, vagyis a felerősített képet a felhasználó közvetlen látóterében a foszfor - vagy katódsugár képernyőn jeleníti meg) a MIL-STD-3009 szabványnak megfelelő, „I”-es típusú eszköz. A szabvány szerint az „I” és a „II” típusú éjjellátók a céltárgyat közvetlen – egyenes úton – vagy tükrökkel vetítve jelenítik meg, amelyet a képalkotó eszköz spektrális érzékenysége (a hullámhossz függvénye) alapján tovább finomít „A”, „B” és „C” osztályba sorolással.

A szabványok és ajánlások segítségével alapján egy zöld színű LED-kijelző került kiválasztásra, amelynél a kisugárzott fény hullámhosszá-
nak csúcsértéke a MIL-STD-3009 szabvány szerint az NVIS „A” tartományba esik, amelyhez megfelelő színszűrő előlapot is szükséges használni. A mérések során kezdetben egy világoszöld, majd a végleges eszköznél füstszerű színű plexi szűrőlap került kiválasztásra. A zöld LED-kijelző a szürke plexilappal lefedve megfelelőnek bizonyult, bár a kijelzés maximális fényereje érezhetően csökkent.

A módosított hangolóblokk a **ZU-M1r** (4., 5. és 6. ábra) [13] elnevezést kapta, a program aktuális verziószáma „**r8.33.63**”, utalva a 8,33 kHz csatornatávolság mellett az új **R-863M1** rádióállomás típusára.



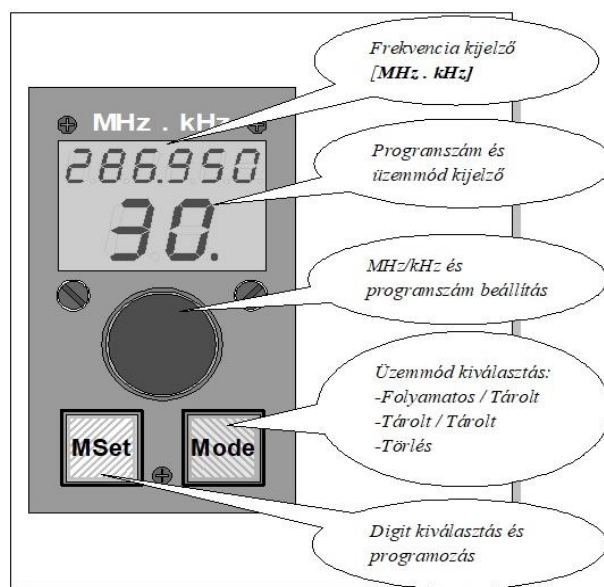
4.számú ábra. A 19-1a '3Y' (ZU) mechanikus és ZU-M1r elektronikus hangolóblokkok egymás mellett, készítette a szerző

A mintapéldány, a laboratóriumi ellenőrzést követően, egy Mi-24P típusú helikopterbe került beépítésre. A földi rendszerteszt keretében ellenőrzésre került az NVG-eszközök alkalmazhatósága, a világításhálózat illesztése, a világításszabályozás.

Ezt követően a hajózó állománynak több napon keresztül lehetősége volt gyakorolni, ismerkedni az eszközzel. A gyakorlást követően kérésükre az eszköz kezelésében és a frekvenciák kijelzésében apróbb módosítások történtek, ezzel kielégítve a Magyar Honvédség Mi-24P és Mi-24V típusú helikoptereinek speciális alkalmazói követelményeit.



5. számú ábra. ZU-M1r hangoló blokk, készítette a szerző



6. számú ábra. A ZU-M hangolóblokk funkciói, készítette a szerző

A szükséges finomhangolások elvégzését követően megtörtént a hatósági repüléses ellenőrzés, majd a csapatpróbára bocsájtás.

Az előírt csapatpróbát követő hatósági repülés után az eszköz megkapta a Honvédelmi Minisztérium Állami Légügyi Főosztály (katonai légügyi hatóság) határozatát, amelyben engedélyezték a Mi-24P és Mi-24V típusú helikoptereken történő alkalmazását.

Következtetések

Jelen cikkben a kutatási célkitűzésemnek megfelelően bemutattam a 8,33/25 kHz frekvenciakiosztású fedélzeti rádióállomások verbális kommunikációval kapcsolatos jogi szabályozásának nemzetközi rendjét, és röviden ismertettem a légijármű-kijelzők kibocsátási jellemzőinek követelményeit tartalmazó szabványt. Az állami légijárművek esetében – bizonyos kivitelektől eltekintve – 2018. december 31-től kötelező a 8,33 kHz csatornaosztásra alkalmas fedélzeti rádióállomás használata [11].

Ismertettem, hogy a követelmények változásai miatt, a Magyar Honvédség milyen műszaki fejlesztéseket hajtott végre annak érdekében, hogy a nagyjavításból visszaérkezett helikopter megfeleljen az aktuális követelmények teljesítésének.

Bemutattam a Mi-24P(V) típusú helikoptereknek a Magyar Honvédség Légijármű Javítóüzem által kifejlesztett R-863M1 fedélzeti harcászati rádióállomásával együttműködő ZU-M1r hangolóblokk fejlesztésének, ellenőrzésének főbb mozzanatait.

Megállapítottam, hogy az eszköz teljesítette a Magyar Honvédség alkalmazói követelményeit, és ennek következtében beépítésre kerülhetett a Mi-24P(V) típusú helikopterek fedélzetére.

A rendszeres használat, a különböző körülmények közötti repülésekből származó tapasztalatok és az esetleges jogszabályi változások miatt a későbbiekben szükség lehet az eszköz módosítására.

Végezetül megállapítható az is, hogy az MH LÉJü szakemberei által 20 évvel ezelőtt kifejlesztett berendezés jól bevált az R-862 és R-863, valamint a „Baklán” típusú rádiók elektronikus frekvenciahangoló blokkjaként. Viszonylag nagy számban került gyakorlati alkalmazásra a Magyar Honvédség rendszerében, és megbízható kiindulási alapul szolgált a fejlesztésekhez, amelyet igazol a **ZU-M1r** hangolóblokk létrehozása is.

Felhasznált irodalom

- [1] KESZTHELYI Gy. „A MI-24 típusú harci helikopter hatékonysága korunk fegyveres konfliktusaiban,” Katonai Logisztika, p. 21, 2019.
https://epa.oszk.hu/02700/02735/00088/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2019-1-2_009-029.pdf (letöltés: 2020.02.20)
- [2] TULIN O., „КОМАНДНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ Р-863,”
<http://oleg-tulin.narod.ru/index/0-7> (letöltés: 2020.02.24)
- [3] GYENES G., „Évezred eleji fejlesztések a MH Légijármű Javítóüzemben,” Repüléstudományi Közlemények, Különszám, Szolnok, 2004. http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2004_cikkek/gyenes_gabor.pdf (letöltés: 2020.02.23)
- [4] Радиостанция Р-863М1. Руководство по технической эксплуатации. Регламент технического обслуживания.
- [5] Department Of Defense, „MIL-STD-3009 Lighting, Aircraft, Night Vision Imaging System (NVIS) Compatible”
<https://www.appliedavionics.com/pdf/MIL-STD-3009.pdf> (letöltés: 2020.02.23)
- [6] NATO Consultation, Command and Control Board, Civil/Military Spectrum Capability Panel, NATO Joint Civil/Military Frequency Agreement, NATO, 2014
- [7] „ITU Radio Regulation,” 2016.
<http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48.en.101.pdf> (letöltés: 2020.02.25)
- [8] „Bizottság 1265/2007/EK rendelete a levegő-föld beszédüzemű kommunikáció csatornatávolságára vonatkozó követelményeknek az egységes európai égbolt keretében történő megállapításáról,” 2007.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R1265&from=EN> (letöltés: 2020.02.24)]
- [9] Eurocontrol, Eurocontrol Guidelines on 8.33 kHz Channel Spacing for Military Operators, 2018, p. 43. https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/single-sky/guidelines/EUROCONTROL-GUID-174%20MIL%208.33%20Ed%202.0_web.pdf (letöltés: 2020.02.24)]

- [10] Eurocontrol, Network manager, „8.33kHz Voice Channel Spacing (VCS) Implementation Handbook,” 2017
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/201707-8.33-vcs-user-handbook%201.1.pdf> (letöltés: 2020.02.24)]
- [11] „Bizottság 1079/2012/EU végrehajtási rendelete az egységes európai égbolton belüli beszédüzemű kommunikáció csatornatávolságára vonatkozó követelmények megállapításáról,”
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R1079&from=EN>
(letöltés: 2020.02.27)
- [12] „56/2016. (XII. 22.) NFM rendelet a Magyarország légterében és repülőterein történő repülések végrehajtásának szabályairól”,
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1600056.NFM&time-shift=20170121&txtreferer=00000001.txt> (letöltés: 2020.02.27)
- [13] Megvalósíthatósági tanulmány az R-863M1 típusú rádióállomás folyamatos hangolását biztosító 8,33/25 kHz frekvencia-kiosztású ZU-M1r hangolóblokk kialakítására a Mi-24P/V típusú helikopterekhez, Magyar Honvédség, 2019