

Domán László

Katonai helikopterek komplex elektronikai hadviselési önvédelmi rendszereinek értékelése

A katonai helikopterek önvédelmi vagy szűkebb értelemben elektronikai hadviselési rendszerek fejlesztésének és esetleges alkalmazásának előzetes tervezésére és a helikopterek bevetése során a harctéri információ rendelkezésre állására vonatkozó igény egyre magasabb. Számos vállalat készít önvédelmi eszközöket, de ezek gyakran csak részben nyújtanak teljes, átfogó megoldásokat, és így nehéz összehasonlítani is őket. Feltehetően számos ország hadereje és a gyártó-fejlesztő vállalatok már kidolgozták a katonai helikopterek önvédelmi rendszerek elemzéséhez és értékeléséhez a szempontjaik keretrendszerét, hogy azokat főként kvantitatív módon össze lehessen hasonlítani, és katonai, műszaki vagy pénzügyi és gazdasági szempontok alapján rangsorolni. Továbbá meghatározták már a főbb fejlesztési irányokat, amelyek a következők: komplexitás, automatikus, gyors adatátvitel, széles tartományú érzékelés és reagálás, illetve az adott felhasználástól függő egyedi ajánlások bármilyen típusú helikopterhez. Ennélfogva a katonai helikopterek számára az önvédelmi rendszereket egy adott képességi vagy kockázati szintnek megfelelően lehet majd kialakítani. Jelen cikkben a szerző a katonai helikopterek elektronikai hadviselés önvédelmi rendszerek egy lehetséges értékelési folyamatát kívánja bemutatni.

Kulcsszavak: katonai helikopter, elektronikai hadviselés, önvédelmi eszköz, értékelés, összehasonlítás

1. Bevezetés

A helikopterek bevetése egyedülálló előnyökkel jár a hadviselésben, főként a szárazföldi csapatok támogatása során, de pont ez a levegőből végrehajtott csapásmérés teszi őket sebezhetővé is a támadásokkal szemben. Bár a modern katonai helikopterek számos, a közelmúltban elérhető sebezhetőségcsökkentési¹ funkcióval rendelkeznek, a konfliktusok is megmutatták, hogy továbbra is kiszolgáltatottak, főleg a korszerű fegyverekkel szemben.

Az elektronikai hadviselés önvédelmi rendszer (EWSP²) használata egyfajta technológiai előny, amely emellett magas szintű harctéri hírszerzést és különféle szenzorok sokaságát is igényelheti.

¹ Vulnerability reduction, sebezhetőségcsökkentés.

² Electronic Warfare Self-Protection, elektronikai hadviselés önvédelmi rendszer.

Ezek a megállapítások eltolhatnák a túlélőképességet meghatározó fő elemek közül az érzékenység³ [8] csökkentésére irányuló intézkedéseket az önvédelmi elektronikai hadviselési rendszer alkalmazásától inkább a manőverezőképesség, a légi személyzet kiképzése, a helyzetfelismerés és a harcászat irányába. Ez többek között alátámaszthatja a harctéri hírszerzés, a missziótervezés és az ellenséges légvédelem elnyomásának, megsemmisítésének (SEAD/DEAD⁴) fontosságát.

Korábbi kutatásaim azt igazolják, hogy a korszerű repülőfedélzeti önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek alkalmazásai az olyan típusú országok számára, mint Magyarország nagyon fontosak, hiszen nem feltétlenül rendelkezik azokkal az egyéb tényezőkkel, amelyekkel a rendszer hiányában is tudna hatékonyan működni, például megfelelő harctéri hírszerzés, ellenséges légvédelem elnyomása, a helyzetfelismerést támogató külső rendszerek [8]. Természetesen emellett az is alapvető cél, hogy képességeik és hatékonyságuk növelése mellett a megfelelő működőképességük is biztosítva legyen, ezért a megbízhatóságukra vonatkozó elemzések elvégzése (többféle módszerrel kombinálva) is nélkülözhetetlen [10].

Az érzékenység csökkentése a felderítés, hírszerzés és tervezés révén költséghatékonyabb lehet, mint az elektronikai hadviselés önvédelmi rendszer alkalmazása, bár ez utóbbi még mindig költséghatékonyabb, mint például az Airbus H145M típusú helikopternél a személyzet védelme érdekében – opcionális jelleggel – alkalmazható Kevlar páncél, az öntömítő anyaggal bevont üzemanyagtartályok és üzemanyagcellák és redundáns rendszerek használatával csak a sebezhetőség csökkentése [5]. Emellett a helikopterszemélyzet védelme érdekében használt eszközök, mint például a Ka-52 típusú helikopterek katapultülése vagy az energiaelnyelő struktúra kialakítása [7] is többletkiadásokat róhat a gyártókra.

2. Katonai helikopter elektronikai hadviselés rendszere

Általánosságban elmondható, hogy a repülőfedélzeti önvédelmi elektronikai hadviselési rendszer fő feladata a légi járművek túlélőképességének növelése és az alkalmazási hatékonyságuk javítása a különféle fenyegetések észlelésével és ezek leküzdésével. Idetartozik minden olyan tevékenység és művelet, amely az elektromágneses spektrumot vagy irányítható energiát használja fel az ellenséges erők megtámadására vagy azok támadásainak megakadályozására [30].

Emellett az olcsó, hordozható, vállról indítható rakéták vagy infravörös önirányítású rakéta- (MANPAD⁻⁵) rendszerek elterjedése miatt, mivel ezek a rakéták már bármilyen konfliktusban megtalálhatók, szükség van az ezek ellen hatékony elektronikai támogatás és ellentevékenység eszközeire is (főleg elektrooptikai és infravörös EO/IR⁶ tartományban).

Az önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerekre vonatkozó követelményeket az egyre komplexebb elektromágneses környezet határozza meg, amelyben működniük kell. Ezekre az eszközökre nemcsak a katonai, hanem a polgári felhasználású elektromágneses sugárzás is hat, ezért az önvédelmi elektronikai hadviselési rendszernek képesnek kell lenni, hogy kezelje

³ *Susceptibility*, érzékenység.

⁴ SEAD/DEAD – *Suppression or Destruction of Enemy Air Defence*, ellenséges légvédelem elnyomása, megsemmisítése.

⁵ MANPAD – *Man-Portable Air Defence System*, hordozható, vállról indítható rakéták vagy infravörös önirányítású rakéták.

⁶ EO/IR – *electrooptic and infrared*, elektrooptikai és infravörös.

ezt a környezetet anélkül, hogy a hamis riasztások aránya megnövekedne. Emellett a városi, a trópusi, a sivatagi és esetleg a sarkvidéki környezetben is működniük kellene.

A helikoptereket érő fenyegetéseket az általános fenyegetéstől függően két fő csoportra oszthatjuk. Az egyik csoport a csúcstechnológiájú eszközök, fegyverrendszerek általi fenyegetések, a másik csoport az alacsony technikai színvonalat képviselő eszközök, amelyeket főleg a kisebb intenzitású helyi konfliktusok és az aszimmetrikus hadviselés során használnak. A veszélyforrások mindkét esetben az infravörös önirányítású MANPAD-rakéták lesznek. A 21. század elején a hadseregekben alapvetően a legegyszerűbb EWSP-eszköz egy olyan rakétatámadásra figyelmeztető rendszerből (MWS⁷) és egy infracsapda-kivetőből állt, amelyet az MWS irányított. Napjainkban ennek a rendszernek már tartalmaznia kellene egy irányítható infravörös ellentévekenység eszközt (DIRCM⁸-et), amely képes zavarani a rakéták célkoordinátorát. Ennek a rendszernek képesnek kell lennie olyan lézer kisugárzására, amely a rakéták irányító- és célkoordinátor-rendszereit zavarja vagy károsítja.

Emellett a katonai helikopterek számára szükséges lehet egy nagy felbontású lézerbesugárzás-jelző (LWR⁹), amely érzékeli a magas lézerjel-koncentrációt.

Általában elmondható lenne, hogy az alacsony intenzitású katonai műveletek nem követelik meg sem a radarbesugárzás-jelzőt (RWR¹⁰), sem a rádiófrekvenciás zavarókat, azonban a konfliktusok intenzitásának és komplexitásának növekedése miatt megjelenik az igény az ilyen eszközök iránt is. A radarbesugárzás-jelzők alkalmazásának kettős célja és előnye van, egyszer mint önvédelmi eszköz, máskor mint felderítő berendezés is működhet.

Az igények kombinálása az önvédelem és a felderítés számára is előnyös. Az RWR fő hátránya az alacsony megbízhatósága és ebből következően a hamis riasztások nagy száma, ami miatt a személyzet elveszíti a rendszerbe vetett bizalmát.

A fenyegetés elkerülésének és ezáltal a túlélőképesség növelésének része a hírszerzésen és felderítésen alapuló feladattervezés, és annak a képessége, hogy a repülési útvonalat folyamatosan figyelve, amennyiben szükséges, az azonnal újratervezhető legyen.

Ezekről függetlenül a kis kaliberű fegyverek, a kézi működtetésű (vállról indítható) rakéták (például RPG¹¹), manuális irányítású (például ZSU-23-2) és önjáró légvédelmi ügynevezett SPAAG-¹² (például ZSU-23-4 Shilka) vagy SPAD¹³-rendszerek (például SA-19 Grison) is fenyegetést jelenthetnek. Ezek ellen a földfelszín adta adottságok megfelelő kihasználásával, a folyamatos mobilitás alkalmazásával és a légvédelem elnyomásával lehet védekezni.

A légi járműveket az alábbi technológiai szintű hatások érhetik: elektro-optikai, rádiófrekvenciás eszközök mellett vizuális vagy akusztikus felderítés és követés. A vizuális és akusztikus felderítés ellen nincs hatékony EWSP-rendszer, ezért itt ezt figyelmen kívül lehet hagyni.

Az infravörös érzékelők számos rakéta irányítórendszerében megtalálhatók. Ezen érzékelők előnyei a passzív működés és a nagy felbontás. Egyik gyengeségük, hogy nem képesek a cél távolságának adatait biztosítani. A másik, hogy megbízhatósága erősen függ a légköri

⁷ MWS – *Missile Warning System*, rakétatámadásra figyelmeztető rendszer.

⁸ DIRCM – *Directed Infrared Countermeasure*, irányítható infravörös ellentévekenység.

⁹ LWR – *Laser Warning Receiver*, lézerbesugárzás-jelző.

¹⁰ RWR – *Radar Warning Receiver*, radarbesugárzás-jelző.

¹¹ RPG – oroszul: РПГ – *Ручной Противотанковый Гранатомёт*, kézi páncéltörő rakéta.

¹² SPAAG – *Self-Propelled Anti-Aircraft Gun*, önjáró légvédelmi ágyú.

¹³ SPAD – *Self-Propelled Air Defence System*, önjáró légvédelmi rendszer.

viszonyoktól. Nagyobb távolságok esetén már a rádiófrekvenciás szenzorral rendelkező fegyvereket használják.

A lézerfenyegetések különféle távolságmérők és lézer-célmegjelölők lehetnek. Általában, mivel az ilyen rakétáknál az érzékelők a hátsó részben vannak elhelyezve, ezért nagyon nehéz őket zavarni, és emellett az alacsony jelszintű irányító lézernyaláb is nehezen érzékelhető.

Rádiófrekvenciás tartományban a passzív ESM¹⁴ és SIGINT¹⁵-eszközök közvetett fenyegetést jelentenek a helikopterekre, és emiatt kell foglalkozni az LPI¹⁶-technikákkal, ami főként kibocsátáscsökkentést és emellett egyéb eljárásokat is jelenthet.

„Minden ECM¹⁷ rendszert úgy kell megtervezni, az adott védendő repülőgépet fenyegető veszélyt hátrítsa el, és nem az összes használatban lévő radar ellen nyújtson védelmet” [50, p. 122].

Eszerint a helikopter önvédelmi elektronikai hadviselési rendszer számára az a központi kérdés, hogy melyik radarrendszert vesszük számításba. Az adott korszak radarjai miatt az EWSP-gyártók, mindig ezek kisugárzására fókuszáltak. Ez azonban ellentmond annak az általános fenyegetésekkel kapcsolatos nézetnek, amely szerint a modern helikopter önvédelmi elektronikai hadviselési eszköz lényegében nem köthető egy adott harctéri körülményhez. Például a nagy hatótávolságú felderítő radarok általában nem jelentenek veszélyt a helikopterekre [20], [32].

3. Értékelési módszer

Az értékelési módszer kialakítása során egy kritérium-keretrendszert dolgoztam ki, amely tartalmazza az összes fontos szempontot és alszempontot, illetve magát az értékelési folyamatot.

3.1. Szempontok keretrendszere

A kidolgozási folyamat során, egy régebbi publikációmban elemzett adatokat is felhasználva [9] meghatároztam egy katonai helikopter komplex önvédelmi elektronikai hadviselési rendszereinek legfontosabb jellemzőit, szempontjait, figyelembe véve a hordozó platform, vagyis a katonai helikopterek várható felhasználási körülményeit [29], [31], [45].

Egy korábbi cikkemben már részleteztem a légi jármű önvédelmi rendszer és elektronikai hadviselés kapcsolatát [8], amelynek nyilvánvalóan része az elektronikai védelem is, azonban az eltérő funkciók miatt a fejlesztő-gyártó vállalatok a helikopterek elektronikai hadviselési rendszereinél főként csak az elektronikai támogatás és esetleg a támadás képességeket veszik figyelembe. Az elektronikai védelmet, úgymint hőképcsökkentő eszközök vagy radarhullám-elnyelés alkalmazását, speciális sárkányszerkezet kialakítását (a csökkentett visszaverődés érdekében), elektronikai lábnyom csökkentését vagy a zavarvédett, rejtjelezett kommunikáció kialakítását egyéb rendszerek és megoldások biztosítják. Emiatt a harcászati tulajdonságoknál az elektronikai védelem képességet értelemszerűen nem vettem figyelembe. A keretrendszer

¹⁴ ESM – *Electronic Support Measures*, elektronikai támogatás.

¹⁵ SIGINT – *Signals Intelligence*, jelfelderítés.

¹⁶ LPI – *Low Probability of Intercept*, elfogás alacsony valószínűsége.

¹⁷ ECM – *Electronic Countermeasure*, elektronikai ellentévékenység (támadás).

kialakításánál az alábbi szempontokat és alszempontokat alakítottam ki, figyelembe véve a korábbi kutatások eredményeit [20], [27], [28]:

- harcászati tulajdonságok (képességek):
 - besugárzásjelzés (lézer);
 - besugárzásjelzés (radar – legalább 2–40 GHz között, NATO E sávától a K sávig, vagy IEEE¹⁸ S sávától K_a sávig);
 - rakétaindításra figyelmeztetés (ultraviola tartományban);
 - komplex passzív zavarás (dipól és infracsapda kilövésre is alkalmas);
 - aktív zavarás (IR) – fejlettebb irányítható infravörös zavarásra képes (DIRCM¹⁹ alkalmazása);
 - aktív zavarás (radar) – digitális rádiófrekvencia memóriát (DRFM²⁰) alkalmaz;
- műszaki (technikai) tulajdonságok:
 - kis méretű;
 - alacsony antenna reflexiójú;
 - nagy sebességű adatbuszt alkalmazó (például MIL STD²¹ 1553 szerintit);
 - bővíthető;
 - moduláris;
 - automatizált (kézi, félautomata és automata üzemmóddal is rendelkezik);
 - komplex;
 - 360°-os érzékelésű a horizontális síkban;
 - legalább 90°-os érzékelésű a MWS-, 80°-os érzékelésű a RWS- és 50°-os érzékelésű a LWS-rendszerrel vertikális síkban;
 - alacsony számú hibás besugárzásjelzésű (véletlen riasztások alacsony szintűek);
 - éjjellátó eszközzel (NVG²²) együttműködő;
 - nagy zavarvédetségű;
 - nagy észlelési (érzékelési) képességű (legalább 98%);
- üzemeltethetőségi (földi és légi) mutatók:
 - meghibásodások közötti idő nagy (MTBF²³ > 1000);
 - egyszerű és gyors hibabehatárolás;
 - a típus és légi alkalmassági bizonyítványok, rendszerintegráció (validáció és verifikáció) megléte;
 - kompakt kialakítás;
- pénzügyi mutatók:
 - alacsony beszerzési ár;
 - alacsony a fenntartási költség;
 - logisztikai ellátottság egyszerűen és gyorsan biztosítható.

¹⁸ IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers, villamosmérnököket egyesítő nemzetközi szervezet.*

¹⁹ DIRCM – *Directional Infrared Counter Measures, irányítható infravörös ellentevékenységek.*

²⁰ DRFM – *Digital Radio Frequency Memory, digitális rádiófrekvencia memória.*

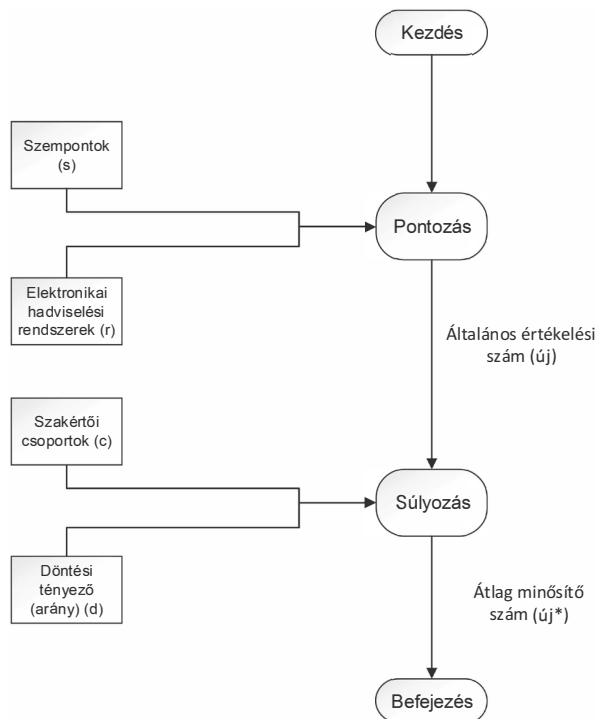
²¹ MIL STD – *Military Standard, amerikai katonai szabvány.*

²² NVG – *Night Vision Goggles, éjjellátó eszköz.*

²³ MTBF – *Mean Time Between Failures, a meghibásodások között átlagosan eltelt idő.*

3.2. Az értékelés folyamata

Az értékelést több lépésben hajtottam végre, ennek folyamata az 1. ábrán látható. Először összehasonlítottam a katonai helikoptereken alkalmazott önvédelmi elektronikai hadviselési rendszereket a kialakított szempontok szerint, amelynek a végén megkaptam az általános értékelési számot. Miután azonosítottam és definiáltam a döntésekben részt vevő szakértői csoportokat és azok érdekérvényesítő képességét (arányát) a többi csoporthoz képest, kiszámítottam az átlagos értékelési számot, ami nyilvánvalóan már személyes preferenciákat is tartalmazott.



1. ábra
Értékelési folyamat [a szerző szerkesztése]

Az elemzés során MCA²⁴-módszert használtam [19], [47], mert ez egyértelmű és jól összehasonlítható eredményt ad. Ez a módszer könnyen számítható és széles körben elterjedt. Pontozáson (általános értékelési szám) és súlyozáson (átlagos minősítő szám) alapulnak. Intervallumskála-alapú pontozási módszert választottam, ahol a cél az volt, hogy összehasonlítást adjon az elektronikai hadviselési önvédelmi rendszerek között. A súlyozás azért szükséges, hogy figyelembe lehessen venni a szakértői csoportok, értékelők preferenciáit az adott szempontok szerint [26].

²⁴ MCA – Multi-Criteria Analysis, többtényezős elemzés.

A módszer előnyei a következők:

- a módszer legfontosabb előnye a bonyolultabb körülmények egyszerűsítésének lehetősége, erre átlátható módon nyújt megoldást;
- a módszer könnyű és érthető, emiatt a folyamat egyszerű;
- az MCA racionális, ami azt jelenti, hogy számos szempontból homogén eredményt ad, ezért az eredmények könnyen összehasonlíthatók.

A kiválasztott EWSP-rendszereket (önvédelmi elektronikai hadviselési eszközök) (r) egy 0–10 értékű skálán értékeltém, figyelembe véve az adott szempontok (s) és ezen belül az alszempontok szerinti viszonyukat. Minden önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerhez tartozik egy I értékelési szám. Az értékelő számokból egy $S \times R$ méretű értékelési mátrixot alakítottam ki, amelyben az elemek jelölése: q_{sr} . Összegezve a szempontokhoz (alszempontokhoz) adott értékelési számokat, minden értékelt önvédelmi elektronikai hadviselési rendszer számára (f_r) egy általános értékelési szám adható meg.

$$f_r = \sum_{s=1}^S q_{sr} \quad (1)$$

ahol:

- s – szempontrendszer s -edik eleme, $s = 1 - S$;
- r – önvédelmi elektronikai hadviselési rendszer r -edik eleme, $r = 1 - R$;
- q_{sr} – értékelő mátrix elemei;
- f_r – általános értékelő szám az r -edik önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerekhez.

Ezek az értékek már önmagukban is hasznosak, de nem veszik kellőképpen figyelembe a rendszerek közötti különbségeket és az egyes szakértői csoportok eltérő preferenciáit. Mivel az önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek bizonyos képességeihez szükséges értékek megbecslése jelentősen függ a szakértők véleményétől, ezért különböző szakértői csoportokat hoztam létre, amelyek tagjai a Magyar Honvédségben elfoglalt beosztásuk alapján logisztikai, repülőműszaki, helikopter- (repülő-) személyzet, hadművelési, elektronikai hadviselés és pénzügy területeken szolgálnak.

A szakértők felosztása:

- logisztika (fenntartás, üzemen tartás);
- repülő műszaki (üzemeltetés, hatósági, oktatói);
- hadművelési;
- helikopterszemélyzet (hajózó);
- elektronikai hadviselés;
- pénzügy (beszerzés, gazdálkodás).

A szakértői csoportok e hat terület és egyben nézőpont kombinációjával jöttek létre. Minden szakértői csoporthoz és szempontokhoz tartozik súlyszám, úgynevezett preferenciaértékek (w_{cs}), amelyek egy $C \times S$ méretű súlymátrixot alkotnak. A mátrix elemeinek értéke kis létszámú szakértői csoportok esetén (területenként 1–2 fő) részletes kérdezéssel, mélyinterjúkkal (kvalitatív kutatás) vagy nagyobb létszámú szakértői csoportokat figyelembe véve, kérdőíves módszer segítségével (kvantitatív kutatás), vagy mindkettő kombinációjával is meghatározható.

Az $S \times R$ méretű értékelési mátrixból és a $C \times S$ méretű súlymátrixból a $C \times R$ méretű minősítő mátrix állítható elő, amely figyelembe veszi a szakértői csoportok eltérő preferenciáit.

A minősítő elemeit (f_{cr}) a következő módszerrel számítottam ki. Az összegzett szorzatot, amely az értékelési mátrix (q_{sr}) r oszlopa és a súlymátrix (w_{cs}) c sora elemeinek szorzata, elosztom a megadott maximális értékek q_s^{max} és a megfelelő súlyozás összesített szorzatával.

$$f_{cr} = \frac{\sum_{l=1}^l w_{cs} * q_{sr}}{\sum_{s=1}^S w_{cs} * q_s^{max}} \quad (2)$$

ahol:

- c – szakértői csoportok c -edik eleme, $c = 1 - C$, $\sum_{s=1}^S w_{cs} = 1$
- w_{cr} – a súlymátrix elemei,
- q_s^{max} – a maximálisan adható értékelési szám az s -edik szempont szerint,
- f_{cr} – a minősítő mátrix elemei.

A katonai helikopterek komplex önvédelmi elektronikai hadviselési rendszereinek minősítő értékeinek (f_{cr}) és a várható arányának (d_c) ismeretében meghatározható az átlagos minősítő szám (f_r^*), amely minden szakértőre vonatkozik, és figyelembe veszi a szakértők speciális elvárásait.

$$f_r^* = \sum_{c=1}^C d_c * f_{cr} \quad (3)$$

ahol:

- d_c – a c -edik szakértői csoport várható döntési aránya,
- f_r^* – átlagos minősítő szám az r -edik komplex önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerhez.

4. A katonai helikoptereken jelenleg alkalmazott önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek értékelése és összehasonlítása

Az elemzés során olyan önvédelmi elektronikai hadviselési rendszereket választottam, amelyeknél az azokat fejlesztő-gyártó vállalatok piacvezetők, és termékeik vagy széles körben elterjedtek, vagy újszerű technikai megoldásokkal rendelkeznek. Megvizsgáltam ezen eszközök erősségeit és gyengeségeit is. A több szempontú értékeléssel meghatároztam az értékelési számokat és a súlyszámokat. Végezetül a katonai helikoptereken alkalmazott(ható) önvédelmi elektronikai hadviselési rendszereket rangsoroltam a megadott átlagos selejtező számok alapján.

4.1. Önvédelmi elektronikai hadviselési eszközök rangsorolása, osztályozása

14 különböző önvédelmi elektronikai hadviselési rendszert fejlesztő-gyártó vállalat terméket elemeztem, amelyeket katonai helikopterek, ezen belül főként, de nem kizárólag harc helikopterek számára kínálnak. A kiválasztott eszközöket a korábban megadott szempontok szerint elemeztem. A pénzügyi szempontokat itt részletesen nem vizsgáltam, hiszen ezekről

egyébként sincs konkrét információ, és az eszközök ára is nagyon hasonló, de mindig az adott beszerzendő eszközök darabszámától, képességi szintjétől és politikai érdektől is függ, amit nem lehet számszerűsíteni.

A piaci részesedésüket, a termékeik elterjedtségét [40] és korszerűségét figyelembe véve az alábbi vállalatok termékeit elemeztem:

- az amerikai egyesült államokbeli Northrop Grumman Corp. (Orbital ATK) termékei:
 - AN/APR-39D(V)2 radarbesugárzás-jelző (RWS), AN/AAQ-24(V) irányítható infravörös ellentevékenység eszköz (DIRCM), AN/AAR-47B(V)2 w/HFI lézerbesugárzás-jelző és rakétatámadásra figyelmeztető (LWS és MWS) [11], [12], [43], [44];
- az amerikai egyesült államokbeli Lockheed Martin Corp. termékei:
 - AN/APR-52 radarbesugárzás-jelző (RWS), AN/ALQ-210 elektronikai támogató eszköz, AN/APR-48B radarbesugárzás-jelző [37], [38], [39];
- a nagy-britanniai BAE Systems termékei:
 - ALQ-239 digitális elektronikai hadviselési rendszer (DEWS²⁵), AN/AAR-57 rakétatámadásra figyelmeztető (CMWS²⁶), AN/ALQ-212 Eloka, ALE-47 infracsapda-kivető (ACMDS²⁷), AN/ALQ-144 infravörös ellentevékenység eszköz (ICS²⁸), Optikai elektronikai hadviselés rendszer (OEWS²⁹), OT-225 infravörös ellentevékenység rendszer (ATIRCM³⁰) [3], [4];
- a török Aselsan vállalat termékei:
 - helikopter elektronikai hadviselési önvédelmi rendszer (HEWS³¹) [2];
- az izraeli Elbit Systems Ltd. termékei:
 - Elisra Elektronikai hadviselési rendszer [14];
- az izraeli Aerospace Industries Association termékei:
 - ELM-2160 rakétatámadásra figyelmeztető rendszer (MWS), ELL-8260 önvédelmi és elektronikai hadviselési rendszer, ELL-8265 radarbesugárzás-jelző (RWS) [23], [24], [25];
- a francia Thales Group. Ltd. termékei:
 - SPS-H v2 integrált önvédelmi rendszer helikopterek részére [49];
- a dán Terma A/S termékei:
 - moduláris repülő fedélzeti túlélőképességet biztosító felszerelés (MASE³²) [48];
- a svájci Ruag Holding AG termékei:
 - integrált önvédelmi rendszer (ISPS³³) [46];

²⁵ DEWS – *Digital Electronic Warfare System*, digitális elektronikai hadviselési rendszer.

²⁶ CMWS – *Common Missile Warning System*, rakétatámadásra figyelmeztető rendszer.

²⁷ ACMDS – *Airborne Counter Measures Dispenser System*, repülőfedélzeti dipól/infracsapda-kilövő rendszer.

²⁸ ICS – *Infrared Countermeasures Set*, infravörös ellentevékenység eszköz.

²⁹ OEWS – *Optical Electronic Warfare Systems*, optikai elektronikai hadviselési rendszer.

³⁰ ATIRCM – *Advanced Threat Infrared Countermeasures*, fejlett infravörös ellentevékenység.

³¹ HEWS – *Helicopter Electronic Warfare Self Protection System*, helikopter elektronikai hadviselési önvédelmi rendszer.

³² MASE – *Modular Aircraft Survivability Equipment*, moduláris repülő fedélzeti túlélőképességet biztosító felszerelés.

³³ ISPS – *Integrated Self-Protection System*, integrált önvédelmi rendszer.

- az olasz LEONARDO SPA termékei:
 - helikopter integrált védelmi rendszer (HIDAS³⁴), MIYSIS irányítható infravörös ellentevékenységs rendszer (DIRCM), SEER radarbesugárzás-jelző [33], [34], [35], [36];
- az olasz ELT termékei:
 - ELT/572 irányítható infravörös ellentevékenységs eszköz (DIRCM), ELT/160 radarbesugárzás-jelző (RWS), ELT/741 elektronikai támogató eszköz, ALR-733 elektronikai támogató eszköz [15], [16], [17], [18];
- a német HENSOLDT AG termékei:
 - repülőfedélzeti rakétatámadás elleni védelmi rendszer (AMPS³⁵) [22];
- az orosz Concern Radio-Electronic Technologies (KRET) termékei:
 - Vityebszk L370 (President-S) helikopter önvédelmi rendszer [13], [21], [41], [42];
- a kínai termékek:
 - YH-96 helikopter önvédelmi rendszer [1].

4.2. Kiemelkedő funkciók és a legjobb megoldások

A korábban megadott szempontokat vizsgálva az összes esetében elmondható, hogy a műszaki technikai tulajdonságok egy-két apróságtól eltekintve nagyon hasonlóak, a Lockheed, YH-96, Elt, Terma, Ruag, KRET rendszereinél a gyártók egész egyszerűen nem hoznak nyilvánosságra minden technikai adatot (lehet, hogy a rendszerek egyébként tudják, azt, amit a többi is), ezért ezeknél a termékeknél alacsonyabb lett az értékelési pontszám.

A harcászati tulajdonságoknál kiemelkedő termékek a BAE, Leonardo eszközei. E gyártók termékei szinte az összes harcászati képességet biztosítják, amit egy katonai helikopteren alkalmazott önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerrel szemben támasztottam. A többi gyártó esetében csak a rendszerek valamilyenfajta kombinációjából érhetünk el teljes képességet, de ez esetben a helikopterünkön a rendszerek integrálását (validáció, verifikáció) is meg kellene utólag valósítani, ami számos egyéb kérdést vet fel. A különböző gyártók termékei közötti kompatibilitási (szoftveres, hardveres) problémákat ki kellene küszöbölni, ami nem mindig lehetséges. Például a Magyar Honvédség nagyjavított Mi-24 típusú helikopterek kommunikációs rendszereinél végrehajtott magyar fejlesztés során is szembesültünk ilyen gondokkal [6]. Emellett a különböző földrészekben, országokban található gyártók eltérő politikai, gazdasági, katonai érdekei miatt a termékek logisztikai ellátása bizonytalaná válhat.

Az üzemeltethetőségi mutatók nagy hasonlóságot mutatnak, azonban van két gyártó a YH-96 és a Ruag, ahol nagyon kevés információ állt rendelkezésre, ezért ők a legalacsonyabb pontszámokat kapták.

A pénzügyi mutatókat nehéz elemezni, mert nem áll rendelkezésre konkrét adat, azonban megállapítottam, hogy a Hensoldt terméke lehet ebben az esetben a Magyar Honvédség számára a legjobb, hiszen a korábban beszerzett Airbus H145M helikopterek is ilyen eszközökkel vannak felszerelve. Azokat a berendezéseket pedig már rendszeresítették, a hajózó és a műszaki állomány kiképzése is folyamatos. A Terma termékét még külön kiemelném,

³⁴ HIDAS – *Helicopter Integrated Defensive Aids System*, helikopter integrált védelmi rendszer.

³⁵ AMPS – *Airborne Missile Protection System*, rakétatámadásra figyelmeztető rendszer.

mivel az külső függesztményű konténeres (Pylon vagy Pod) megoldást alkalmaz, tehát nem kell a helikoptert annyira megbontani, egyszerűbb a felszerelése, mivel csak a használat előtt kell a konténert felszerelni. Így jelentős időt és energiát (anyagforrásokat) lehet nyerni az EWSP-rendszer felépítése során.

A legjobb megoldásokat az 1. és 2. táblázatban emeltem ki.

1. táblázat
Kiemelkedő megoldások [a szerző szerkesztése]

Rendszer (termék)	Northrop Grumman	Lockheed Martin	BAE	Aselsan	Elbit	IAI	YH-96
harcászati tulajdonságok			x				
műszaki (technikai tulajdonságok)	x	x	x	x	x	x	x
üzemeltethetőségi mutatók						x	
pénzügyi mutatók							

2. táblázat
Kiemelkedő megoldások [a szerző szerkesztése]

Rendszer (termék)	Vityebszk L370	HENSOLDT	Leonardo	Elt	Ruag	Thales	Terma
harcászati tulajdonságok			x				
műszaki (technikai tulajdonságok)	x	x	x	x	x	x	x
üzemeltethetőségi mutatók		x					x
pénzügyi mutatók		x					x

4.3. Önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek értékelése

Jelen publikáció lehetőségeit meghaladja, hogy az összes előző fejezetben leírt terméket minden szempontból külön-külön részletesen bemutassak, itt a fő cél a módszer alkalmazásának, illetve használhatóságának a bemutatása volt.

Az értékelési számokat a 3. és 4. táblázat mutatja be és foglalja össze. A sorok az (s) szempontokat (az alszempontok értékeinek összegzése után), az oszlopok pedig a választott önvédelmi elektronikai hadviselési rendszereket (r) képviselik. Az önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek általános értékelési számait (f_i) az értékelési mátrix elemeinek (q_{sr}) oszloponkénti összegzésével számoltam.

3. táblázat
Önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek általános értékelési számjai [a szerző szerkesztése]

Rendszer (termék)	Northrop Grumman	Lockheed Martin	BAE	Aselsan	Elbit	IAI	YH-96
harcászati tulajdonságok (alszempontok értékelését összegezve)	40	20	50	50	40	50	40
műszaki-technikai tulajdonságok (alszempontok értékelését összegezve)	145	145	150	139	142	142	136
üzemeltethetőségi mutatók (alszempontok értékelését összegezve)	27	27	27	26	26	26	24
pénzügyi mutatók (alszempontok értékelését összegezve)	10	11	13	11	11	11	1

4. táblázat

Önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek általános értékelési számai [a szerző szerkesztése]

Rendszer (termék)	Vityebszk L370	HENSOLDT	Leonardo	Elt	Ruag	Thales	Terma
harcászati tulajdonságok (alszempontok értékelését összegezve)	50	40	60	20	40	40	40
műszaki-technikai tulajdonságok (alszempontok értékelését összegezve)	139	142	145	138	138	138	137
üzemeltethetőségi mutatók (alszempontok értékelését összegezve)	32	26	26	26	26	26	26
pénzügyi mutatók (alszempontok értékelését összegezve)	1	23	16	16	16	16	20

Egyéb megfontolások miatt a táblázatban csak az alszempontok összesített értékeit jelenítettem meg, és az egyes alszempontokra adott értékeket külön-külön nem tüntettem fel. Az értékelésnél a személyes műszaki tapasztalataimra is hagykoztam, hiszen nem minden gyártónál lehet nyílt módon hozzáférni az adatokhoz, és emiatt számos értéket csak megbecsülni tudtam, ezért e paraméterek nem feltétlenül tükrözik a valós sorrendet, de annak a felállítását a gazdasági és politikai érdekek miatt egyébként sem lehetne nyíltan elvégezni.

A szakértői csoportok (k) preferenciáinak figyelembevétele érdekében a szempontokhoz súlyszámokat (s_{ki}) osztottam. Ebben a cikkben egy *kvantitatív kutatási módszert választottam a súlyszámok meghatározásához és online kérdőíves felmérést végeztem*, ahol 40 résztvevővel egy kéthetes intervallumban kikérdezést végeztem a katonai helikopterek önvédelmi elektronikai hadviselési rendszereinek fő és alszempontjaira (jellemzőire) vonatkozóan. A szakértői csoportok közötti megoszlást tekintve a legtöbb kitöltő repülőműszaki (26%) és repülőszemélyzet (21%), a többi csoport aránya pedig nagyon hasonló (11–16%) volt.

A felmérés első része olyan kérdéseket tartalmazott, amelyek a kikérdezettek beosztására (logisztika, repülőműszaki, helikopterszemélyzet, hadműveleti, elektronikai hadviselés és pénzügy) vonatkoztak. Ezen adatok alapján őket a korábban bemutatott hat szakértői csoportba osztottam. A kérdőív második részében egy külön kérdés során a résztvevők rangsorolták 1–4-ig a fő szempontokat aszerint, hogy általánosságban mennyire tartják fontosnak ezeket a szempontokat. Azaz a legfontosabbnak tartott fő szempont kapott 4-es értéket, míg a legkevésbé fontos fő szempont 1-es értéket. A kérdőív további része az alszempontokra fókuszált. A válaszadás során az egyes alszempontokat sorrendbe kellett tenni, ahol az 1-es érték jelentette a kevésbé preferált, míg a legmagasabb érték a nagyon preferált alszempontot. Az összegzés (az adott szempontokra adott értékelések átlaga) után a kapott súlyszámok (w_{cs}) az 5. táblázatban láthatók.

5. táblázat

Súlyszámok (w_{cs}) [a szerző szerkesztése]

Szempontok [S] / Szakértői csoportok [C]	Harcászati tulajdonságok	Műszaki (technikai) tulajdonságok	Üzemeltethetőségi (földi és légi) mutatók	Pénzügyi mutatók
Repülőszemélyzet	0,375	0,2625	0,2625	0,1
Repülőműszaki (pl. üzemeltetés, hatóság, oktatás)	0,31	0,25	0,29	0,15

Szempontok [S] / Szakértői csoportok [C]	Harcászati tulajdonságok	Műszaki (technikai) tulajdonságok	Üzemeltethetőségi (földi és légi) mutatók	Pénzügyi mutatók
Pénzügyi, gazdasági (pl. beszerzés, gazdálkodás)	0,24	0,2	0,16	0,4
Logisztika (pl. légijármű-fenntartás, üzemben tartás)	0,3333	0,2666	0,3	0,1166
Hadműveleti	0,38	0,18	0,24	0,2
Elektronikai hadviselés (pl. oktatás, üzemeltetés)	0,36	0,32	0,18	0,14

A szakértői csoportok döntési szerepét és lobbierjét egységesnek vettem. A döntések és ezáltal az érdekvényesítési képességek beszerzési eljárásokként változhatnak. Jelen publikációban hat szakértői csoportot alakítottam ki, és mivel ebből a szempontból a személyes preferencia és tapasztalat alapján a csoportok szerepét egyenlőnek ítélt meg, ezért az (d_c) értéke 1/6, azaz 0,1666 lett. Természetesen ez az érték egy konkrét fejlesztés (termékbeszerzés) megvalósítása esetén eltérő lesz (lehet).

A súlysúlyszámok (w_{cs}) és a szakértői csoportok várható döntési arányainak (d_c) figyelembevételével kapott átlag minősítő számokat (f_r^*) és azok önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerenként összesített pontjait a 6. és a 7. táblázat mutatja be és foglalja össze.

6. táblázat

Önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek átlag minősítő számai [a szerző szerkesztése]

Rendszer (termék)	Northrop Grumman	Lockheed Martin	BAE	Aselsan	Elbit	IAI	YH-96
Repülőszemélyzet	0,1163973	0,09612	0,129847	0,124635	0,115039	0,125455	0,105655
Repülőműszaki (pl. üzemeltetés, hatóság, oktatás)	0,1131655	0,09677	0,125571	0,119832	0,112002	0,120613	0,09969
Pénzügyi, gazdasági (pl. beszerzés, gazdálkodás)	0,0970933	0,085983	0,111468	0,104065	0,098024	0,10469	0,073219
Logisztika (pl. légijármű-fenntartás, üzemben tartás)	0,1175241	0,099656	0,130114	0,124514	0,116089	0,125347	0,105445
Hadműveleti	0,1075165	0,087517	0,122342	0,117058	0,107065	0,11762	0,09283
Elektronikai hadviselés (pl. oktatás, üzemeltetés)	0,1163565	0,097135	0,130356	0,124384	0,115384	0,125384	0,104107
Összesítve:	0,6680532	0,563182	0,749698	0,714487	0,663603	0,719109	0,580947

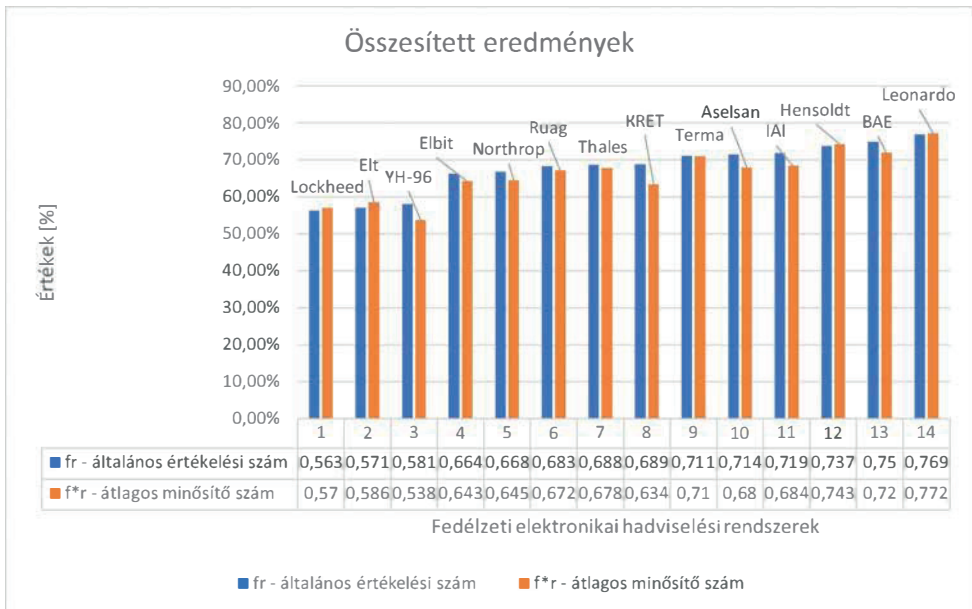
7. táblázat

Önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek átlag minősítő számai [a szerző szerkesztése]

Rendszer (termék)	Vityebszk L370	HENSOLDT	Leonardo	Elt	Ruag	Thales	Tterma
Repülőszemélyzet	0,125642	0,121705	0,09895	0,095335	0,115629	0,116723	0,118671
Repülőműszaki (pl. üzemeltetés, hatóság, oktatás)	0,118749	0,122002	0,1341717	0,097073	0,113919	0,115127	0,1182

Rendszer (termék)	Vityebszk L370	HENSOLDT	Leonardo	Elt	Ruag	Thales	Tterma
Pénzügyi, gazdasági (pl. beszerzés, gazdálkodás)	0,085844	0,124689	0,1230923	0,092746	0,108301	0,107635	0,116981
Logisztika (pl. légi jármű-fenntartás, üzemben tartás)	0,125536	0,123862	0,1386766	0,099053	0,116967	0,118217	0,12053
Hadműveleti	0,111947	0,120398	0,1342932	0,089649	0,110871	0,111871	0,116127
Elektronikai hadviselés (pl. oktatás, üzemeltetés)	0,121106	0,124717	0,1402722	0,097163	0,11719	0,11794	0,120717
Összesítve:	0,688823	0,737374	0,7694561	0,571019	0,682877	0,687512	0,711228

A 2. ábrán jól látható, hogy a súlyszámok (átlagos minősítő szám) hogyan befolyásolták az általam értékelt önvédelmi elektronikai hadviselési rendszereket (általános értékelési szám). Látható, hogy az általam adott pontszámok alapján a Leonardo, Bae és a Hensoldt vizsgált termékei végeztek a képzeletbeli verseny dobogóján. A szakértők preferencia-sorrendjéből számított súlyszámok ezt nem befolyásolták, az csak a köztük lévő sorrenden változtatott. Azonban a többi eszközt is megvizsgálva látható, hogy a súlyszámok változtattak az általam adott sorrenden.



2. ábra
Összesített eredmények [a szerző szerkesztése]

Egyébként a súlyszámok kiszámítása más módszerrel is történhet, hiszen összességében nem biztos, hogy az egyes szempontokra vagy alszempontokra adott válaszok alapján konzisztens eredményt kaptam, ezért egy másik módszert felhasználva konzisztensebb eredményt kaphatunk.

A többszempontú döntési módszer³⁶ (MCDM) kiválasztására általános, egyértelmű szabály nem található a szakirodalomban (ez is döntési feladat), a konkrét probléma ismeretében lehetséges a legmegfelelőbb módszer meghatározása.

5. Összegzés

Az önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerek fejlesztését a technológiai fejlődés és a katonai helikopterek túlélőképesség-növelésének igénye vezérli.

Ebben a cikkben áttekintettem a jelenleg a katonai helikopterek önvédelmi elektronikai hadviselési rendszerét és a lehetséges veszélyforrásokat és kockázatokat, majd foglalkoztam a lehetséges funkciókkal, és meghatároztam az értékelési szempontok keretrendszerét.

Kidolgoztam egy értékelési módszert, amelynek alkalmazásával több, jelenleg alkalmazott korszerű önvédelmi elektronikai hadviselési rendszert minősítettem és hasonlítottam össze, majd ennek alapján rangsoroltam őket.

A szakértői csoportok preferenciáinak megfelelő eredményeket súlyoztam, és így egy összehasonlítható, úgynevezett átlagos minősítő számot hoztam létre. Ezt követően értékeltem a kapott eredményeket. Az eredményekből látható, hogy a súlyszámok hogyan befolyásolták az én értékelésemet. A súlyozást célszerű lehet egy másik, például páros összehasonlításokon alapuló, például Fuzzy AHP³⁷ vagy egyéb több szempontú döntési módszert felhasználva is elvégezni.

Felhasznált irodalom

- [1] Air Recognition, *WZ-10 or Z-10 Attack helicopter*. Online: www.airrecognition.com/index.php/world-air-force-military-equipment-aircraft-/asia-air-force-countries-aircraft-military-equipment/china-chinese-pla-plaaf-air-force/china-chinese-air-force-helicopters-data-sheet-specifications-pictures-video/560-z
- [2] Aselsan, *HEWS – Helicopter Electronic Warfare Self Protection System*. Online: www.aselsan.com.tr/en/capabilities/electronic-warfare-systems/electronic-warfare-self-protection-systems/helicopter-electronic-warfare-system-hews www.aselsan.com.tr/HEWS_Helicopter_Electronic_Warfare_Self_Protection_System_3748.pdf
- [3] BAE Systems, *ALQ-239 Digital Electronic Warfare System (DEWS)*. Online: www.baesystems.com/en-us/product/digital-electronic-warfare-system-dews
- [4] BAE Systems, *Electronic Warfare*. Online: www.baesystems.com/en-us/productfamily/electronic-warfare

³⁶ MCDM – *MultiCriteria Decision Making*, többszempontú döntési módszer.

³⁷ AHP – *Analytical Hierarchy Process*, analitikus hierarchikus eljárás.

- [5] Domán L., „Az Airbus H145M helikopter és a túlélőképesség,” *Repüléstudományi Közlemények*, 31. évf. 1. sz. pp. 85–102. 2019. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2019.1.8>
- [6] Domán L., „A nagyjavított Mi-24 típusú helikopterek kommunikációs eszközeinél történt fejlesztés megvalósítása,” *Katonai Logisztika*, 28. évf. 3. sz. pp. 8–19. 2020. Online: http://epa.oszk.hu/02700/02735/00092/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2020_03_008-019.pdf
- [7] Domán L., „Helikopterek speciális vészelhagyási eszközei,” *Repüléstudományi Közlemények*, 32. évf. 1. sz. pp. 51–66. 2020. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2020.1.3>
- [8] Domán L., „Helikopterek túlélőképességét befolyásoló tényezők elemzése,” *Katonai Logisztika*, 28. évf. 1–2. sz. pp. 131–150. 2020. Online: <https://doi.org/10.30583/2020/1-2/131>
- [9] Domán L., „A Mi-24 elektronikai hadviselési képességei és fejlesztési lehetőségei,” in *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből II.*, Hausner Gábor szerk. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2021, pp. 99–115. Online: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/16208/905_KDMI_II_hallgatoi_tanulmánykotet.pdf
- [10] Domán L., Pokorádi L., Szilvássy L., „Repülőeszközök idegen-barát felismerésének kockázatát befolyásoló tényezők ok-okozati elemzése,” *Repüléstudományi Közlemények*, 31. évf. 3. sz. pp. 15–30. 2019. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2019.3.650>
- [11] Doorway Projects, *Aircraft Survivability Equipment (ASE), AN/AAR-47A(V), 2 AN/AAR-47B(V)2, Missile and Laser Warning Systems*. é. n. Online: www.doorwayprojects.com/doc/AAR-47-Public-Release-07142008-Missile-Warning.pdf
- [12] dote.osd.mil, *AN/APR-39D(V)2 Radar Signal Detection Set (RSDS)*. Online: www.dote.osd.mil/Portals/97/pub/reports/FY2017/navy/2017anapr39.pdf?ver=2019-08-19-113710-303
- [13] S. D'urso, Let's Talk About the Vityebszk L370, the Russian New Generation Directional IR Countermeasure (DIRCM) System. *The Avionist*, 2020. július 8. Online: <https://theavionist.com/2020/07/08/lets-talk-about-the-vitebsk-l370-the-russian-new-generation-directional-ir-countermeasure-dircm-system/>
- [14] Elbit Systems, *Airborne Self-Protection – Elisra*. Online: <https://elbitsystems.com/products/ew-and-sigint/airborne-self-protection/>
- [15] elt, *ALR-733 ESM System*. Online: www.elt-roma.com/storage/app/uploads/public/5c2/f64/382/5c2f643829207125578719.pdf
- [16] elt, *ELT/160 RWR System*. Online: www.elt-roma.com/storage/app/uploads/public/5c2/f63/033/5c2f63033148f542671348.pdf
- [17] elt, *ELT/572 DIRCM System*. Online: www.elt-roma.com/product/elt-572
- [18] elt, *ELT/741 ESM System*. Online: www.elt-roma.com/storage/app/uploads/public/5c2/f62/682/5c2f62682dbe3551191145.pdf
- [19] Esztergár-Kiss D., Csiszár Cs., „Evaluation of Multimodal Journey Planners and Definition of Service Levels,” *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, 13. évf. 3. sz. pp. 154–165. 2015. Online: <https://doi.org/10.1007/s13177-014-0093-0>
- [20] J. Heikell, *Electronic Warfare Self-protection of Battlefield Helicopters: A Holistic View*. PhD dissertation, Espoo, Helsinki University of Technology, 2005. Online: <https://indianstrategicknowledgeonline.com/web/isbn9512275465.pdf>
- [21] helis.com, *Russian Helicopter Defence System for Export*. 2016. április 6. Online: www.helis.com/database/news/kret_export
- [22] Hensoldt, *AMPS – Airborne Missile Protection System*. Online: www.hensoldt.net/products/optronics/amps-airborne-missile-protection-system/
- [23] IAI, *ELL-8260 Self-Protection and Compact ESM Suite*. Online: www.iai.co.il/p/ell-8260

- [24] IAI, *ELL-8265 RWL Radar Warning & Locating System For Fixed Wing Aircraft, Helicopters, UAV*. Online: www.iai.co.il/p/ell-8265-rwl
- [25] IAI, *ELM-2160 Flight Guard Missile Approach Warning System*. Online: www.iai.co.il/p/elm-2160-flight-guard
- [26] Kavas L., „A súlyszámok problematikája komplex rendszerek értékelése során,” *Repüléstudományi Közlemények*, Klnsz. pp. 1–7. 2007.
- [27] Kavas L., *Harcászati repülőgép kiválasztásának módszere gazdasági–hatékonysági mutatók alapján, kis létszámú haderő légierejének korszerűsítésére*. Doktori (PhD-) értekezés, Szolnok, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2009.
- [28] Kavas L., „Helikopter típusváltással kapcsolatos gondolatok és a kiválasztást megalapozó elvárások,” *Repüléstudományi Közlemények*, 25. évf. 1. sz. pp. 93–98. 2013.
- [29] Keszthelyi Gy., „A Mi-24 típusú harci helikopter hatékonysága korunk fegyveres konfliktusaiban II. rész. A harci helikopter alkalmazási környezete,” *Katonai Logisztika*, 27. évf. 4. sz. pp. 11–39. 2019. Online: <https://doi.org/10.30583/2019/4/011>
- [30] Keszthelyi Gy., „A Mi-24 típusú helikopter hatékonysága korunk fegyveres konfliktusaiban III. rész. A helikopter önvédelmi rendszerei és alkalmazási hatékonyságuk,” *Katonai Logisztika*, 28. évf. 4. sz. pp. 5–57. 2020. Online: http://epa.oszk.hu/02700/02735/00093/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2020_04_005-057.pdf
- [31] Koller J., *Helikopterek újszerű alkalmazási lehetőségei többnemzeti alkalmi harci kötelék szárazföldi műveleteinek támogatása érdekében*. Doktori (PhD-) értekezés, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2012. Online: <https://doi.org/10.17625/NKE.2013.006>
- [32] N. G. Law, *Integrated Helicopter Survivability*. PhD, UK, Cranfield University, 2011. Online: <https://core.ac.uk/download/pdf/140841.pdf>
- [33] Leonardo, *HIDAS – Helicopter Integrated Defensive Aids System*. Online: www.leonardocompany.com/documents/20142/3163211/Helicopter_Integrated_Defensive_Aids_System_HIDAS_ref_mm07737.pdf?t=1542793241981
- [34] Leonardo, *HIDAS for AW159 LYNX*. Online: www.leonardocompany.com/documents/20142/3149369/HIDAS_15_LQ_mm07744_.pdf?t=1538987440383
- [35] Leonardo, *MIYSIS DIRCM Directed Infrared Counter Measure System*. Online: www.leonardocompany.com/documents/20142/3149378/Miysis+DIRCM+datasheet+%28mm08221%29.pdf?t=1605020654244
- [36] Leonardo, *SEER Advanced Radar Warning Receiver*. Online: www.leonardocompany.com/documents/20142/3149462/SEER+Digital+RWR+%28mm07739%29+HQ.pdf?t=1606220930185
- [37] Lockheed Martin, *AN/ALQ-210 Electronic Support Measures*. Online: www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/rms/documents/electronic-warfare/AN-ALQ-210-brochure.pdf
- [38] Lockheed Martin, *AN/APR-48B Modernized Radar Frequency Interferometer*. Online: www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/rms/documents/electronic-warfare/APR-48B-brochure.pdf
- [39] Lockheed Martin, *AN/APR-52(V)1 Digital Electronic Support Measures/Radar Warning Receiver*. Online: www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/rms/documents/electronic-warfare/APR-52_Brochure%20MOR201811007.pdf
- [40] Markets and Markets, *Aircraft Survivability Equipment Market by Platform (Combat aircraft, Combat helicopter, Special mission aircraft, UAV), Subsystem (Electronic Support,*

- Electronic Attack, Non-combat systems), Fit (Line fit, Forward Fit) and Region – Global Forecast to 2022*. Online: www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/aircraft-survivability-equipment-market-31114876.html
- [41] Mönch Publishing Group, *Helicopter Self-protection system*. Online: www.monch.com/mpg/news/c5i/1264-helo-protect.html
- [42] My City Military, *Kamov-Ka-50-52*. Online: www.mycity-military.com/Helikopteri/Kamov-Ka-50-52_128.html
- [43] Northrop Grumman, *AN/APR-39 Digital Radar Warning Receiver Family*. Online: www.northropgrumman.com/what-we-do/air/an-apr-39-digital-radar-warning-receiver-family
- [44] Northrop Grumman, *New capability for the Army's helicopter fleet has begun Initial Operational Test and Evaluation*. 2019. augusztus 28. Online: <https://news.northropgrumman.com/news/releases/northrop-grumman-common-infrared-countermeasures-systems-enters-operational-testing>
- [45] Orosz Z., *A Magyar Honvédség szállítórepülő- és helikopter-alegységek alkalmazási lehetőségei a NATO szövetségi rendszerében*. Doktori (PhD-) értekezés, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2011.
- [46] RUAG, *Integrated Self-Protection System*. Online: <https://ruag-ch.picturepark.com/v/KFA5Jknx/>
- [47] T. Stuart, „A critical survey on the status of multiple criteriadecision making theory and practice,” *Omega*, 20. évf. 5–6. sz. pp. 569–586. 1992. Online: [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(92\)90003-P](https://doi.org/10.1016/0305-0483(92)90003-P)
- [48] Terma, *Complete Self-Protection Systems for All Type of Aircraft*. Online: www.terma.com/media/manojep/terma-complete-self-protection-systems_march2021.pdf
- [49] Thales Group, *Electronic warfare systems, SPS-H Integrated Self-protection System for Helicopters*. Online: www.thalesgroup.com/sites/default/files/database/d7/asset/document/SPH_H-Product-Brochure-June2001.pdf
- [50] R. J. Wiegand, *Radar Electronic Countermeasures Systems Design*. Boston, Artech House Inc. 1991.

Evaluation of the Complex Electronic Warfare Self-Protection System of Military Helicopters

The need for military helicopters to pre-design and possibly use electronic warfare systems in a self-protection or narrower sense and to make battlefield information available during the deployment of helicopters is growing. Many companies make self-protection systems, but these often only partially provide complete and comprehensive solutions, making them difficult to compare. Presumably, several countries' army and manufacturing and development companies have already developed a framework for analysing and evaluating military helicopter electronic warfare self-protection systems so that they can be compared and ranked mainly on a military, technical or financial and economic basis, mainly quantitatively. In addition, the main areas of development have been identified, which are: complexity, automatic, fast data transfer, wide-range detection and response, and specific recommendations for any type of helicopter, depending on the application. Therefore, self-protection systems for military helicopters will be able to be designed according to a certain level of capability or risk. In this paper, the author

intends to present a possible evaluation process for electronic warfare self-protection systems in military helicopters.

Keywords: *military helicopter, electronic warfare, self-protection, evaluation, comparison*

Domán László őrnagy főtechnológus (osztályvezető helyettes)	Major László Domán Chief Technologist (Deputy Head of Department)
Magyar Honvédség Légijármű Javítóüzem	Hungarian Defence Forces Aircraft Repair Plant
Műszaki Fejlesztési és Technológiai Osztály	Technical Development and Technological Department
doman.laszlo79@gmail.com orcid.org/0000-0002-4472-2609	doman.laszlo79@gmail.com orcid.org/0000-0002-4472-2609
