

Szilvássy László

HARCI VS. FELFEGVERZETT SZÁLLÍTÓ HELIKOPTER

A szerző rávilágít a harci és szállító helikopterek közötti különbségre és ezt szakmai érvekkel alá is támasztja. Ezenkívül bemutatja harci helikopterek fegyverrendszerét és rámutat arra, hogy egy felfegyverzett szállító, vagy általános (többrendeltetésű) helikopter nem helyettesítheti a páncélozott harci helikoptereket.

Kulcsszavak: harci, szállító, helikopter, modernizáció, beszerzés, többfeladatú helikopter, fedélzeti fegyverrendszer, aktív, passzív védelem

BEVEZETÉS

Aki egy kicsit is foglalkozik a helikopterek – beleértve a szállító és a harci helikoptereket is – helyzetével, ezelőtt ismert az a tény, hogy Magyar Honvédségen belül ezek száma már évek óta kritikus szinten van. Ez a gyakorlatban akkor jelenthet igazán nagy gondot mikor – például egy nagyobb árvíz védekezési munkálatai, vagy egy kritikus hóhelyzetben a repült idő után – több helikoptert üzemidős javítás, karbantartás miatt le kell állítani és alig marad eszköz, pl. a kutatómentő szolgálat ellátására, vagy legrosszabb esetben nem lesz elegendő eszköz a feladat végrehajtására. Ebből is következik, hogy a helikopterek cseréje, vagy pótlása elodázhatatlan feladat. Ezt ismerte fel a kormány is a tavalyi évben. Először szállító helikopterek, majd ebben az évben harci helikopterek felújítására kötött szerződést. Ennek értelmében 6 db Mi-24V és 6 db Mi-24P harcihelikoptert újítanak fel Oroszországban [27][28]. Sokan bírálják, hogy ez a hetvenes, nyolcvanas évek technikai színvonalának konzervállása. Ebben van is némi igazság, de még mindig jobb felújítani ezeket az eszközöket és fentartani velük a hajózó és műszaki személyzet képességeit, mint helikopter hiányában azt teljesen elveszíteni azt [28][29]. Nem kívánok állást foglalni ebbe a vitába, mert minkét oldalon van igazsága és egy bonyolult helyzetet nem szabad csak egy szemszögből vizsgálni, ahogy teszik azt nagyon sokan. Ebben a vitában megint előkerült, hogy a harci helikopterek felújításának árából „*Jobb lett volna inkább több Mi-8/Mi-17-es?*” [27].



1. ábra Felfegyverzett szállító helikopter [40] nem azonos a harci helikopterrel [41]

Már évek óta foglalkozom a harci helikopterek modernizációs kérdéseivel [12][18][20], amit előszörban a fedélzeti fegyverek szempontjából közelítettem és közelíték meg. Számos írásomban

[13][15][16] kifejttem a témával kapcsolatos véleményemet, kutatási eredményeimet, sőt a doktori disszertációm [1][2] is e témában írtam. Korábbi tanulmányaimban, szakcikkeimben megvizsgáltam számos harci helikoptert, többek között a Mi-24-est [3][4], az AH-64-est [5], a Mi-28-ast [7], a Ka-50/52-est [17] és az A129-est [14]. Írtam azok fejlődését [8], alkalmazási lehetőségeit [6], rangsoroltam a hatékonysági követelményeit [10], bemutattam a fedélzetei fegyvereiket [13][15][16][19][21]. A doktori disszertációm [1] kidolgoztam egy paraméterezett összehasonlító eljárást, melynek segítségével objektíven összevethetővé tettem a harci helikoptereket a fedélzeti fegyverek szempontjából. Ezt a disszertáción kívül is publikáltam [9][11]. A repülőfedélzeti fegyverekkel kapcsolatos kutatásaimat azóta sem hagytam abba. Rendszeresen követelem a megjelent írásokat, amik között a mai napig számomra prioritást élveznek a harci helikopterekkel kapcsolatosak.

Harci helikopter

Definition: „An attack helicopter is an armed helicopter with the primary role of an attack aircraft, with the capability of engaging targets on the ground, such as enemy infantry and armored fighting vehicles. Due to their heavy armament they are sometimes called helicopter gunships.” [42]

Definíció (a szerző fordítása): A támadó/harci helikopter egy felfegyverzett helikopter, mely elsődlegesen támadó repülőgép szerepet tölt be. Feladata a célok megsemmisítése a földön, beleértve az ellenség élőerejét és páncélozott harcjárműveit. Nehéz fegyverzetük miatt gyakran repülő tankoknak is nevezik. (Az angol nyelvterületen a *helicopter gunships* elnevezést használják, ami szószerint nem fordítható magyarra.)

Sajnos a Hadtudományi lexikon [44] sem tartalmaz helyes definíciót a harci helikopter címszóra [44]. Ez nem meglepő hiszen a kategóriát kb. a nyolcvanas években kezdték definiálni, mikor a RAH-66 Comanche program elindult (1983–2004) [32]. Ebben fogalmazták meg először, hogy valójában mi is ez a repülőeszköz.

Juhász János¹ így fogalmazta meg:

„egy gyors-járatú, jó manőverező képességű, sokoldalúan alkalmazható, nagy pusztító erővel rendelkező, fegyverhordozó (páncéltörő) eszköz” vagyis „légi tüzérség” [43]

Én a következő meghatározást használtam, már a doktori értekezésemben is:

Harci helikopter: egy aerodinamikus, forgószárnyas, jól manőverező repülőeszköz, melyet irányítható és nemirányítható rakétákkal, az ellenség páncélos kötelékeinek megbontására hoztak létre. Fejlődésével feladatai kibővültek a fegyvertelen szállító, kutató-mentő helikopterek kísérésével, az ellenség szárazföldi csapatainak, légvédelmének közvetlen támadásával, mélységben is, valamint légi harc megvívásával elsősorban alacsony sebességű légi célok pl. helikopterek, de esetenként vadászrepülőök ellen is. Mindezen feladatok végrehajtásához megfelelő tűz-, rakéta és bombázófegyverrel, aktív és passzív védelemmel, páncélzattal, valamint magas fokú túlélési taktikával rendelkezik. Az első harci helikopter a 60-as évben megjelent amerikai AH-

¹ Juhász János alezredes, az MH 87 Bakony Helikopter Ezred Hadműveleti és Kiképzési osztályvezető 2000 [43]

1 „Cobra” volt – igaz ez nem minden jegyében felel meg a kritériumoknak –, amit rövid időn belül a Mi-24A követett [1].

Az akkori megfogalmazásomat ma sem változtatnám meg, csak kiegészíteném a következőkkel:

A harci helikopterek kellő hatékonysággal alkalmazhatók határvédelmi feladatok ellátására, alacsonyan repülő sárkányrepülő és/vagy kisrepülőgépek országhatáron történő átrepülése során.

A definícióban említett légiharc megvívásának lehetőségére az amerikaiak 1968-ban kísérleti gyakorlatot hajtottak végre, melyben egy AH-1G „Cobra”, egy F-4 „Fantom” és egy F-8 „Cruseider” vett részt. Mindkét légiharc a „Cobra” győzelmével végződött. Egy másik gyakorlaton a harci helikopter „Sidewinder” rakétával lelőtt egy 800 km/h sebességgel repülő célgépet. Találunk példát valós harci helyzetben történő légiharcra is, amikor egy Mi-24P helikopter legyőzött egy „Fantom”-ot az irak-iráni háborúban. A fentiek jó példák arra, hogy a harci helikopterek képesek felvenni a harcot a támadó légi ellenséggel, ennek érdekében nem feltétlenül szükséges speciális vadászhelikoptereket építeni, csak a meglévő fegyverzetét kell kiegészíteni korszerű légiharc rakétákkal [1]. Ezek a légiharc megvívására alkalmas rakéták meg is jelentek a harci helikopterek fedélzetén.

A harci helikopterekkel szemben támasztott követelmények

A múlt század háborúi és fegyveres konfliktusai olyan tapasztalatokhoz juttatták a fegyver gyártókat, amelyekhez modellezett körülmények között egyáltalán nem, vagy csak nagyon nehezen juthattak volna hozzá. A harci helikopterek fejlesztése, a XX. század második felére tehető. A koreai és vietnámi háborúban szerzett tapasztalatok alapján kialakult egy egységesnek tekinthető követelményrendszer a harci helikopterekkel szemben.

A háborúk és fegyveres konfliktusok tapasztalatai alapján a korszerű harci helikopterekkel szemben támasztott követelmények:

- ➔ manőver képesség – beleértve a légiharc megvívásának képességét, döntően harci helikopterrel, szükség esetén merevszárnyú harcászati repülővel szemben is;
- ➔ jól variálható, különböző feladatok végrehajtására alkalmas függeszthető fegyverzet alkalmazásának lehetősége;
- ➔ korszerű avionikai jellemzők (navigációs, célzó-navigációs, kommunikációs stb.);
 - komplex önvédelmi tulajdonságok;
 - passzív páncél védelem;
 - lopakodó tulajdonságok;
 - speciális festés;
 - speciális kialakítás;
 - rejtett fegyvertér;
 - behúzható futómű²;
 - aktív védelem;

² A vietnámi háború tapasztalatai alapján a behúzható futómű jelent meg követelményként. Ma többnyire rögzített futóművet alkalmaznak a legtöbb harci helikopteren, bár itt is található kivétel [25]. Az LHX programban behúzható futóművel tervezték a RAH-66-ost. (A szerző megjegyzése.)

- infracsapda kivető;
- besugárzásjelző;
- rádiólokátor zavaró berendezés.

A felsorolt konstrukciós tulajdonságok önmagukban, vagy akár egy komplex rendszert alkotva még nem elegendőek ahhoz, hogy egy harci helikopter maradéktalanul megfeleljen a legmagasabb követelményeknek. Ehhez az is elengedhetetlen, hogy a beépített aktív és passzív védelme, a fegyverzete és minden egyéb rendszere megbízhatóan szolgálja azt a feladatot, amire a harci helikoptert tervezték. Hiába rendelkezik egy helikopter a legkorszerűbb, nagy pontosságú fegyverekkel, ha egyéb rendszerei, berendezései vagy szerkezeti kialakítása pl. a forgószárnyak lövésállósága, vagy a berendezések páncélvédelme stb. nem teszik lehetővé, hogy huzamosabb ideig a levegőben maradjon.

A fentebb megfogalmazottaknak megfelelően felírhatjuk a harci helikopter általános **hatékonysági kritériumát**:

$$W = \prod_{i=1}^n P_i \quad (1)$$

ahol:

- W – a harci helikopter hatékonysági mutatója;
- P_i – elemi feltételes valószínűségek, melyek az egyes berendezések, rendszerek megbízhatóságát, a feladat végrehajtásának, a cél felderítésének stb. valószínűségét jellemzik.

Ha a fenti összefüggésben szereplő elemi feltételes valószínűség (P_i) helyére, az eredményes feladat végrehajtás szempontjából legfontosabb mutatókat helyettesítjük be, akkor a következő összefüggést kapjuk:

$$W = P_m \cdot P_t \cdot P_{mb} \quad (2)$$

ahol:

- P_m – csapásmérő képesség (az ellenséges cél megsemmisítésének valószínűsége);
- P_t – a túlélőképesség (az eredményes önvédelem valószínűsége);
- P_{mb} – a műszaki megbízhatóság (a hibamentes működés valószínűsége) [22].

A **csapásmérő képesség**, függ a célfelderítés, a felszíni célok leküzdésének és az ellenséges helikopterekkel vívott légi harc sikeres megvívásának valószínűségétől, valamint a fedélzeti fegyverek harcászati-technikai jellemzőitől, illetve a fegyvervezérlő rendszer hatékonyságától és a személyzet kiképzettségétől, pszicho-fizikai állapotától [26].

A **túlélőképesség**, (az eredményes önvédelem valószínűsége) függ a passzív és aktív önvédelmi rendszerek hatékonyságától, a lopakodó (stealth) jellemzőktől és a repüléstechnikai, harcászati eljárásoktól.

A **műszaki megbízhatóság**³ függ az üzemeltethetőségtől, (tábori körülmények között is) a technológizáltságtól, a diagnosztizálhatóságtól, a javíthatóságtól, a javításközi üzemidőtől, a két meghibásodás közötti repült időtől.

³ "Műszaki megbízhatóság: a haditechnikai eszköz szerkezetének (rendszerének, berendezésének, elemének) vagy akár egész üzemeltetési (üzembentartási) rendszerének azon tulajdonsága, hogy az előírt funkciót teljesíti, miközben meghatározott üzemeltetési mutatók értékeit az üzemeltetés, a műszaki karbantartás, a javítás, a tárolás és a szállítás előre megadott üzemmódjai feltételeinek megfelelő, előírt határok között, időben megőrzi." [39]

Természetesen a felsorolt három valószínűségi értéket még tovább lehet bontani, de ez nem befolyásolja azt, hogy a harci helikopter hatékonysági mutatója egyenes arányban van a műszaki megbízhatóság, a túlélés és a cél megsemmisítésének valószínűségével. Bármelyik jellemző kiemelésével és jelentős ráfordítással történő értéknövelése esetén sem fog a teljes hatékonysági mutató olyan mértékben emelkedni, hogy az meghatározó legyen. Ennél lényegesebb mindhárom kellően magas szintre emelése. A továbbiakban a három közül csak a csapásmérő képességről lesz szó.

A felsoroltak közül számos tulajdonsággal a többfeladatú helikopterek is rendelkezhetnek, pl. Mi-172, MD-500/530, BO-105/108, SA-542M/L, NH-90 stb. Az aktív és passzív védelmi tulajdonságokkal viszont csak a kimondottan harci feladat végrehajtására tervezett és épített harci helikopterek pl. AH-1, Mi-24, Mi-28, A129 (T129), AH-64, Ka-50, Ka-52, Tiger, AH-2 stb. A komplex önvédelmi tulajdonságokra a 70-es években vívott helyi háborúk tapasztalatai hívták fel a figyelmet.

Egy gyakorlati számítás segítségével vizsgáljuk meg, mennyire befolyásolja a fenti három valószínűségi érték bármelyikének megváltozása a helikopter hatékonysági mutatóját. A (2) egyenletbe behelyettesítve a következő – csak a példa kedvéért felvett – értékeket:

	Harci helikopter	Szállító helikopter
P_m	0,8	0,8
P_t	0,8	0,6
P_{mb}	0,8	0,8

1. táblázat a helikopterek feltételezett valószínűségi paramétereit

A P_t – a túlélőképesség (az eredményes önvédelem valószínűsége) között, a táblázatba, nincs jelentős különbség a harci helikopter javára. Valóságban ettől sokkal nagyobb különbségek mutatkoznak. Például egy korábbi elemzés szerint az AH-64 „Apache” harci potenciálja a AH-1 „Cobra”-hoz viszonyítva a csapatok légi támogatásakor „1,8”, a harckocsik elleni harcban pedig „3” egységet képez⁴ [38]. Ha ezt számokban kívánom kifejezni akkor a P_m csapásmérő képességet (az ellenséges cél megsemmisítésének valószínűségét) kell számszerűen meghatározni. Feltételezzük a következőt: légvédelmi ellentevékenységgel mellett az AH-1 csapásmérő képességét vegyük 0,2-nek, ebben az esetben az AH-64 ugyanezen paramétere 0,6. Ez azt jelenti, hogy az egyik esetben 20% annak az esélye, hogy a helikopter megsemmisíti a célt, a másik esetben 60%.

Visszatérve a példánkhoz. 80% a valószínűsége, hogy a harci helikopter megsemmisíti a célt, hogy túléli a feladat végrehajtását és annak is, hogy nem hibásodik meg. Ennek megfelelően a harci helikopter hatékonysági mutatója:

$$W = P_m \cdot P_t \cdot P_{mb} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,512;$$

ugyanaz szállító helikopter esetében:

⁴ A viszonyítási alapnak (egy egységnek) ebben az esetben a AH-1 „Cobra”-t tekintjük, majd a gyakorlati tapasztalatokat elemezve, kiszámítjuk, hogy az AH-64 „Apache” hány egységet képvisel a „Cobra”-hoz képest. Ez egy gyakorlatban is sokat használt összehasonlítási módszer, nem csak helikopterek, hanem más harceszközök pl. harckocsik esetében is.

$$W = P_m \cdot P_t \cdot P_{mb} = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 0,384;$$

Ez jelentős különbség.

A 90-es években a hadrendbe állítandó harci helikopterek létrehozására a legátfogóbb és leg-részletesebb kutatásokat az 1983-ban létrehozott LHX⁵ program keretében az Egyesült Államokban végezték. A programban valamennyi amerikai harci helikoptergyártó cég részt vett. Az Eurocopter és az A129 fejlesztésénél is az LHX eredményeit használták fel, melyeket nem túl nehéz felfedezni az orosz Mi-28 helikopter esetében sem, sőt a Kamov Ka-50 helikopter esetében is megtalálhatjuk azokat az ismérveket, amelyeket a program felsorol [33].

Amennyiben az amerikai és az orosz kutatási eredményeket és fejlesztési irányokat megvizsgáljuk, arra a következtetésre juthatunk, hogy az ezredforduló után hadrendbe állítandó harci helikoptereknek a következő pontokban felsorolt tulajdonságokkal kell rendelkeznie⁶ [23].

Manőver tulajdonságok

Földközeli repülés során:

- $v_{y,max} \approx 10$ m/s sebességű emelkedő képességgel;
- $v_{ut} = 260\text{--}280$ km/h utazó sebességgel;
- $v_{max} = 300\text{--}310$ km/h maximális sebességgel;
- $v_{h,max} = 40\text{--}60$ km/h sebességgel hátra;
- $v_{o,max} = 30\text{--}50$ km/h sebességgel oldalra kell rendelkeznie.

Az elérhető legnagyobb magasság 4500–6000 m körül legyen, bár ennek a hazai domborzati viszonyok között nincs akkora jelentősége, de ha a NATO tagságból eredő kötelezettségeknek is eleget téve, nem szabad figyelmen kívül hagyni. A helikopter legyen alkalmas valamennyi műrepülő elem végrehajtására $n_y = (+3)\text{--}(-0,5)$ túlterhelési tartományban, valamint intenzív pedálfordulókra. A hatótávolság, normál üzemanyag feltöltéssel érje el az 700–800 km-t, póttartály (póttartályok) alkalmazásával 1200–1500 km-t, 2,5–3,5 óra repülési idővel. A légi utántöltetőség kívánatos, de általános követelményként még nem jelenik meg [24].

Fegyverzeti jellemzők

A helikopternek állandó, lőtoronyba beépített gépágyúval kell rendelkeznie. A géppuska alkalmazása a mai korszerű páncélozott eszközök ellen nem elég hatékony⁷. (A géppuskák és gépágyúk páncélatütőképessége közötti összehasonlító számítás a [15] publikációban található.) A lőtorony elfordulása vízszintesen érje el a $\pm 90^\circ$, függőlegesen $+10^\circ$ és -40° között legyen. A gépágyú lőszer-javadalmazása minimálisan 500 db, de kívánatosabb az 1000 db, géppuska esetében ez a mennyiség megkétszerezhető.

Felszíni célok ellen alkalmazható nemirányítható rakétafegyverzet esetében a viszonylag nagyobb mennyiségben, úgynevezett zárótűz létrehozására, 70–80 mm űrméretű rakéták szüksé-

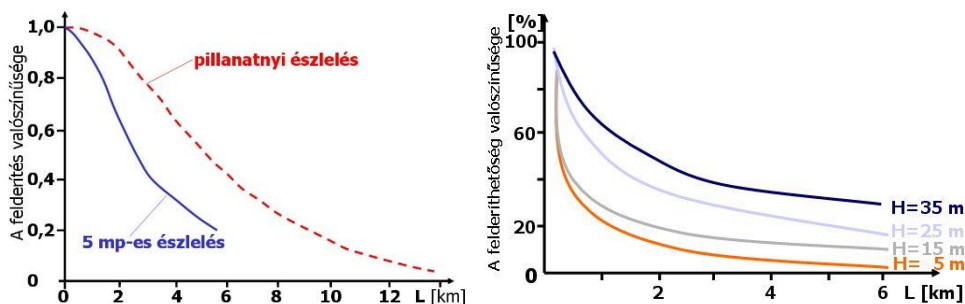
⁵ LHX – Light Helicopter Experimental – könnyű, kísérleti helikopter [32]

⁶ E tulajdonságok napjainkban – különösen a repülési sebességet illetően – jelentős ártértékelés alatt állnak.

⁷ A hazai és a nemzetközi szakirodalomban – repülőfedélzeti tűzfegyverek esetében – 20 mm űrméretig beszélünk géppuskáról, fölülte pedig gépágyúról. A 20 mm-es fegyvert már gépágyúnak tekintjük. (A szerző megjegyzése.)

gések. Ezeket rendszerint 20–30 csövű blokkokból lehet indítani. Mivel a Magyar Honvédségben kimondottan tűztámogató feladatok végrehajtására alkalmazható merevszárnyú repülőgépek nincsenek rendszeresítve, ezért lehetőség szerint a harci helikoptereknek ezt a feladatot is el kell látniuk, így a nemirányítható rakéta fegyverzettel szemben támasztott követelményeket ki kell bővíteni a nagyobb űrméretű pl. 100, 130, 240 mm-es, különböző rendeltetésű harci résszel ellátott rakéták alkalmazhatóságával [34][36].

Az irányítható rakétafegyverzetnek alkalmasnak kell lennie mind felszíni, mind légi célok elleni rakéták harci alkalmazására. Felszíni célok támadására lehetőség szerint különböző módon rávezethető (passzív infravörös, félaktív lézer, félaktív rádió és aktív önirányítású) rakéták alkalmazása a célszerű. Ez azért lényeges, mert a feladat és az adott harci körülmények függvényében, lehetőség legyen a legmegfelelőbb eszköz kiválasztására. Pl. álcázó füst alkalmazása során a félaktív rádió vagy az aktív rádió önirányítású rakéta a legmegfelelőbb a cél megsemmisítésére, de szélessávú, aktív rádiózavar esetén viszont nem használható. Irányítható rakétafegyverzettel kapcsolatban mindenképpen szükséges a légiharcban bevethető eszközök alkalmazhatósága. Ebben az esetben csak a „Tüzelj és felejtsd el!” elven működő eszközök jöhetnek számításba. Ez lényeges tulajdonság, mert az ellenséges helikopterek észlelési és azonosítási ideje kb. 5–6 másodperc 6 km-en (2. ábra). A közel légiharc rakéta repülési ideje ezen a távolságon 6–12 másodperc, ami azt jelenti, hogy félaktív rávezetés esetén a hordozó/indító helikopter felderítési valószínűsége közelít az egyhez, a megsemmisítési valószínűsége pedig az ellene alkalmazott eszköz megsemmisítési valószínűségéhez [22][35].



2. ábra A vizuális felderítés valószínűsége a távolság függvényében [1][22]

A merevszárnyú tűztámogató repülőgépek hiánya miatt, nem hátrány, ha a beszerzésre kerülő eszköz nagyobb indítási távolságú, nagyobb megsemmisítő képességű irányítható rakéták indítására is alkalmas.

Szükséges, hogy a helikopter fedélzeti célzó-navigációs komplexuma, minden időjárási körülmények között és minden napszakban biztosítsa a helikopter bevethetőségét és a fedélzeti fegyverek alkalmazhatóságát. Ehhez elengedhetetlen egy milliméteres hullámsávban működő rádiólokátor, természetesen térképező üzemmóddal, egy infravörös tartományban működő passzív érzékelő – hőpelengátor, és/vagy hőképkalkotó kamera – és egy lézer távolságmérő-célmegjelölő. A látható EMH⁸ tartományában működő tv kamera megléte nem szükségszerű. Az optikai rendszerek elhelyezése legcélszerűbb a fülketetön, vagy a forgószárny fölött, mert így a helikopter takarásból is képes felderítést és rávezetést végrehajtani. Mindenképpen figyelmet

⁸ EMH – elektromágneses hullám

kell fordítani annak lehetőségére, hogy a helikopter képes legyen együttműködésre a kötelékben lévő más helikopterekkel. Ez azt jelenti, hogy a hatékony célelosztás, illetve a félaktív rakéták alkalmazása esetében, a kölcsönös célmegjelölés érdekében, a kötelék helikopterei egy automatikus rádió csatornán keresztül kommunikáljanak egymással. Azt a lehetőséget sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy harci helikopter rajonként egy, úgynevezett légi vezetési pont rendszeresítése, jelentősen megnövelheti a helikopterek hatékonyságát. Nem tartozik szorosan a harci helikopterek modernizációjához, de arra is van lehetőség, hogy a szárazföldi támogatott alakulatok kötelékébe tartozó kézi, vagy más eszközön található pl. lézer megvilágító berendezés segítségével történjen a cél megjelölése. Természetesen ez csak abban az esetben lehetséges, ha a kompatibilitás biztosított. Az előzőekben bemutatottak miatt hasznos, ha a helikopter alkalmas bombavetésre.

Passzív és aktív önvédelem

A harci helikopterek repülésüket a harctevékenység során kis magasságon, a feladat függvényében, általában a lehető legnagyobb sebességgel hajtják végre. Erre több okból is szükség van. Egyrészt: minél nagyobb a helikopter vízszintes sebessége, annál pontosabban lehet alkalmazni a nemirányítható fegyvereket, mivel nem hat rájuk olyan mértékben a helikopter vibrációja. Másrészt: a helikopter felderíthetősége annál kisebb minél kisebb magasságon és minél nagyobb sebességgel repül. A rádiólokátorok a föld közelében repülő helikoptert nehezebben tudják felderíteni, illetve a sebességből következik, hogy a domborzat takarásából hirtelen felbukkanó helikopter, ugyanolyan gyorsan el is tűnik a domborzati viszonyok miatt, így az ellenség légvédelmi eszközeinek a lehető legkisebb a ráhatása az eszközre.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy 2–3 km az a távolság, amelyen a helikopter felderíthetőségi valószínűsége kellően alacsony, viszont a fedélzeti nemirányítható fegyverek, illetve gépágyú hatékonyan 1,5–2 km távolságból alkalmazhatók. Ezért nagyon lényeges az irányítható fegyverek megléte, mert azok indítási távolsága általában 6–7 km esetenként 8–10 km-t is elérheti. A helikopter vizuális-, akusztikai-, infravörös- és rádióhullám tartományokban lehet felderíteni. Éppen ezért egy korszerű harci helikopter kialakításában mindenképpen törekedni kell a felderíthetőség csökkentésére, valamint az úgynevezett lopakodó tulajdonságok növelésére. Ezt a következő kialakításokkal, szerkezeti megoldásokkal lehet megvalósítani, így csökkentve a helikopter észlelhetőségét:

- a hajtóművek kiáramló gázainak visszahűtése a környező levegőhöz közelire, ezzel csökkentve a helikopter infravörös kisugárzását, ami nagymértékben befolyásolja a felderítési távolságot;
- a helikopter sárkányszerkezete úgynevezett lopakodó (stealth) eljárásoknak megfelelően készüljön, tartalmazzon sok kompozit anyagot, illetve rádióhullámokat elnyelő (abszorbens) vagy szétszóró bevonattal, speciális festéssel rendelkezzen. A hajtómű szívócsatorna kialakítás feleljen meg a lopakodó technológiának, a forgószárny kompozitból készüljön, a forgószárnyagy speciális bevonattal vagy burkolattal rendelkezzen. Az elektromos berendezések elektromágneses kisugárzását minimálisra kell csökkenteni;
- akusztikai felderíthetőség csökkentése érdekében nagyobb lapátszámú és alacsony fordulatszámú forgószárny, a faroklégcsavar esetében is a nagyobb lapátszámú – gyakorta

4 lapátos, X elrendezésű –, vagy „fenestron”⁹ kialakítás alkalmazása a legpraktikusabb; (A NOTAR¹⁰ ebben az esetben a működéséből következően nem jöhet szóba, mert lövedék találat esetén jelentősen csökkenhet a hatásfoka, ami akár az irányíthatóság elvesztéséhez is vezethet.)

- a célzó-navigációs és a hírközlő berendezések csak a szükséges időtartamra és energiával bocsássanak ki elektromágneses hullámokat;
- vizuális felderíthetőség csökkentésére a földrajzi területnek, illetve az évszaknak megfelelő álcázó festés alkalmazása a legcélravezetőbb, valamint a pilótafülke üvegezésének, minimális fényvisszaverő képességűnek és matt színezésűnek kell lennie; a gép sziluettje a legkisebb geometriai méretű és kevésbé éles kontúrú legyen. [37]

A helikopter túlélőképessége – itt elsősorban a harci túlélőképesség értendő – legfőképpen a teljes repülőszerkezet, elsősorban a sárkányszerkezet kialakításától függ. Ehhez elengedhetetlenül szükséges a létfontosságú elemek megkettőzése esetleg árnyékolása, valamint a hatékony páncélvédelem. A helikopter berendezéseinek elhelyezését úgy kell megválasztani, hogy a létfontosságú gépészeti és avionikai berendezések, a berendezés tér (terek) belső részére, eléjük pedig egy kevésbé fontos, vagy dublázott berendezés kerüljön, így biztosítva az előbbi hathatósabb védelmét. Erre mindenképpen szükség van, mert tömeg és hatékonysági okok miatt nincsen lehetőség a teljes helikopter páncélvédelmére. Viszont azokon a területeken, ahol a páncélvédelem biztosított, a védelem szintjének meg kell felelni a következő általános elvárásoknak:

- a védett zónákban a páncélzatnak el kell viselnie a 23 mm-es gépágyú lövedékek közvetlen találatát;
- a pilótafülke páncélüvegezése el kell, hogy viselje a kézi lőfegyverek, maximum 12,7–14,5 mm-es lövedékeinek közvetlen becsapódását, valamint a 23 mm-es gépágyú lövedék repesztalálatait;
- a hajtóművek elhelyezése (kölcsonös helyzete) olyan legyen, hogy egyetlen találattal ne lehessen üzemképtelenné tenni mindkettőt;
- a forgószárny lapátok szintén nagy lövésállóságúak (lásd a 3. ábrát) legyenek, aminek a szálerősítésű, kompozit anyagok felelnek meg a legjobban¹¹.

A mai korszerű helikopterek – itt nem csak a harci helikopterek értendők – aktív és passzív önvédelme biztosítja az avionikai eszközök, elsősorban a kommunikációs és a célzó-navigációs komplexumba tartozó eszközök zavarvédeltségét. Ehhez elengedhetetlenül szükségesek a különböző besugárzásjelző berendezések, melyek közül a korszerűbbek az ellenség eszközei által kisugárzott EMH hullámhosszától és jellegétől függően figyelmeztetnek a helikoptervezetőt az eszköz veszélyességi szintjére. Például: lokátor felderítő üzemmódban kevésbé veszélyes szintet jelent, mint ugyanez a lokátor célkövetési, vagy rakéta rávezetési üzemmódban. Szükség esetén legyen lehetőség valamilyen ellentevékenységre végrehajtására pl.: infracsapda, vagy dipólkivetésére.

A túlélőképességhez hozzátartozik a tűz és robbanás megelőzése is. A helikopternek rendelkeznie kell hajtóműtérbe beépített, automatikusan működő tűzoltó-berendezéssel. Célszerű, ha

⁹ fenestron: a latin fenestra ablak szóból ered. Egy csőlégcsavarként kialakított faroklégcsavar.

¹⁰ NOTAR: mozaikszó a NO TAIL Rotor angol szavak kezdőbetűiből, jelentése faroklégcsavar nélküli.

¹¹ A kompozit anyagból készült forgószárny a rádióhullámok visszaverődése szempontjából is előnyös, csökkenti az effektív visszaverő felületét a helikopternek.

a robbanás elkerülése érdekében az üzemanyag tartályok túlnyomásos rendszere semleges gázzal (CO₂) működik, illetve a tartályok valamilyen rugalmas, esetleg „önforrasztó” anyagból készülnek, melyek találat esetén minimálisra csökkentik az üzemanyag elfolyást.



3. ábra Az AH-64 két titánfőtartós forgószárnylapátja, a gépágyú lövedék találatát követően öt órán keresztül megőrizte működőképességét [22]

A helikopternek mind a hajtóművét, mind pedig az avionikai berendezéseit konstrukciósan fel kell készíteni különböző földrajzi helyeken, bármilyen időjárási viszonyok között történő üzemeltetésre. Ennek megfelelően a hajtóműve rendelkezzen por elleni védelemmel, illetve hatékony hűtőrendszerrel, valamint az egyik hajtómű üzemképtelenné válása esetén legyen képes folytatni a repülést és biztonságban leszállni. Ebből következik, hogy repülésbiztonsági szempontból mindenképpen a kéthajtóműves változatot kell előnyben részesíteni. Mind a helikopter, mind pedig a személyzet túlélőképessége érdekében fontos, hogy a helikopter fülkéje hermetizált legyen az ABV¹² fegyverek elleni védelem érdekében, ami természetesen együtt jár a túlnyomásos fülke kialakításával, klimatizálásával, ami a személyzet komfortérzetét növeli és így nagymértékben befolyásolja a harci feladat végrehajtásának minőségét.

A harci helikopter passzív védelméhez hozzátartozik kényszerleszállás elviselése is. Bár sok esetben nem beszélhetünk leszállásról, inkább a becsapódás következményeinek csökkentéséről. Konstrukciósan a helikopter futóműve olyan kialakítású legyen, hogy 5–6 m/s sebességű becsapódást még roncsolódás nélkül viseljen el. Erre legjobban a hosszúlökötű, karos, nem behúzható futómű felel meg. A futómű speciális kialakítása mellett lényeges még a személyzet részére speciális energiaelnyelő ülések kialakítása, valamint a fülke alsó részének energiaelnyelő zónákkal történő ellátása. Az eddig felsoroltak alapján a helikopter 12 m/s-os sebességig történő becsapódása esetén biztosítva legyen a személyzet sérülésmentes túlélése.













A harci helikopterek túlélőképességét nem csak az a passzív védelem befolyásolja, amelyik a már felderített helikoptert megvédi a találatok esetén, illetve a már találatot kapott helikopter esetében biztosítja a személyzet túlélését, hanem a helikopter olyan speciális kialakítása, amely csökkenti a felderítés lehetőségét. Ezt befolyásolja a helikopter geometriai mérete és egyéb konstrukciós kialakítása is. A 4. ábrán látható, hogy különböző felderítő eszközökkel, beleértve

¹² ABV – atom-, biológia- és vegyi fegyverek

az emberi érzékszerveket is, milyen felderíthetőségi lehetőségei vannak bizonyos típusú helikoptereknek. Az ábra a RAH-66 „Comanche” harci helikopter lehetőségeit hivatott bizonyítani. A helikopter fejlesztését törölték, még 2004 februárjában [32].

A 4. ábrából vizuálisan is kiderül mindaz, ami az amerikai LHX program célja volt. Egy olyan korszerű, nehezen felderíthető helikopter megalkotása, amelyik paramétereiben felülmúlja a korábbiakat és ezzel olyan potenciális előnyhöz jut, amellyel azok nem rendelkeztek. Az összehasonlításban, ha a RAH-66 „Comanche” helikopter jelenti az egy egységet és a következő feltételek és eszközök esetében történik a felderítést:

- rádiólokátor: 10 GHz-es frekvencia tartományban, a helikopter szemből közeledik;
- infravörös: a Stinger rakéta infravörös célkoordinátorát véve alapul, a helikopter oldalnézeti sziluettjét vizsgálva és elhanyagolva a Nap sugárzását;
- akusztikus: mérsékelt környezeti zajjal számolva, a helikopter szemből közeledik;
- vizuális: szabad szemmel, terepháttérrel.

A felderítés típusa	OH-58D	RAH-66	AH-64
Rádió 10 GHz-es tartományban a helikopter szemből közeledik	 263X 32X	 X	 663X
Infravörös a Stinger rakéta infravörös célkoordinátorát véve alapul, a helikopter oldalnézetéből, a Nap sugárzása kiküszöbölve	 1.15X	 X	 2.75X
Akusztikus mérsékelt környezeti zajjal számolva, a helikopter szemből közeledik	 1.1X	 X	 1.6X
Vizuális szabad szemmel, terep háttérrel	 1.2X	 X	 1.8X

4. ábra A RAH-66 helikopter felderíthetősége [1]

Az ábrán alapján megállapítható, hogy a RAH-66 helikopter messze felülmúlta a jelenleg is üzemeltetett típusokat. Más típusú helikopterekről nem található hasonló összehasonlítás. Ennek több oka is lehet. Egyrészt, a gyártók féltve őrzött titka, mert például nem túl jók a helikopter hasonló paramétereit. Másrészt, nem végeztek hasonló kísérleteket és így nem rendelkeznek információval. Azonban ismerve a Mi-28 és Mi-24 harci helikopterek geometriai méretét és a tervezés/gyártás során alkalmazott álcázó festéseket valószínűsíthető, hogy a viszonyítási számok hasonlóak, vagy még magasabbak – Mi-24 esetében – lennének, mint pl. az AH-64-esé [1].

KÖVETKEZTETÉSEK

Az elvégzett elemzések alapján megállapítható, hogy a harci helikopterek fedélzetén alkalmazott tűzfegyverek meglehetősen elengedhetetlen, mert hatékonyan támadható vele akár földi, akár légi cél is. Az is megállapítható, hogy a páncéltűrő képességük korlátozott, így mindenképpen elengedhetetlen nagyobb páncéltűrő képességekkel rendelkező nemirányítható, illetve irányítható rakéták alkalmazása is.

A kor követelményeit figyelembe véve szükséges, hogy a harci helikopter képes legyen hatékonyan megvédeni önmagát és ehhez nélkülözhetetlen a közel légiharc rakéták indításának lehetősége. Ezen kívül pozitívuma lehet a harci helikopternek, ha közepes vagy nagy hatótávolságú felszíni célok elleni támadó rakéta alkalmazására is képes.

Az elemzésekből az is megállapítható, hogy **a felfegyverzett többfeladatú helikopterek**, mivel nem rendelkeznek páncélzattal, **nem képesek hatékonyan felvenni a harcot** az ellenséges harci helikopterekkel, így nem képesek helyettesíteni azokat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Szilvássy László: A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben, ZMNE Budapest, 2008. szeptember 11. „Summa cum laude”, (e-dok.), url: <http://ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/9912/Teljes%20szöveg%21?sequence=1&isAllowed=y>
- [2] Szilvássy László: A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben, (Tanulmány a szerző ZMNE Katonai Műszaki Doktori Iskolában megvédett doktori (PhD) értekezésének főbb eredményeit mutatja be). MTA DAB Műszaki Szakbizottsága, Elektronikus Műszaki Füzetek X. Debrecen, 2011., ISBN 978-963-7064-26-5, (e-dok.), url: http://store1.digitalcity.eu.com/store/clients/release/musz_fuz_jo_04.pdf
- [3] Szilvássy László: Mi-24VM, Repüléstudományi Közlemények XV/2., p. online, 7 p., (2003), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2003_cikkek/szilvassy_laszlo.pdf
- [4] Szilvássy László, Dr. Szabó László: A Mi-24VM harci helikopter, Repüléstudományi Közlemények XVIII/1., pp. 73-78., (2006), (e-dok.), url: http://dr.sziszilaci.hu/pub/2006-18-SzL-SzL-A_Mi-24VM_HH.pdf
- [5] Szilvássy László: AH-64 Apache harci helikopter Repüléstudományi Közlemények XVIII/2., 8 p., (2006), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2006_cikkek/szilvassy_laszlo_ah64.pdf
- [6] Szilvássy László: Katonai helikopterek alkalmazási lehetőségei, Szolnoki Tudományos Közlemények X., Cd kiadvány (2006), (e-dok.), url: http://dr.sziszilaci.hu/pub/2006-20_Kat_hel_alkalm_lehet.pdf
- [7] Szilvássy László: Mi-28 Havoc harci helikopter, Repüléstudományi Közlemények XVIII/2. p. online, 7 p., (2006), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2006_cikkek/szilvassy_laszlo_mi28.pdf
- [8] Szilvássy László: A harci helikopterek fejlődése a hőskortól napjainkig, Szolnoki Tudományos Közlemények XI., p. online, 11 p., (2007), (e-dok.), url: http://www.szolnok.mtesz.hu/sztk/kulonszamok/2007/cikkek_pdf/Szilvassy_Laszlo.pdf
- [9] Szilvássy László: A harci helikopterek kiválasztása során alkalmazott paraméterezett összehasonlító eljárás, Repüléstudományi Közlemények XIX/2., p. online, 14 p., (2007), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2007_cikkek/szilvassy_laszlo_parmeterezett.pdf
- [10] Szilvássy László: Harci helikopterek hatékonysági követelményeinek rangsorolása, Repüléstudományi Közlemények XIX/2., p. online, 6 p., (2007), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2007_cikkek/szilvassy_laszlo_hatekonysagi_rangsor.pdf
- [11] Szilvássy László: Helikopterek összehasonlítása - Paraméterezett összehasonlító eljárás Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények. XI/1. pp. 44-53, (2007), (e-dok.), url: http://dr.sziszilaci.hu/pub/2007-27_HH_osszehasonlítása.pdf
- [12] Szilvássy László: Harci helikopterek modernizációs lehetőségei a magyar honvédségben, Szolnoki Tudományos Közlemények XII., p. online, 15 p., (2008), (e-dok.), url: <http://www.szolnok.mtesz.hu/sztk/kulonszamok/2008/cikkek/szilvassy-laszlo.pdf>
- [13] Szilvássy László: Harci helikopterek fedélzeti tüzér fegyverei, Repüléstudományi Közlemények XIX/2., p. online, 6 p., (2008), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2008_cikkek/Szilvassy_Laszlo.pdf
- [14] Szilvássy László: Az A129 (T129) harci helikopter, Repüléstudományi Közlemények XX/2., p. online, 9 p. (2009), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Szilvassy_Laszlo.pdf
- [15] Szilvássy László: Harci helikopterek fegyverei I. – Tűzfegyverek és nemirányítható rakéták, Repüléstudományi Közlemények XXI/4. p. online, 10 p., (2009), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/foloyirat/2009_4/2009_4_Szilvassy_Laszlo.html

- [16] Szilvássy László: Harci helikopterek fegyverei II. – Irányítható rakétafegyverzet, Repüléstudományi Közlemények XXII/1., p. online, 9 p., (2010), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2010_1/2010_1_Szilvassy_Laszlo.html
- [17] Szilvássy László: Ka-52 harci helikopter, Repüléstudományi Közlemények XXIII/1., pp. 87-92, (2012), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2012_1/Szilvassy_Laszlo_Ka-52.pdf
- [18] Szilvássy László: Harci helikopter modernizáció kérdései, Repüléstudományi Közlemények XXV/1., pp. 236-262.(2013), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2013_1/2013-1-20-Szilvassy_Laszlo.pdf
- [19] Szilvássy László: Aviation antitank missile AT-16 "Scallion" (9A4172 "Vikhr") Repüléstudományi Közlemények XXVI/3., pp. 28-33 (2014), (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2014_3/2014-3-03-0178_Szilvassy_Laszlo.pdf
- [20] Szilvássy László, Papp István: A Magyar Honvédség helikoptereinek modernizációs kérdései, ECONOMICA (Szolnok) (ISSN: 1585-6216) (4) pp. 295-304. (2015), (e-dok.), url: <http://tudomany.szolportal.hu/downloadmanager/details/id/3003739/>
- [21] Szilvássy László: Repülőfedélzeti irányítható páncéltörő rakéták és azok összehasonlítása, Repüléstudományi szemle 2016, ISBN 978-615-5057-70-0, Nemzeti Közszerződés Egyetem Katonai Repülő Intézet 2016, pp. 151-176, (e-dok.), url: <http://www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/RepSzem-2016.pdf>
- [22] Óvári Gyula: Biztonság- és repüléstechnikai megoldások katonai helikopterek harci túlélőképességének javítására, Repüléstudományi Közlemények 2005/2. pp. 1-14 p., (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2005_cikkek/ovari_gyula.pdf
- [23] Óvári Gyula: A Stealth repülőgépek szerkezeti kialakításának néhány kérdése, Haditechnika 1991/4. pp. 3-7
- [24] Óvári Gyula: Korszerű csapásmérő helikopterek harcászati-technikai jellemzői, alkalmazási lehetőségei, Katonai logisztika, 2000/2, pp. 147-180
- [25] Óvári Gyula: Autorotálni, katapultálni vagy lezuhanni? Haditechnika 28(4) pp. 2-9, (1992)
- [26] Szabó Sándor András: „Öreg pilóta nem vén pilóta” Élettani korlátozó tényezők és szellemi teljesítmény az életkor függvényében a pilóta és az U(C)AV operátor minősítése szempontjából, Repüléstudományi Közlemények 2012/2. pp. 502-514 p., (e-dok.), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2012_cikkek/39_Szabo_Sandor_Andras.pdf
- [27] Kelecsényi István: Döntés a harci helikopterről: a Mi-24 utódja a felújított Mi-24..., (e-dok.), url: <http://iho.hu/hir/dontes-a-harci-helikopterrol-a-mi-24-utodja-a-felujitott-mi-24-170410>
- [28] Liszcai János: Felújítják a magyar Mi-24-eseket!!!, (e-dok.), url: <https://htka.hu/2017/04/05/felujitjak-magyar-mi-24-eseket/>
- [29] Index: Minek nekünk szovjet helikopter? (e-dok.), url: https://index.hu/belfold/2017/05/25/minek_nekunk_szovjet_helikopter/
- [30] Zord Gábor László: Milliárdokért javítják a honvédség helikoptereit az oroszok, értelmetlenül, url: <https://mno.hu/kulfold/milliardokert-javitjak-a-honvedseg-helikoptereit-az-oroszok-ertelmetlenül-2405605>
- [31] Kakula János: Robbanóanyagok és a robbanás hatásai, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1990, 97-115, 116-126. oldal
- [32] GlobalSecurity.org: RAH-66 Comanche, (e-dok.), url: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/rah-66.htm>
- [33] GlobalSecurity.org: RAH-66 Comanche capabilities, (e-dok.), url: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/rah-66-capabilities.htm>
- [34] Wikipedia The Free Encyclopedia: S-8 rocket, (e-dok.) url: https://en.wikipedia.org/wiki/S-8_rocket
- [35] Rafael – Lockheed Martin: Python 4 Short Range Air-to-air missile (CD2000)
- [36] GlobalSecurity.org: Hydra-70 Rocket System, (e-dok.) url: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/hydra-70.htm>
- [37] GlobalSecurity.org: AGM-114 Hellfire (e-dok.) url: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/agm-114.htm>
- [38] Kormos László: A helikopterek katonai alkalmazása (e-dok.) url: <http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/1998/ht-1998-3-7.html>
- [39] Békési Bertold: A katonai repülőgépek üzemeltetésének, a kiszolgálás korszerűsítésének kérdései. PhD értekezés. ZMNE, Budapest, 2006. url: http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2006/bekesi_bertold.pdf
- [40] Wikipedia The Free Encyclopedia: Mil Mi-17: A Mi-171E helicopter of the Iraqi Army Aviation Command, (e-dok.), url: https://en.wikipedia.org/wiki/Mil_Mi-17#/media/File:Iraqi_Mi-171E_helicopter.jpg

- [41] LiveJournal: Боевой Российский вертолет Ми-35М ‘летающий танк’ дебютирует в Сирийской войне, (e-dok.), url: <https://vseneobichnoe.livejournal.com/4144843.html>
- [42] Wikipedia The Free Encyclopedia: Attack helicopter, e-doc., url: https://en.wikipedia.org/wiki/Attack_helicopter
- [43] Juhász János A harci helikopterek feladatrendszere és a velük szemben támasztott követelmények a NATO-ban, „A Mi-24 harci helikopterek korszerűsítése” tudományos konferencia előadása, Katonai Logisztika 8. évfolyam, 2000/2, 133-1147. oldal
- [44] Hadtudományi lexikon, MHTT, Budapest 1995, p. 509

ATTACK VS. ARMED UTILITY HELICOPTERS

The author highlights the difference between attack and armed utility helicopters and supports this with professional arguments. It also presents the weapons system of combat helicopters. Point out that an armed transport helicopter or multipurpose helicopter cannot substitute attack helicopters at all.

Keywords: *attack, utility, helicopter, modernization, multipurpose helicopter, weapon system, active, passive defence*

Dr. Szilvássy László
alezredes, egyetemi docens
Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Katonai Repülő Intézet
Fedélzeti Rendszerek Tanszék
szilvassy.laszlo@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0002-0455-4559

Szilvássy László, PhD
Lieutenant Colonel, Associate Professor
National University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer Training
Institute of Military Aviation
Department of Aircraft Onboard Systems
szilvassy.laszlo@uni-nke.hu
orcid.org/0000-0002-0455-4559



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_3/2017-3-16-0444_Szilvassy_Laszlo.pdf