



**Magyar Tudományos Akadémia  
Debreceni Területi Bizottsága –  
Debreceni Akadémiai Bizottság  
Műszaki Szakbizottsága**

*elektronikus*

# **MŰSZAKI FÜZETEK X.**

**Debrecen 2011**

**Szilvássy László**

**A HARC HELIKOPTEREK  
FEGYVERRENDSZERÉNEK MODERNIZÁCIÓS  
LEHETŐSÉGEI A  
MAGYAR HONVÉDSÉGBEN**

*A tanulmány a szerző ZMNE Katonai Műszaki Doktori megvédett  
doktori (PhD) értékezésének főbb eredményeit mutatja be*

*elektronikus*  
**MŰSZAKI FÜZETEK**  
**X.**

**Kiadja: Debreceni Akadémiai Bizottság  
Műszaki Szakbizottsága**

ISBN 978-963-7064-26-5

**Szerkesztette: Pokorádi László**

**Debrecen 2011**

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>TARTALOMJEGYZÉK</b>	<b>1</b>
<b>BEVEZETÉS</b>	<b>2</b>
<b>1. Kutatási célok</b>	<b>3</b>
<b>2. harci helikopterek modernizációja</b>	<b>4</b>
2.1. A KORSZERŰ HARCI HELIKOPTEREKKEL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK	4
2.1.1. Manőver tulajdonságok	6
2.1.2. Fegyverzeti jellemzők	6
2.1.3. Passzív és aktív önvédelem	7
<b>3. Harci helikopterek összehasonlítása</b>	<b>11</b>
3.1. A fedélzeti beépített tűzfegyverek páncéltörő képessége számokban	12
3.2. Paraméterezett összehasonlító eljárás	15
3.2.1. Harci hatékonysági együttható ( $\Phi_0$ )	15
3.2.2. A függeszthető irányítható páncéltörő rakéta mennyiségétől és tömegétől függő harci hatékonysági együttható ( $\Phi_1$ )	20
3.2.3. A függeszthető irányítható páncéltörő rakéta mennyiségétől, tömegétől, indítási távolságától és páncélatütő képességétől függő harci hatékonysági együttható ( $\Phi_2$ )	22
3.2.1. A függeszthető irányítható páncéltörő rakéta mennyiségétől, tömegétől, indítási távolságától, páncélatütő képességétől és találati valószínűségétől függő harci hatékonysági együttható ( $\Phi_3$ )	23
3.3. Következtetések	25
<b>Az eredmények rövid összefoglalása</b>	<b>26</b>
<b>EREDMÉNYEK</b>	<b>29</b>
<b>FELHASZNÁLT IRODALOM - irodalmi hivatkozások</b>	<b>30</b>
<b>A TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM</b>	<b>33</b>

## BEVEZETÉS

A múlt században bekövetkezett geopolitikai változások következtében a tömeghadseregek helyett kisebb létszámú, technikailag korszerűbb és folyamatosan korszerűsödő harceszközökkel felszerelt, kisebb haderők jöttek létre. Hazánkban a Honvédség helye, szerepe és létszáma az 1989-es rendszerváltás után megváltozott. Ez az átalakulási folyamat még napjainkban sem ért véget, mivel a Honvédség technikai eszközeinek korszerűsítése hosszú időt vesz igénybe. Az elavult eszközök cseréje a gazdasági lehetőségeken múlik, hiszen a költségvetés, évről-évre többnyire csak a szükséges fenntartásokra elegendő.

A Honvédségen belül a repülőtechnika helyzete is kritikussá vált. Igaz, a légvédelmi feladatok ellátására is alkalmas harcászati repülőket pótlása és cseréje már megtörtént, de ez csak a probléma egyik részét oldja meg. A korábban csapatrepülő erőknél nevezett, ma támogató és biztosító feladatokat ellátó szállító és harci helikopterek helyzete egyre nagyobb problémát fog a felszínre hozni. Az egyik ezek közül, hogy mind a harci, mind a szállító helikopterek száma rendkívül kevés. Ez a gyakorlatban akkor jelent igazán nagy gondot mikor – például egy nagyobb árvíz védekezési munkálatai, vagy egy kritikus hóhelyzetben lerepült idő után – több helikoptert üzemidős javítás, karbantartás miatt le kell állítani és alig marad eszköz, pl. a kutató-mentő szolgálat ellátására. Ebből is következik, hogy a helikopterek cseréje, vagy pótlása elodázhatatlan feladat, amely úgy tűnik, nem kap kellő hangsúlyt a technikai eszközök korszerűsítése során.

A jelenleg üzemeltetett harci helikoptereink technikai üzemideje néhány éven belül lejár, így mindenképpen gondoskodni kell pótlásukról. Állítom ezt annak ellenére, hogy a hazánkat fenyegető fegyveres konfliktus esélye egyenlő a nullával. Igaz az ókori római mondás szerint is „*Ha békét akarsz, készülj a háborúra!*”. Tehát a haderő fenntartása szükséges, már csak azért is, mert a XXI. század legnagyobb veszélye a terrorizmus, valamilyen szinten – szerencsére még nem konkrét cselekményekkel – hazánkat is elérte. Szinte az egész világ készül valamilyen mértékben a terrorizmus elleni harcra és ennek során a hadseregek többségében nagy hangsúlyt fektetnek a harci helikopterekre, mint a terroristák elleni harc egyik lehetséges és legsokoldalúbban alkalmazható eszközére.

A másik potenciális veszélyforrás a szervezett bűnözés, mely fegyver, ember és kábítószer csempészéssel is foglalkozik hazánk keleti, schengeni határain. Az emberi találékonyság ebben az esetben is kimeríthetetlen, mert a csempészés kis sebességű, alacsony – a földi telepítésű lokátorok felderítési magassága alatti – magasságokon, kis repülőgépekkel, esetenként sárkányrepülő alkalmazásával is folyik. Ezekben az esetekben a légi igazoltatási feladatok és eljárások végrehajtására is a harci helikopterek a legalkalmasabb eszközök, mivel rendelkeznek elrettentő erőt képviselő fedélzeti fegyverrel.

Mindezek mellett az utóbbi két évtizedben lezajlott helyi háborúk és konfliktusok is bebizonyították, hogy korszerű légierő nélkül nem kezdődnek és nem kezdődhetnek meg a szárazföldi műveletek. Erre a legjobb példák az Öböl-háborúk, melyekben a légierő szinte teljes mélységben támadta az iraki katonai objektumokat, nem csak harcászati repülő eszközökkel, hanem harci helikopterekkel is. A támadások során bebizonyosodott, hogy a harci helikopterek képesek kulcsfontosságú objektumok hatékony támadására, kihasználva a domborzat adta lehetőségeket.

## 1. KUTATÁSI CÉLOK

A MH-ben jelenleg üzemeltetett harci helikopterek üzemideje hamarosan lejár ezért szükségessé válik azok felújítása és/vagy feljavítása és/vagy cseréje. Ez nem egyszerű folyamat. Meg kell találni a számos megoldás közül az ország gazdasági teherbíró képességének és a haderő igényeinek is legmegfelelőbbet. PhD értekezésemben a következő kutatási célokat tűztem ki:

- a harci helikopterek modernizációs lehetőségeinek vizsgálatát, **összehasonlítását** repülőfedélzeti **fegyvertechnikai** szakterület szempontjából;
- egy olyan összehasonlító eljárás kidolgozását mellyel, **objektív** eszközökkel, számszerűen **összehasonlíthatóvá** válnak a **harci helikopterek**;
- **bizonyítani** azt, hogy a harci helikopterek **nem helyettesíthetők** felfegyverzett szállító helikopterekkel;
- **bizonyítani** azt, hogy a harci helikopterek **csapásmérő képességét** hogyan befolyásolja az alkalmazott irányítható páncéltörő rakéták **harcászat-technikai paramétere**;
- egy olyan **értékelés elkészítése**, amely a helikopterek modernizációja során segítséget nyújt a döntéshozóknak a **megfelelő változat kiválasztásában**;
- **segítséget nyújt** az ország védelmi képességének fenntartásához és a NATO tagságunkból eredő vállalt kötelezettségeinknek harcászati-technikai paramétereiben is **megfelelő** helikopter **beszerzéséhez** és/vagy a **meglévők felújításához**.

## 2. HARCIL HELIKOPTEREK MODERNIZÁCIÓJA

A háborúk kezdete óta döntő jelentőségű harci feladat az ellenség szárazföldi ereje, zárt kötelékeinek megbontása. Többek között erre a feladatra születtek a harci helikopterek, mivel mozgékonyaságuknak köszönhetően csapásmérő erejüket a talajviszonyoktól függetlenül, de kihasználva a tereptárgyak adta lehetőségeket fejthetik ki. A háborúk tapasztalatai alapján a harckocsik elleni küzdelemben 10-20-szor hatékonyabbak, mint ugyanezt a feladatot ellátó harckocsik.

### 2.1. A KORSZERŰ HARCIL HELIKOPTEREKKEL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

Figyelembe véve az esetleges üzemidő hosszabbításokat is, a honvédségben rendszeresített harci helikopterek üzemideje egy-két éven belül lejár. A harci helikopterek **kivonása** a rendszerből, nagyon **nagy hiba** lenne. Egy szóba jöhető beszerzés, vagy a meglévő eszközeink felújítása érdekében már most el kell kezdeni az előkészítő munkát. A környező országok haderő fejlesztési programjait megvizsgálva, mindenütt a harci helikopterek modernizációja van napirenden. Éppen ezért nekünk is modernizációban szabad gondolkodnunk, nem pedig a kivonáson. Modernizáció alatt nem csak a jelenleg rendszerben lévő harci helikoptereink korszerűsítését és/vagy feljavítását – egy magasabb képességű típusváltozatra –, hanem új eszközök beszerzését is értem. Természetesen a hiányzó eszközök pótlására a vásárlás mellett meg kell vizsgálni a lízingelés, bérlet lehetőségét is.

Felmerül a kérdés, – ha a jelenlegi helikopter állomány mellé (vagy helyett) beszerzésre kerül valamilyen más típus, vagy a jelenlegi korszerűsítésével egy modernizált változat, akkor milyen szempontok figyelembevételével történjen a kiválasztás. Ennek érdekében számba kell venni a harci helikopterekkel szemben támasztott követelményeket, majd pedig a jelenleg beszerezhető, vagy beszerezni érdemes helikoptereket kell értékelni.

A korszerű harci helikopterekkel szemben támasztott követelmények:

- **manőver képesség** – beleértve a légi harc megvívásának képességét, nem csak harci helikopterrel, szükség esetén merevszárnyú harci 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 futómű<sup>1</sup>;
- aktív védelem;
- 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 rendsze-

---

<sup>1</sup> 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, mert az LHX programban behúzható futóművel tervezték a RAH-66-ost. (A szerző megjegyzése.)

rei, 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** [13]:

$$W = \prod_{i=1}^n P_i \quad (2.1.1)$$

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:

$$W = P_m \cdot P_t \cdot P_{mb} \quad (2.1.2)$$

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).

A **csapásmérő képesség**, függ a cél felderítés, 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.

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** függ az üzemeltethetőségtől, (tábori körülmények között is) a technológizáltságtól, a diagnosztizálhatóságtól, a javíthatóságtól, a javításközi üzemidőtől, a két meghibásodás közötti repült időtől. [5]

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. Jelen tanulmány a három közül csak a csapásmérő képességgel foglalkozik.

A felsoroltak közül számos tulajdonsággal a többfeladatú helikopterek is rendelkezhetnek, pl. Mi-172, MD-500/530, BO-105/108, SA-542M/L. Az aktív és passzív védelmi tulajdonságokkal viszont csak a kimondottan harci feladat végrehajtására tervezett és épített harci helikopterek pl. Mi-24, Mi-28, A-129 (T-129), AH-64, Ka-50, PAH-2, AH-2 stb. A komplex önvédelmi tulajdonságokra a 70-es években vívott helyi háborúk tapasztalatai hívták fel a figyelmet. A korábbi felsorolásnak is megfelelően, megszületett egy **általános követelmény** együttes, amely az ezredforduló környékén hadrendbe állított és utána hadrendbe állítandó **helikopterekre lesz jellemző**. Ez alól hazánk sem lehet kivétel, **nem követhetünk** el olyan beszerzési hibát, amely hosszú évekre **meghatározza** a harci helikopterek alkalmazhatóságának **indokolatlan korlátait**. Ezt támasztják alá az ország katonaföldrajzi adottságai is. Nagy, összefüggő területek válhatnak hadszíntérré, ahol a domborzat vagy a sűrűn elhelyezkedő fák, tereptárgyak nem teszik lehetővé a harci helikopterek rejtőzködését. A csatarepülő, támogató repülőgépek hiányában a harci helikoptereinknek ezeket a funkciókat is el kell látniuk, amire csak kiváló manőverező képességgel rendelkező, akár légi harc megvívására is alkalmas típusok jöhetnek számításba. [1][3]

A 90-es években a hadrendbe állítandó harci helikopterek létrehozására a legátfogóbb és legrészletesebb kutatásokat az 1983-ban létrehozott LHX<sup>2</sup> program keretében az Egyesült Államokban végezték. A programban valamennyi amerikai harci helikoptergyártó cég részt vett. Az Eurocopter és az „Agusta” fejlesztésénél is az LHX eredményeit használták fel, melyet 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. 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 rendelkeznie. [1][2][30][31][32][33][39][44][S.3.][S.5.][S.7.][S.8.]

### 2.1.1. Manőver tulajdonságok

Földközeli repülés során:

- $v_{y,max} \approx 10$  m/s sebességű emelkedő képességgel;
- $v_{ut} = 260-280$  km/h utazó sebességgel;
- $v_{max} = 300-310$  km/h maximális sebességgel;
- $v_{h,max} = 40-60$  km/h sebességgel hátra;
- $v_{o,max} = 30-50$  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 tagságunkból eredő kötelezettségeinknek is eleget kívánunk tenni, nem szabad figyelmen kívül hagyni. A helikopter legyen alkalmas valamennyi műrepülő elem végrehajtására  $n_y = (+3) - (-0,5)$  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 utántölthetőség kívánatos, de általános követelményként még nem jelenik meg. [1][44]

### 2.1.2. Fegyverzeti jellemzők

A helikopternek állandó, lőtoronyba beépített gépágyúval kell rendelkeznie. A géppuska alkalmazása a mai korszerű páncélozott eszközök ellen nem elég hatékony<sup>3</sup>. A lőtorony elfordulása vízszintesen érje el a  $\pm 90^\circ$ , függőlegesen  $-10^\circ$  és  $+40^\circ$  között legyen. A gépágyú lőszer-javadalmazása minimálisan 500 db, de kívánatosabb az 1000 db, géppuska esetében ez a mennyiség megkétszerezhető. [1]

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

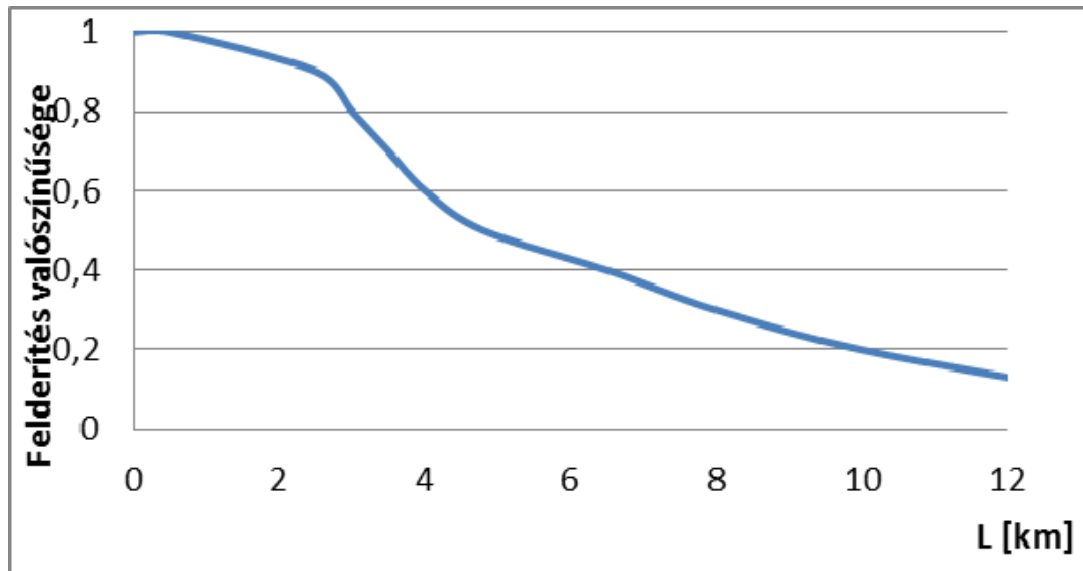
Az irányítható rakétafegyverzetnek alkalmasnak kell lennie mind felszíni, mind légi célok elleni rakéták harci alkalmazására. Felszíni célok támadására lehetőség szerint különböző módon rávezethető (passzív infravörös, félaktív lézer, félaktív rádió és aktív önirányítású) rakéták alkalmazása a célszerű. 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 szükségesnek tartom a légiharcban bevezethető eszközök alkalmazhatóságát. Ebben az esetben csak a „Tűzelj és felejtse el!” elven működő eszközök jöhetnek számításba. Ez lényeges tulajdonság, mert az ellensé-

<sup>2</sup> LHX – Light Helicopter Experimental – könnyű, kísérleti helikopter [44]

<sup>3</sup> A hazai és a nemzetközi szakirodalomban – repülőfedélzeti lőfegyverek esetében – 20 mm űrméretig beszélünk géppuskáról, fölötté pedig gépágyúról. A 20 mm-es fegyvert már gépágyúnak tekintjük. (A szerző megjegyzése.)



ges helikopterek észlelési és azonosítási ideje kb. 5-6 másodperc 6 km-en [1] (1. ábra). Egy 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. [1]



1. ábra A vizuális felderítés valószínűsége a távolság függvényében [1][59]

A korábban már említett – merevszárnyú tüztámogató 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 bevetettségét és a fedélzeti fegyverek alkalmazhatóságát. Ehhez elengedhetetlen egy milliméteres hullámsávban működő rádiólokátor, természetesen térképező üzemmóddal, egy infravörös tartományban működő passzív érzékelő – hőpelengátor, és/vagy hőképpalkotó kamera – és egy lézer távolságmérő-célmegjelölő. A látható EMH<sup>4</sup> tartományában működő tv kamera meglehetősen nem szükségszerű. Az optikai rendszerek elhelyezése legcélszerűbb a fülketetön, vagy legjobb esetben a forgószárny fölött, mert így a helikopter takarásból is képes felderítést és rávezetést végrehajtani, viszont ez a megoldás csökkenti a maximális repülési sebességet. Mindenképpen figyelmet kell fordítani annak lehetőségére, hogy a helikopter képes legyen együttműködésre a kötelékben lévő más helikopterekkel, esetleg harcászati repülőkkel. Ez azt jelenti, hogy a hatékony célelosztás, illetve a félaktív rakéták alkalmazása, 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 az eszközök kompatibilitása biztosított. A fentebb már említett tények miatt hasznos, ha a helikopter alkalmas hagyományos harcászati bombák alkalmazására. [1]

### 2.1.3. 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 van szükség. Egyrészt: minél nagyobb a helikopter vízszintes sebessége, annál pontosabban lehet alkalmazni a nemirányítható fegyvere-

<sup>4</sup> EMH – elektromágneses hullám

ket, 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. [1]

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 akár a 6-7 km-t is elérheti, illetve némelyik meg is haladja azt. 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 visszahúttása a környező levegőhöz közelire, ezzel csökkentve a helikopter infravörös kisugárzását, ami nagymértékben befolyásolja a felderítési távolságot; [1]
- a helikopter sárkányszerkezete úgynevezett lopakodó (stealth) eljárásoknak megfelelően készüljön, tartalmazzon sok kompozit anyagot, illetve rádióhullámokat elnyelő (abszorbens) v. szétosztó bevonattal, speciális festéssel rendelkezzen. A hajtómű szívócsatorna kialakítás feleljen meg a lopakodó technológiának, a forgószárny kompozitból készüljön, a forgószárnyagy speciális bevonattal 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”<sup>5</sup> kialakítás alkalmazása a legpraktikusabb; (A NOTAR<sup>6</sup> 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.

A helikopter túlélőképessége – itt elsősorban a harci túlélőképességet értem – 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 avionikai berendezések, a berendezés tér (terek) belső részére kerüljenek és eléjük 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: [1][2]

- 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;

<sup>5</sup> fenestron: a latin fenestra ablak szóból ered. Egy csőlégcsavarként kialakított faroklégcsavar. [46]

<sup>6</sup> NOTAR: mozaikszó a NO TAIL Rotor angol szavak kezdőbetűiből, jelentése faroklégcsavar nélküli.

- a forgószárny lapátok szintén nagy lövésállóságúak legyenek, aminek a szálerősítésű, kompozit anyagok felelnek meg a legjobban.<sup>7</sup>

A mai korszerű helikopterek – itt nem csak a harci helikoptereket értem – 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 figyelmeztethetik 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 ellentévékenység végrehajtására pl.: infracsapda, vagy dipólkivetésére. [1][2][44]

A túlélőképességhez hozzátartozik a tűz és robbanás megelőzése is. A helikopternek rendelkeznie kell hajtóműtérbe beépített, automatikusan működő tűzoltó-berendezéssel. Célszerű, ha a robbanás elkerülése érdekében az üzemanyag tartályok túlnyomásos rendszere semleges gáz befúvással működik, illetve a tartályok valamilyen rugalmas, esetleg „önfórasztó” anyagból készülnek, melyek találat esetén minimálisra csökkentik az üzemanyag elfolyást. [1][2][30][31][32][33][39][S.7.][S.8.]

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 ABV<sup>8</sup> 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 kényeszerleszállás 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 túlélése. [1][2][44][S.6.]

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 2. ábrán látható, hogy különböző felderítő eszközökkel, beleértve 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.

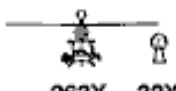








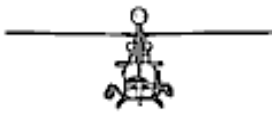


A 2. ábrából vizuálisan is kiderül mindaz, ami az amerikai LHX program célja volt. Egy olyan korszerű, nehezen felderíthető helikopter megalkotása, amelyik paramétereiben felülmúlja az addig tervezett és gyártott összes harci helikoptert és ezzel olyan potenciális előnyhöz jut, amellyel a korábbiak nem rendelkeztek. Ha a RAH-66 „Comanche” helikoptert vesszük egy egységnek és a következő feltételekkel és eszközökkel hajtjuk végre 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;

<sup>7</sup> A kompozit anyagból készült forgószárny a rádióhullámok visszaverődése szempontjából is előnyös, csökkenti az effektív visszaverő felületét a helikopternek.

<sup>8</sup> ABV – atom-, biológia- és vegyi fegyverek

→ vizuális: szabad szemmel, terepháttérrel.

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

2. ábra A RAH-66 helikopter felderíthetősége [45][58]

Az ábrán található számok önmagukért beszélnek. Más típusú helikopterekről nem találtam hasonló összehasonlítást. Ennek több oka is lehet. Egyrészt, a gyártók féltve őrzött titka, mert például nem túl jók a helikopter hasonló paraméterei. 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 valószínűsítem, hogy a viszonyítási számok hasonlóak, vagy még magasabbak lennének, mint pl. az AH-64-esé. [45][47]

### 3. HARCÍ HELIKOPTEREK ÖSSZEHAONLÍTÁSA

Vizsgálataim során a következő harci helikoptereket vettem fel az összehasonlítandók közé: Mi-24D, Mi-24V, Mi-24P, Mi-24VP/VM, Mi-28, Ka-50, A129 (T129), AH-2, Eurocopter Tiger, AH-64, RAH-66. A RAH-66 LHX programot költségvetési okok miatt törölték. Viszont a mai napig hatással van a többi harci helikopter fejlesztésére és modernizálásra, így beleraktam az összehasonlításba.

Legfontosabb adataikat az 1. táblázat tartalmazza.

Jellemzők Típus	Mi-24D Mi-24V Mi-24P	Mi-24 VP/VM	Mi-28	Ka-50	A129 (T129)	AH-2	Eurocopter Tiger	AH-64	RAH-66
Szériagyártás kezdete	1965, 1976, 1981	1989, 1996	1993	1993	1988	1991	1998	1981	2001
Max. túlterhelés $n_{y_{max}}$	1,7-0,5	~1,7- 0,5	3-(- 0,5)	3-1	3,5-(- 1)	2,6-(- 0,5)	3,5-(- 0,5)	3,5-(- 1)	3,5-1
Max, repülési sebesség [km/h]	320	na.	300	350	275	309	295	297	350
Utazó sebesség [km/h]	217- 270	260	265	270	250	278	280	na.	315
Max. emelkedő képesség h=0-ról [m/s]	9,6	12,4	10	10	10	11,2	10,7	12,7	10
Csúcsmagasság párnahatás nélkül [m]	1500	3100	3640	4000	3015	5545	2500	3505	na.
Hajtóművek száma	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Hajtómű teljesítmény (egyenként) [kW]	1650	1650	1650	1650	1003	1492	958	1272	1073
Futómű	behúzható	fix	fix	behúzható	fix	fix	fix	fix	na.
Ütközéskor megengedett max. függőleges sebesség [m/s]	na.	na.	12	na.	12	na.	6	12,8	na.
Komplex páncélvédelem	(+)	(+)	+	+	+	+	+	+	+
Lopakodó jellemzők	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Személyzet	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Üres tömeg [kg]	8200	8090	7400	7692	3000	5910	3300	4881	3400
Max. felszálló tömeg $m_{fe}$ [kg]	11500	11500	10400	10800	5100	8750	6000	9525	7620
Max fegyverterhelés $m_{fv}$ [kg]	2700	2000	2300	2400	1320	1200	1800	1500	1800
Harci. hatósugár $R_H$ [km]	290	290	260	250	280	280	300	360	400

1. táblázat Harci helikopterek jellemzői

### 3.1. A fedélzeti beépített tűzfegyverek páncéltörő képessége számokban

Számításokat végeztem néhány harci helikopteren rendszerben lévő gépágyú, illetve géppuska páncél-átütő képességével kapcsolatban. A következő típusok harcászati-technikai jellemzői alapján végeztem el a számítást:

- JakB-12,7 – a Mi-24D és Mi-24V helikopterek 12,7 mm-es, 4 csövű, Gatling rendszerű, lőtornyba beépített fedélzeti géppuskája;
- OM197B – Otto Malera 197B, az A129 International, A129 CBT és T129<sup>9</sup> harci helikopterek 20 mm-es, 3 csövű, lőtornyba beépített, Gatling rendszerű fedélzeti gépágyúja. GE M197 gépágyú olasz gyártású változata;
- GS-23 – a Mi-24VM harci helikopter ikercsővű, 23 mm-es lőtornyba beépített gépágyúja, valamint függeszthető gépágyú konténerben (UPK-23-250), minden orosz helikopterre;
- S-30 2A42 – a Mi-28, Mi-28N lőtornyba, valamint a Ka-50, Ka-52 harci helikopterek, korlátozottan mozgatható, beépített egycsővű, rövid csőhátrasiklásos, 30 mm-es gépágyúja;
- GIAT-30M781 – az Eurocopter „Tiger” HAP<sup>10</sup> változatának lőtornyba beépített egycsővű, 7 töltényűrű, revolver elrendezésű, 30 mm-es fedélzeti gépágyúja;
- M230 – teljes néven MHDC M230 „Chain Gun”, az AH-64 harci helikopter egycsővű, rövid csőhátrasiklásos, lőtornyba beépített, 30 mm-es gépágyúja;
- GS-2-30 – a Mi-24P harci helikopter fix, beépített ikercsővű 30 mm-es gépágyúja;
- F-2 – az AH-2 harci helikopter lőtornyba beépített egycsővű, 20 mm-es rövid csőhátrasiklású gépágyúja.

A 2. táblázat a harci helikopterek beépített tűzfegyvereinek jellemzőit tartalmazza.

A lőfegyverek és a lövedékek páncéltörő hatásának oktatása során alkalmazunk egy elméleti képletet, mely meghatározza az adott  $b$  vastagságú páncél áttöréséhez szükséges sebességet [7][9][11][12]:

$$v_c = K \cdot \frac{d^{0,75} \cdot b^{0,7}}{m^{0,5} \cdot \sin \Theta_c} \quad [\text{m/s}] \quad (3.1.1)$$

ahol:

$v_c$  – a páncéltörő lövedék szükséges sebessége becsapódáskor;

$K$  – a páncél és a lövedék tulajdonságaitól függő együttható (számértéke homogén páncélra 1600-2000, heterogén páncélra pedig 2000-3000)<sup>11</sup>;

$d$  – a lövedék átmérője, [dm];

$m$  – a lövedék tömege, [kg];

$b$  – a páncél vastagsága, [dm];

$\Theta_c$  – a becsapódás szöge (a páncél felülete és a lövedék hossz tengelye között mért  $90^\circ$  vagy annál kisebb szög);

$F(y, v)$  – a közegellenállás ereje. [7][9][11][12]

Ha a fenti a (3.1.1) összefüggést felhasználva megfordítottam a feladatot és konkrét fegyverek esetében határoztam meg a maximálisan átüthető páncél vastagságát.

<sup>9</sup> Az Augusta A129 első változatain nem volt fedélzeti beépített tűzfegyver, az csak a későbbi International, CBT és a török megrendelésre készült T129 változatokon jelent meg.

<sup>10</sup> A Eurocopter PAH-2 és HAC változatain, valamint az A129 alapváltozatán nincsen beépített géppuska vagy gépágyú.

<sup>11</sup> A forrás irodalomban a  $K$  együtthatót mértékegység nélküli számként találtam csak meg, de ha megvizsgáljuk az (3.1.1) egyenletet, az csak akkor lehet igaz, ha

$$K \cdot \left[ \frac{\text{kg}^{0,5} \cdot \text{m}}{\text{m}^{0,75} \cdot \text{m}^{0,7} \cdot \text{s}} \right] \text{ mértékegységgel rendelkezik.}$$

$$b = 0,7 \sqrt{\frac{v_c \cdot m^{0,5} \cdot \sin \Theta_c}{K \cdot d^{0,75}}} \quad (3.1.2)$$

A számítás során a  $K$ -t három értékkel helyettesítettem be  $K_1=1600$ ,  $K_2=2000$ ,  $K_3=3000$ , mivel  $K$  a páncél és a lövedék tulajdonságaitól függő együttható számértéke homogén páncélra 1600–2000, heterogén pedig 2000–3000 [9][11].

Jellemzők Típus	Mi-24D/V	Mi-24P	Mi-24VP/VM	Mi-28	Ka-50	Eurocopter HAP	AH-64(D)	A129 International, CBT, T129	AH-2	
Ürmelete [mm]	12,7	30	30	30	30	30	30	20	20	
Csövek száma [db]	4	2	2	1	1	1	1	3	1	
Típusa	JakB- 12,7	GS-2- 30	GS-23	2A42	2A42	GIAT- 30 M781	M230	OM197 B	F2	
Elméleti tűz- gyorsaság [lő- vés/min]	4000	2600	3000	300- 900	200- 300- 500	750	625	400- 3000	740	
Mozgathatóság [fok]	vízszin- tesen	±60°	fix	±60°	±110°	±7,5°	igen	±100°	igen	igen
	függőle- gesen	+20°- (-60°)	fix	+20°- (-60°)	+13°- (-40°)	±15°	igen	+11°- (-60°)	igen	igen
A lövedék kez- dősebessége [m/s]	960	940	815	980	980	1025	792	1036	1100	
Max. lőtávolsá- ga [m]	~1800	~3000	~2400	4000	4000	~3500	~3400	~2500	4000	
Hatásos lőtá- volság [m]	~1600	~2500	~2000	3000	3000	~3100	~3000	~2200	2000	
Lőszerjavadalm- azás [db]	1400	250		250	500	150- 450	max 1200	500	400- 700	

2. táblázat Harci helikopterek beépített tűzfegyverei

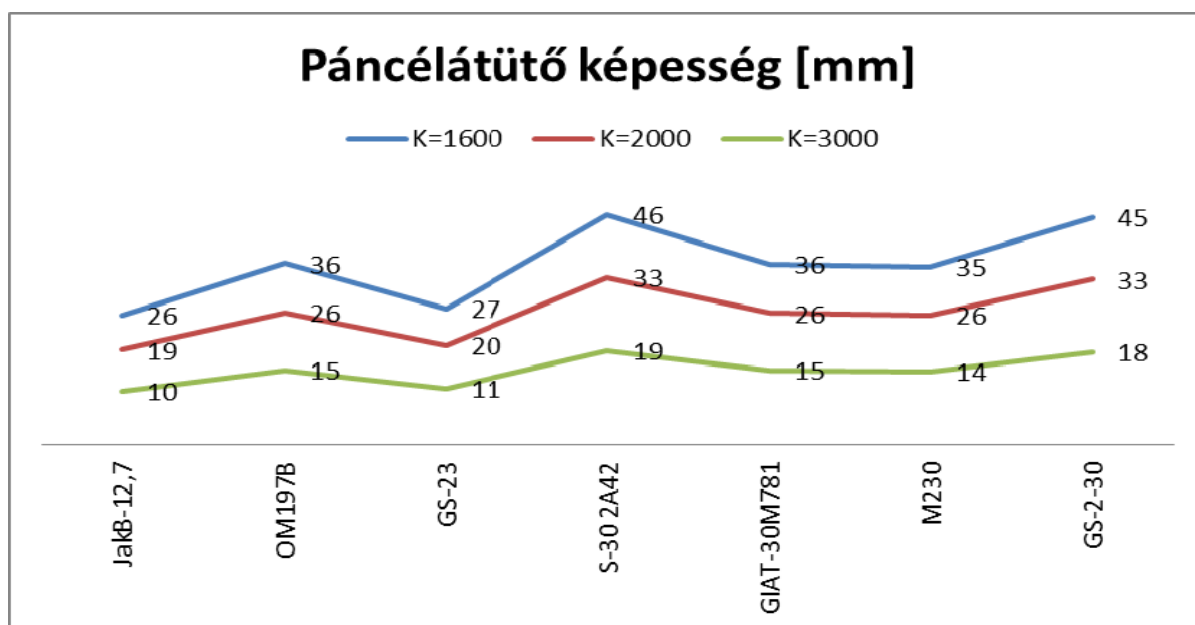
A számítás során a következő egyszerűsítéseket vezettem be:

- a helikopterek azonos repülési sebesség mellett hajtják végre a lövészetet, így a lövedék kezdősebességénél csak a csőtorkolati sebességet vettem figyelembe;
- ugyanolyan távolságra hajtják végre a lövészetet;
- a cél tárgy ugyanaz a páncélozott harcjármű, valamint a fegyverek páncéltörő löszere egyforma típusú és keménységű lövedékekkel rendelkezik;
- a becsapódási szöget  $\theta_c$ -t 90°-nak vettem minden esetben;
- azonos ballisztikai jellemzővel rendelkeznek a lövedékek;
- mivel a lövedékek konkrét ballisztikai jellemzőit nem adják meg a gyártók, így a lövedék valós becsapódási sebessége az adott távolságra nem számítható ki, a becsapódási sebességet egyformán a kezdősebesség 70%-nak vettem;  $v_c = v_0 \cdot 0,7$  ;

Típus/ adat	JakB-12,7			OM197B			GS-23			S-30 2A42			GIAT-30M781			M230			GS-2-30		
$\theta_c$	° 90																				
$d$	mm 12,7			20			23			30			30			30			30		
$v_c$	m/s 960			1036			815			960			1024			792			940		
$K$	1600	2000	3000	1600	2000	3000	1600	2000	3000	1600	2000	3000	1600	2000	3000	1600	2000	3000	1600	2000	3000
$m$	g 48			130			230			390			244			400			400		
$b$	mm 26 19 10			36 26 15			27 20 11			46 33 19			36 26 15			35 26 14			45 33 18		

3. táblázat Néhány helikopter fedélzeti fegyver páncélatütő képességének összehasonlítása [60]

A számítás eredményeit az 3. táblázatban foglaltam össze. Az azokból készített grafikont (3. ábra) elemezve, megállapítható, hogy bármennyire is korszerű a harci helikopterek fedélzetére beépített gépágyú (géppuska), a páncéltörő képessége mindegyiknek erősen korlátozott. Az eredményekből látszik, hogy a legnagyobb tömegű, relatíve nagy kezdősebességű gépágyú lövedék is csak 46 mm körüli páncél átütésére képes. Ilyen páncéllal a partra szállító, vagy csapat szállító harcjárművek rendelkeznek. [14][15][16][18][19][20][22][23][24][25][26][28][30][31][32][33][34][35]



3. ábra A harci helikopter fedélzeti lőfegyvereinek páncélatütő képessége [59]

Egy adat a számításhoz. Orosz leírások szerint az S-30 (2A42) gépágyú páncélatütő képessége 1500 m-en 60°-os becsapódás és nagy keménységű (K=3000) páncél esetén 15 mm. [20]

Az eredményekből az is megállapítható, hogy ezek a fedélzeti fegyverek hatékonyan alkalmazhatók nem vagy gyengén páncélozott gépjárművek, gépjárműoszlopok, repülőtéren elhelyezkedő bármilyen repülőeszköz támadására, illetve légi harcra szállító helikopterek, harci helikopterek, illetve korlátozottan harcászati repülőeszközök ellen, melynek „csak” a hatásos lőtávolsága szab határt, ami egyik fegyver esetében sem haladja meg a 3000 m-t (2. táblázat). Éppen ezért elengedhetetlen a drágább, de nagyobb lőtávolsággal és páncélatütő képességgel rendelkező kumulatív nemirányítható és irányítható rakéták alkalmazása. [36][37][38][39][40][41][48][49][50][51][52][53][54][55][56][57]

Az eredményekből az is megállapítható, hogy a **felfegyverzett többfeladatú helikopterek**, pl. Mi-172, BO-105/108, SA-542M/L, **mivel nem rendelkeznek páncéllal**, bizonyos feladatokat, pl.



behatolás az ellenséges területekre, vagy légvédelmi eszközök támadása, vagy légi harc megvívása harci helikopterekkel **nem képesek hatékonyan ellátni**, mert a túlélési valószínűségük ( $P_t$ ) messze alulmarad a harci helikopterek ugyanezen jellemzőinél.

### 3.2. Paraméterezett összehasonlító eljárás

A harci helikopterek egyik nagyon fontos minőségi jellemzője a fedélzeti fegyverek hatékonysági mutatója, ezért lényeges kérdés, hogy valamilyen módon összehasonlíthassuk a harci helikopterek fegyverzetét, fegyverrendszerét. A [1] és [2] irodalmi hivatkozások tanulmányozása során, felfigyeltem, hogy a szerző, a harci repülőgépekre kidolgozott „*Fajlagos fegyverterhelés*” és a „*Harci hatékonysági együttható*” számított értékeivel hasonlítja össze a harci helikoptereket.

Ebből a módszerből kiindulva kezdtem bele egy olyan számítási eljárás kidolgozásába, amely reális eredményt ad a harci helikopterek hatékonysági mutatóinak összehasonlításában. A kidolgozás során, sokat kutattam, szakkönyveket tanulmányoztam, kereséseket folytattam az Interneten és arra a megállapításra jutottam, hogy egy olyan módszert kell keresni, amelyet a jelenleg elérhető publikus adatokkal is el tudok végezni. A helikopter fedélzeti fegyvereinek gyártói nem fognak kiadni olyan információkat, amit technológiai, ipari, vagy hadititokként kezelnek, csak akkor, ha már megvásároltuk az adott fegyver típust, vagy hivatalos pályázati eljárást hirdettünk meg. Ezért abból az egyszerű feltételezésből indultam ki, hogy kereskedelmi okok miatt elég sok információt közlésekre a gyártók, különböző hadiipari kiállításokon, fegyverkatalógusokban és Internetes honlapjukon, illetve léteznek olyan fanatikus gyűjtők, akik ezeket az információkat összegyűjtik és megosztják a közvéleménnyel. Megvizsgáltam a harci helikopterekkel és az alkalmazható fegyverekkel kapcsolatos információimat.

Az 1. táblázatban összegyűjtöttem a felsorolt harci helikopterek jellemző paramétereit. A meglévő adatok alapján elvégeztem a fajlagos fegyverterhelés ( $\xi$ ) számítását (3.2.1), egyelőre még ugyanazzal a módszerrel, mint ahogyan azt Dr. Óvári Gyula tette a hivatkozott munkájában. [1]

A számítások során a **harci hatékonysági együtthatót ( $\Phi$ )** indexekkel jelöltem. A forrásmunkából [1] átvett kaptam a nulla (0) indexet, míg az általam kidolgozott számítások 1-től 3-ig terjedő indexeket.

#### 3.2.1. Harci hatékonysági együttható ( $\Phi_0$ )

A számítás során a fajlagos fegyverterhelést ( $\xi$  - kszí) a maximális fegyverterhelés és a maximális felszálló tömeg hányadosaként számítottam. Az így kapott mértékegység nélküli szám, a hasznos terhelés értékét mutatja meg tizedes formában. Általában minden fegyverzeti eszköznek van hasonló arányszáma pl.: repülőfedélzeti rakéták és bombák esetében töltési tényezővel fejezzük ki a hasznos teher vagy a robbanóanyag mennyiségét a rakéta vagy a bomba teljes tömegéhez képest.

$$\xi = \frac{m_{fv}}{m_{fe}} \quad (3.2.1)$$

ahol:

$m_{fv}$  – a helikopterre maximálisan függeszthető fegyverek mennyisége kg-ban;

$m_{fe}$  – a helikopter maximális felszálló tömege kg-ban.

A harci hatékonysági együtthatót ( $\Phi_0$ ) a számított fajlagos fegyverterhelés ( $\xi$ ) és a harci hatósugár ( $R_H$ ) szorzataként számítottam:

$$\Phi_0 = \xi \cdot R_H \cdot \frac{1}{\varphi_{0 \max}} \quad (3.2.2)$$

ahol:

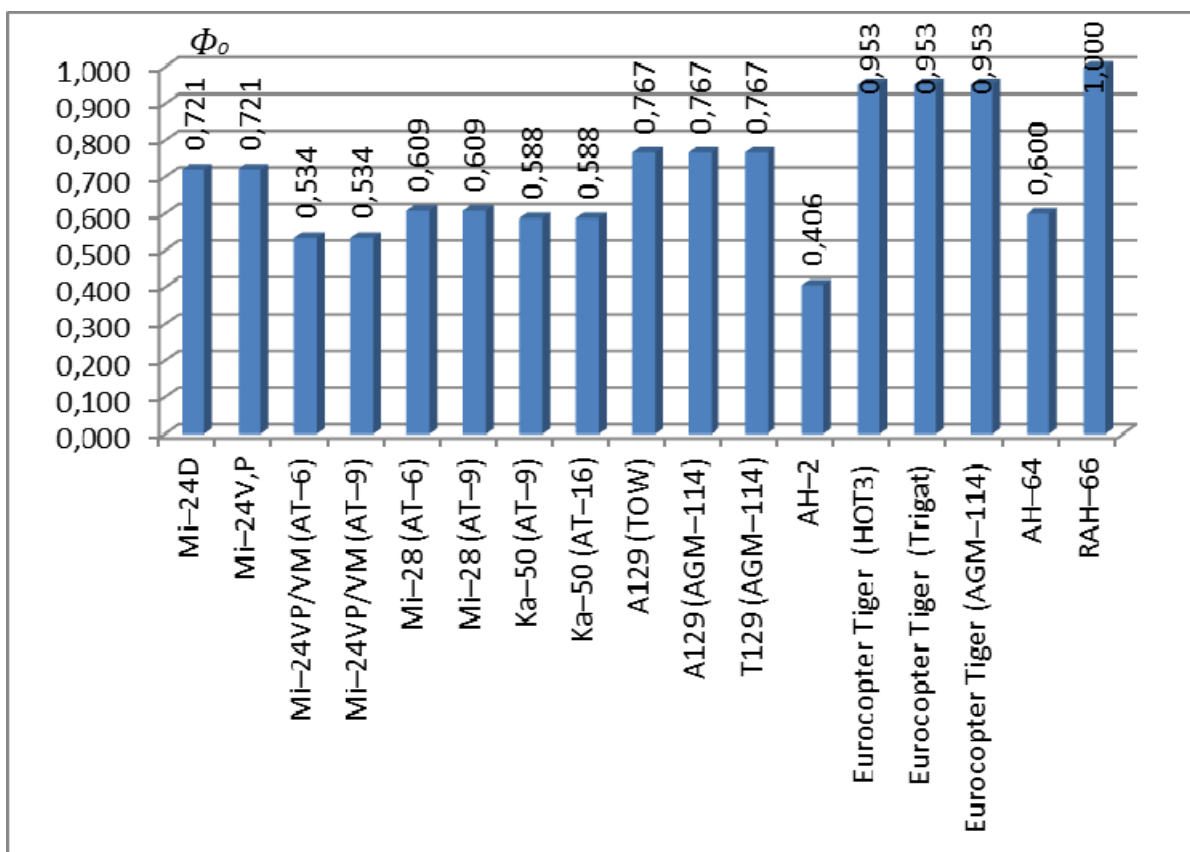
$R_H$  – a helikopter harci hatósugara m-ben;

$\varphi_{0 \max} = \Phi_0 = \xi \cdot R_H$  szorzat maximális értéke.

Az  $\varphi_{0 \max}$  (későbbiekben  $\varphi_{1 \max}$ ,  $\varphi_{2 \max}$ ,  $\varphi_{3 \max}$ ) értékkel való osztást azért vezettem be, mert így a számítások eredményeit minden esetben 0 és 1 között kapom, valamint a  $\Phi_0$  (későbbiekben  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ ,  $\Phi_3$ ) értéke dimenzió nélküli lesz és ennek köszönhetően az eredmények összevethetővé válnak. [21]

A kapott értékeket a könnyebb feldolgozhatóság érdekében oszlopdiagram formájában is megjelenítettem (4. ábra).

Ha megvizsgáljuk a kapott harci hatékonysági együttható ( $\Phi_0$ ) értékeit, nagyon könnyen beláthatjuk, hogy nem teljesen korrekt értékeket kaptunk. Ez látszik abból is, hogy egy Mi-24D helikopter a 0,721-es értékével alig marad el a legjobb eredménytől a RAH-66 helikopter 1,0-es eredményétől. Ha tovább vizsgálódunk az is kitűnik az eredményekből, hogy a Mi-28, a Ka-50, az AH-2 „Rooivalk”, sőt még az AH-64 „Apache” helikopterek rendre kisebb értéket kaptak mint a Mi-24D. Ez azért lehetséges, mert a számítás során a **maximális fegyverterheléssel** végeztük a számításokat. Ez helikopterek esetében **nem ad valós eredményt**, mert a harci helikopterek az esetek többségében szinte csak irányítható páncéltörő rakétákkal, vagy vegyes fegyverzettel repülnek, viszont a gyártók azt a maximális függeszthető fegyver tömegét adják meg, amit pl. légbombából fel lehet rakni a helikopterre. Ezt átrepüléskor póttartályokkal lehet kihasználni, vagy abban az esetben, ha minden szárnyalatti tartóra például nemirányítható rakéta blokk van függesztve, egyéb esetben a **fegyverterhelés szinte mindig kisebb a maximálisnál**. Így maximális fegyverterhelésbe bele kell számítani a géppuska, vagy gépágyú és a hozzátartozó lőszer tömegét is. A másik tényező, amit figyelembe kell venni, hogy a legtöbb harci helikopternél a **maximális fegyverterhelés esetén csökkenteni kell az üzemanyag mennyiségét**, hogy a helikopter **ne lépje túl a megengedett maximális felszálló tömeget**. Ebben az esetben viszont a csökkentett üzemanyag mennyiség csak kisebb harci hatósugár eléréséhez elegendő.

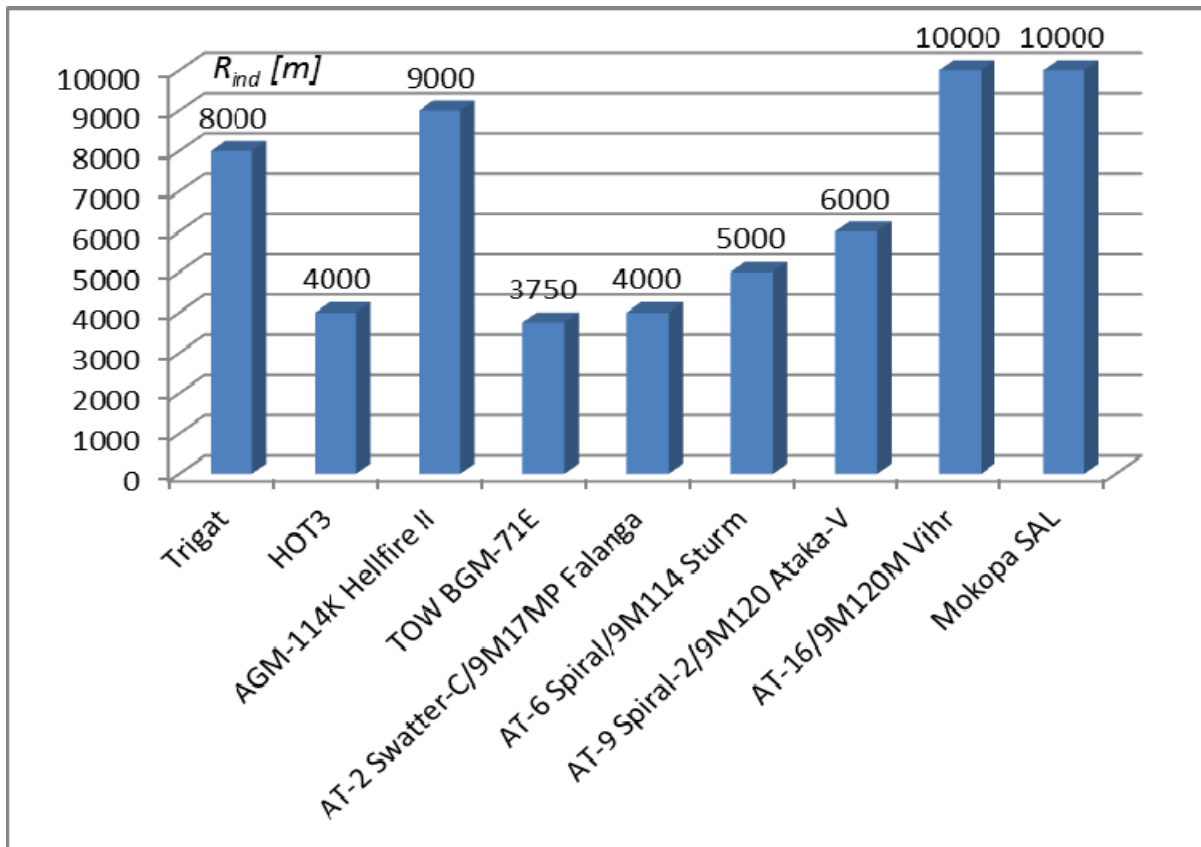


4. ábra Harci hatékonysági együttható  $\Phi_0$  a 4. táblázat alapján [59]

Jellemzők/Típus	Mi-24D	Mi-24V,P	Mi-24VP/M (AT-6)	Mi-24VP/M (AT-9)	Mi-28 (AT-6)	Mi-28 (AT-9)	Ka-50 (AT-9)	Ka-50 (AT-16)	A129 (TOW)	A129 (AGM-114)	T129 (AGM-114)	AH-2	Eurocopter Tiger (HOT3)	Eurocopter Tiger (Trigat)	Eurocopter Tiger (AGM-114)	AH-64	RAH-66
Üres tömeg [kg]	8 200	8 200	8 090	8 090	7 400	7 400	7 692	7 692	3 000	3 000	3 000	5 910	3 300	3 300	3 300	4 881	3 400
Max. felszálló tömeg $m_{fe}$ [kg]	11 500	11 500	11 500	11 500	10 400	10 400	10 800	10 800	5 100	5 100	5 100	8 750	6 000	6 000	6 000	9 525	7 620
Max fegyverterhelés $m_{fv}$ [kg]	2 700	2 700	2 000	2 000	2 300	2 300	2 400	2 400	1 320	1 320	1 320	1 200	1 800	1 800	1 800	1 500	1 800
Páncéltörő irányítható rakéta típusa	AT-2	AT-6	AT-6	AT-9	AT-6	AT-9	AT-9	AT-16	AGM-114	AGM-114	AGM-114	Mokopa	HOT3	Trigat	AGM-114	AGM-114	AGM-114
Páncéltörő irányítható rakéta tömege [kg]	29	31,4	31,4	48,5	31,4	48,5	48,5	45	45	45	45	49,8	24	49	45	45	45
Max. függeszthető [db]	4	8	16	16	16	16	12	12	8	8	12	16	8	8	8	16	14
Fegyverterhelés páncélvadász változatban $m_{pvt}$ [kg]	116	251,2	502,4	776	502,4	776	582	540	181	360	540	796,8	192	392	360	720	630
Fajlagos fegyverterhelés $\xi_0$ [-]	0,235	0,235	0,174	0,174	0,174	0,174	0,222	0,222	0,259	0,259	0,259	0,137	0,300	0,300	0,300	0,157	0,236
Fajlagos fegyverterhelés $\xi_{\Phi}$ [-]	0,010	0,022	0,044	0,067	0,048	0,075	0,054	0,050	0,035	0,071	0,106	0,091	0,032	0,065	0,060	0,076	0,083
Hatósugar $R_H$ [km]	290	290	290	290	260	260	250	250	280	280	280	280	300	300	300	360	400
IR max. indítási táv $R_{ind}$ [m]	4 000	5 000	5 000	6 000	5 000	6 000	6 000	10 000	3 750	9 000	9 000	10 000	4 000	8 000	9 000	9 000	9 000
L (RHA esetében) [mm]	600	700	700	800	700	800	800	1 000	800	1 000	1 000	1 350	700	900	1 000	1 000	1 000
Rakéta találati valószínűsége P	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,85	0,96	0,96	0,90	0,85	0,90	0,96	0,96	0,96
Harci hatékonyság $\Phi_0$ [-]	0,721	0,721	0,534	0,534	0,609	0,609	0,588	0,588	0,767	0,767	0,767	0,406	0,953	0,953	0,953	0,600	1,000
Harci hatékonyság $\Phi_1$ [-]	0,088	0,192	0,383	0,592	0,380	0,587	0,407	0,378	0,300	0,598	0,896	0,771	0,290	0,593	0,544	0,823	1,000
Harci hatékonyság $\Phi_2$ [-]	0,020	0,064	0,129	0,273	0,128	0,271	0,188	0,363	0,087	0,517	0,775	1,000	0,078	0,410	0,471	0,712	0,865
Harci hatékonyság $\Phi_3$ [-]	0,020	0,063	0,126	0,267	0,125	0,265	0,184	0,355	0,080	0,539	0,809	1,000	0,072	0,401	0,491	0,742	0,902
Harci hatékonyság $\Phi_{ait.}$ [-]	0,043	0,106	0,213	0,377	0,211	0,374	0,260	0,365	0,156	0,551	0,827	0,924	0,147	0,468	0,502	0,759	0,922

4. táblázat A harci helikopterek főbb harcászati-technikai jellemzői és a  $\Phi_0$ ,  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ ,  $\Phi_3$  és  $\Phi_{ait.}$  harci hatékonysági együttítható értékei

Ebből kiindulva kezdtem el kidolgozni egy olyan **számítási eljárást**, melynek során **realisabb képet** kapunk a harci helikopterek fegyverzetéről, egy olyan objektív eljárás segítségével, melyben valóban csak a **hasznos fegyverterhelés** segítségével **határozzuk meg a harci hatékonysági együtthatót** ( $\Phi$ ). Az volt a vezérlő elvem, hogy a harci helikopterek egyik elsődleges feladata az ellenséges páncélozott harcjárművek előrenyomulásának, beékelődésének megakadályozása, erőinek szétforgácsolása. Ennek a feladatnak végrehajtása során lehet hatékonyan lemérni egy harci helikopter fegyverrendszerének minőségi mutatóit, ugyanis a fegyverzetük legbonyolultabb eleme az irányítható páncéltörő rakéta és az azt vezérlő fedélzeti rendszer. Ezt figyelembe véve a maximális fegyverterhelés ( $m_f$ ) helyett a számításaim során a **maximális mennyiségű páncélvadász fegyverzet tömegével végzetem el a fenti összehasonlító eljárást**.



5. ábra. A helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakéták maximális indítási távolsága [59]

A számításokhoz szükségem volt az irányítható páncéltörő rakéták harcászati-technikai adataira, amit a 5. táblázatban gyűjtöttem össze. Ha az összegyűjtött jellemzőket megvizsgáljuk, észrevehetjük, hogy igen nagy szórást mutatnak a különböző értékekben. A könnyebb összehasonlítás érdekében grafikusán (5. és 6. ábrák) is megjelenítettem az irányítható páncéltörő rakéták harcászati-technikai adatait.

Jellemzők Típus	Trigat	HOT3	AGM-114K Hellfire II	TOW BGM-71E	AI-2 Swatter-C/ 9M17MP	AT-6 Spiral/ 9M114 Sturm	AT-9 Spiral-2/ 9M120 Ataka-V	AT-16/ 9M120M Vihr	Mokopa SAL
Űrméret [mm]	150	150	178/7	149,1	148	130	130	130	178
Tömeg [kg]	49	24	45	22,6	29	31,4	48,5	45	49,8
Hossz [mm]	1500	1270	1630	1400	1160	1625	1830		1995
Min. ind. táv. [m]	500	75	500		500	400	400	400	
Max. ind. táv. [m]	8000	4000	9000	3750	4000	5000	6000	10000	10000
Repülési sebesség [km/h]	2000	900	1530		540	1600	2000	2200	
Páncélatütő képesség [mm]	900	700	1000	800	600	700	800	1000	1350
HR <sup>12</sup> típusa	HEAT TCh	HEAT TCh	HEAT TCh	HEAT TCh	HEAT	HEAT	HEAT TCh	HEAT TCh	HEAT TCh
HR tömege [kg]	9	5-6	9	~4-5	5,4	5,3	5-8	~6-8	~7-10
Irányítás	PIR	OWG	SALH v. SARH	WG SACLOS	RCL SACLOS	RCL SACLOS	RCL SACLOS	SALH	SALH v. SARH
Megsemmisítési valószínűség	~0,9	~0,85	0,96	~0,85	0,67- 0,9	0,7-0,9	0,7-0,9	0,8-0,9	~0,9

HEAT - High explosive anti-tank - nagy hatóerejű kumulatív, HEAT TCh - Tandem Charge - tandem kumulatív

PIR - Passive InfraRed - passzív infravörös

OWG - Optical Wire Guided - optikai irányítású vezetékes távirányítású

SALH - Semi-Active Laser Homing - félaktív lézer önirányítású

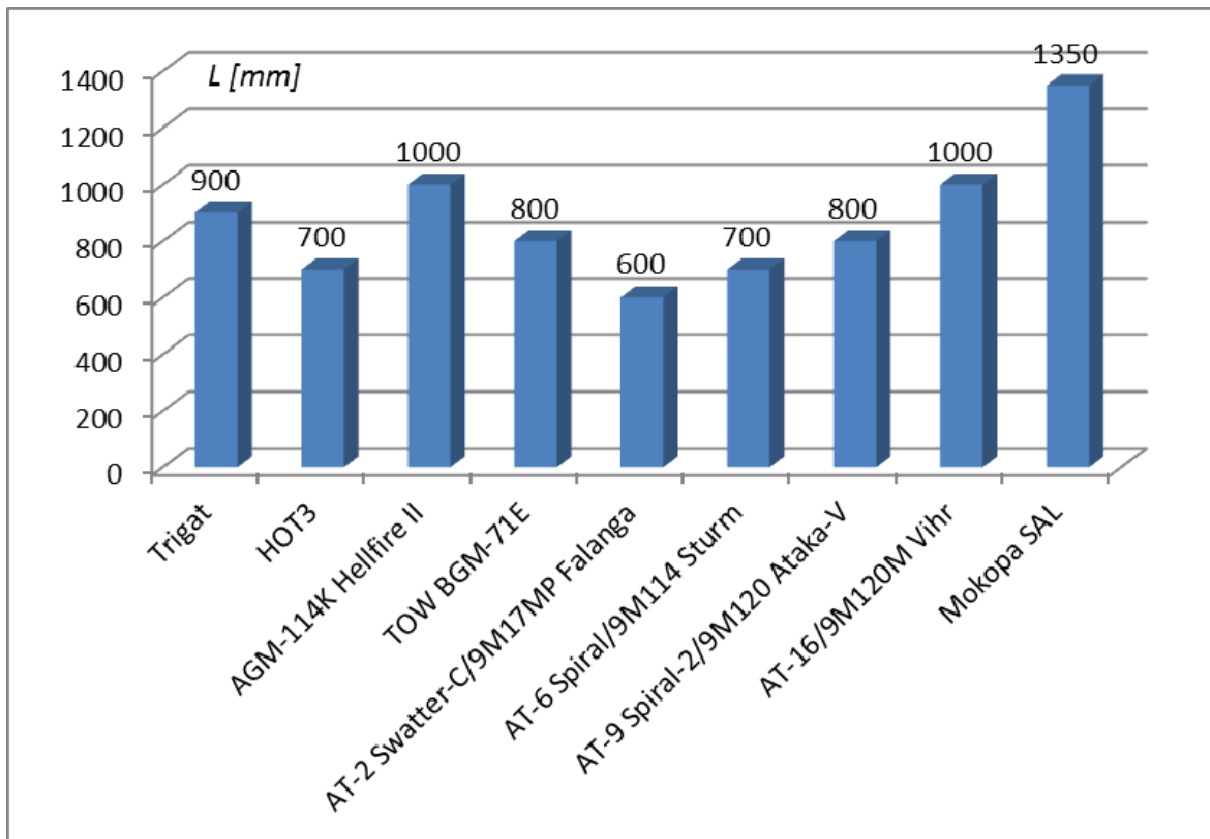
SARH - Semi-Active Radar Homing - félaktív rádió önirányítású

WG SACLOS - Wire-Guided Semi-Automatic Command to Line of Sight - vezetékes fél-aktív parancsirányítású

RCL SACLOS - Radio Command Link Semi-Automatic Command to Line of Sight - fél-aktív rádió-parancsirányítású

5. táblázat A helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakéták adatai

<sup>12</sup> HR – harcírész



6. ábra. A helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakéták maximális páncélatütő képessége [59]

### 3.2.2. A függeszthető irányítható páncéltörő rakéta mennyiségétől és tömegétől függő harci hatékonysági együttható ( $\Phi_1$ )

Kutatásaim során arra is felfigyeltem, hogy van néhány olyan helikopter, amely többféle páncéltörő irányítható rakétát is képes alkalmazni. Ilyen esetben azt az eljárást követtem, hogy **minden rakétatípussal külön kiszámítottam** a fajlagos fegyverterhelést ( $\xi_p$ ), majd ezzel végeztem a további számításokat. Ezért látható a táblázatokban ugyanaz a helikopter többször is, de más irányítható páncéltörő rakétával. A **maximális páncéltörő fegyverzet tömegét** ( $m_{pct}$ ) úgy számítottam, hogy az adott típusú helikopter esetében vettem a maximálisan függeszthető irányítható páncéltörő rakéta mennyiségét és megszoroztam az adott rakéta tömegével. A kapott tömeggel elvégeztem újra a számítását, majd ezt használtam a további számítások során. ( $p$  indexszel jelöltem a páncéltörő rakéta tömegével számított fajlagos fegyverterhelést.)

$$\xi = \frac{m_{pct}}{m_{fe}} \quad (3.2.3)$$

ahol:

$m_{pct}$  – a helikopterre maximálisan függeszthető irányítható páncéltörő rakéták mennyisége és a rakéták egyenkénti tömegének szorzata  $kg$ -ban;

$m_{fe}$  – a helikopter maximális felszálló tömege  $kg$ -ban.

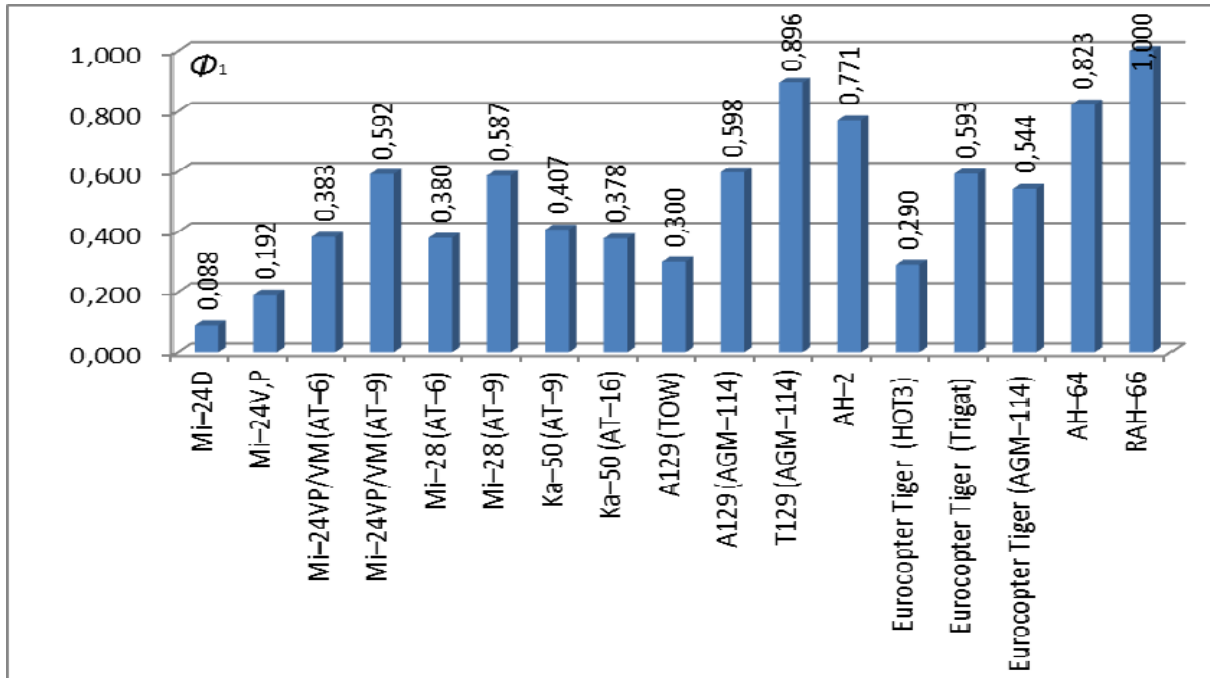
$$\Phi_1 = \xi_p \cdot R_H \cdot \frac{1}{\varphi_{1 \max}} \quad (3.2.4)$$

ahol:

$\Phi_1$  – az irányítható páncéltörő rakéta mennyiségétől és tömegétől függő harci hatékonysági együttható;

$R_H$  – a helikopter harci hatósugara  $m$ -ben;

$\varphi_{1\max} - \varphi_1 = \xi_p \cdot R_H$  szorzat maximális értéke.



7. ábra Harci hatékonysági együttható  $\Phi_1$  a 4. táblázat alapján [59]

Az eredményeket megvizsgálva (4. táblázat és 7. ábra) már sokkal **realisabb a minőségi különbségeket jobban kifejező** képet kapunk. Az eredményeket nagymértékben befolyásolja, hogy milyen irányítható páncéltörő rakétával van felfegyverezve a harci helikopter. Erre nagyon jó példa a Eurocopter „Tiger”, mert 3 különböző típusú rakétával vizsgálva igen nagy szórást mutatnak az eredmények. Azt a következtetést is levontam az eredményekből, hogy ez a fegyverkomplexum egészéről ad számszerű mutatót. A komplexumba itt besorolom a rakétát, a helikopter fegyvervezérlő és irányító rendszerét, és természetesen a személyzetet, közepes kiképzettségi mutatókkal.

Hatékonyság vizsgálati számítások során a hajózószemélyzet harckészségének<sup>13</sup> kiszámítása a harckészség együtthatóval –  $k_E$  történik. A  $k_E$  együttható értékei az alábbiak lehetnek:

- 0,5 – a mesterlövészek részére (mesterfokon kiképzett személyzet);
- 0,7 – a kiváló lövészek részére (kiválóan kiképzett személyzet);
- 1,0 – a jó lövészek részére (közepesen kiképzett személyzet);
- 1,25 – a megfelelő lövészek részére (megfelelően kiképzett személyzet).

Közepesen kiképzett személyzet alatt a  $k_E=1,0$  mutatóval rendelkező személyzetet értjük. (A számítások során a  $k_E$  együtthatót elhagytam, mert nem befolyásolja a számításokat.) [S.2.][S.4.]

A kapott eredmény már sokkal jobban tükrözi a harci helikopter és az irányítható páncéltörő rakéta, mint fegyverkomplexum harci tulajdonságait. Ennek ellenére még tovább finomítottam az eljárást.

<sup>13</sup> a személyzet harckészségét a kiképzési feladat végrehajtása során az elért éleslövészeti eredmények alapján lehet meghatározni.

### 3.2.3. A függeszthető irányítható páncéltörő rakéta mennyiségétől, tömegétől, indítási távolságától és páncélatütő képességétől függő harci hatékonysági együttható ( $\Phi_2$ )

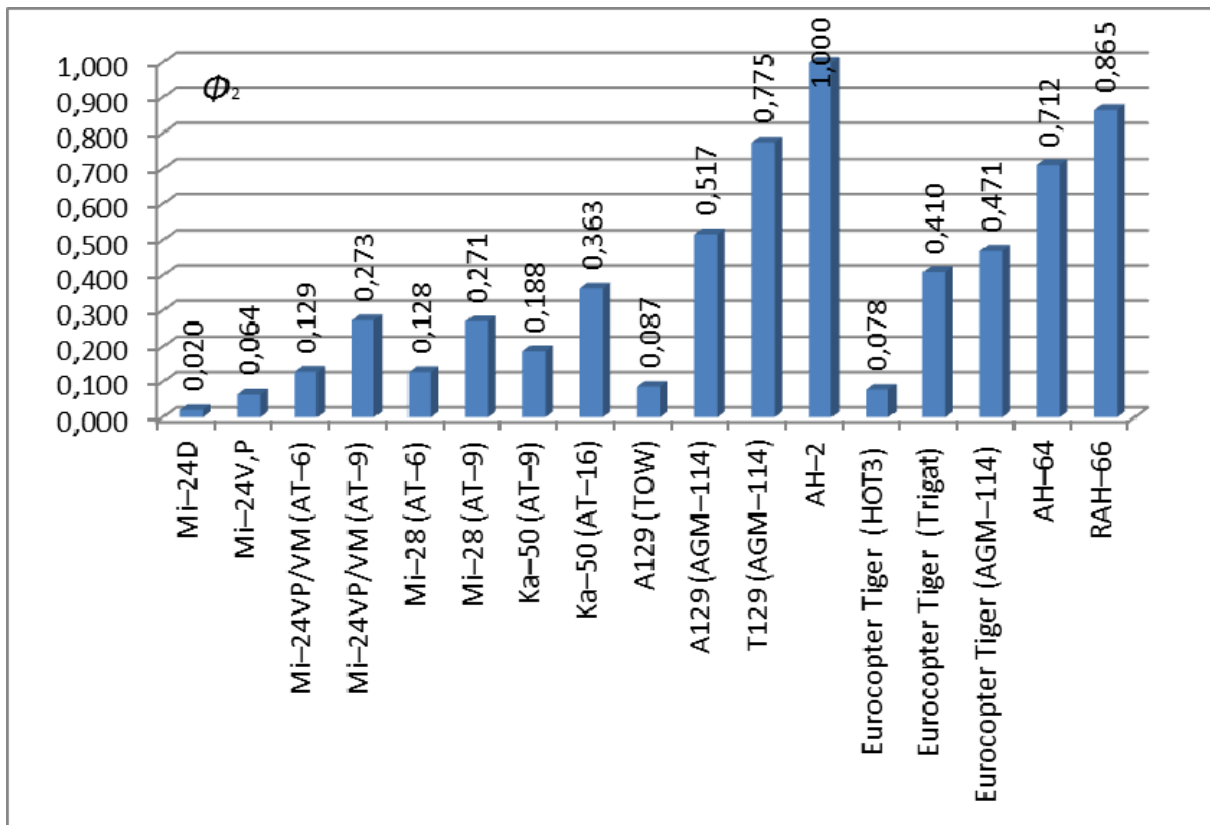
Olyan számítást kívántam kidolgozni, amelyben valamilyen formában megjelennek az irányítható páncéltörő rakéták harcászati-technikai jellemzői is. Ezért a  $\Phi_2$  számítása során figyelembe vettem az irányítható páncéltörő rakéta maximális indítási távolságát ( $R_{ind}$ ) és a maximális páncélatütő képességét ( $L$ ) is.

$$\Phi_2 = \xi_p \cdot R_H \cdot R_{ind} \cdot L \cdot \frac{1}{\varphi_{2 \max}} \quad (3.2.5)$$

ahol  $R_{ind}$  – a páncéltörő irányítható rakéta maximálisan indítási távolsága  $m$ -ben;

$L$  – az irányítható páncéltörő rakéta maximális páncélatütő képessége, hengerelt homogén páncél esetében (RHA)<sup>14</sup>  $m$ -ben;

$\varphi_{2 \max} = \varphi_2 = \xi_p \cdot R_H \cdot R_{ind} \cdot L$  szorzat maximális értéke.

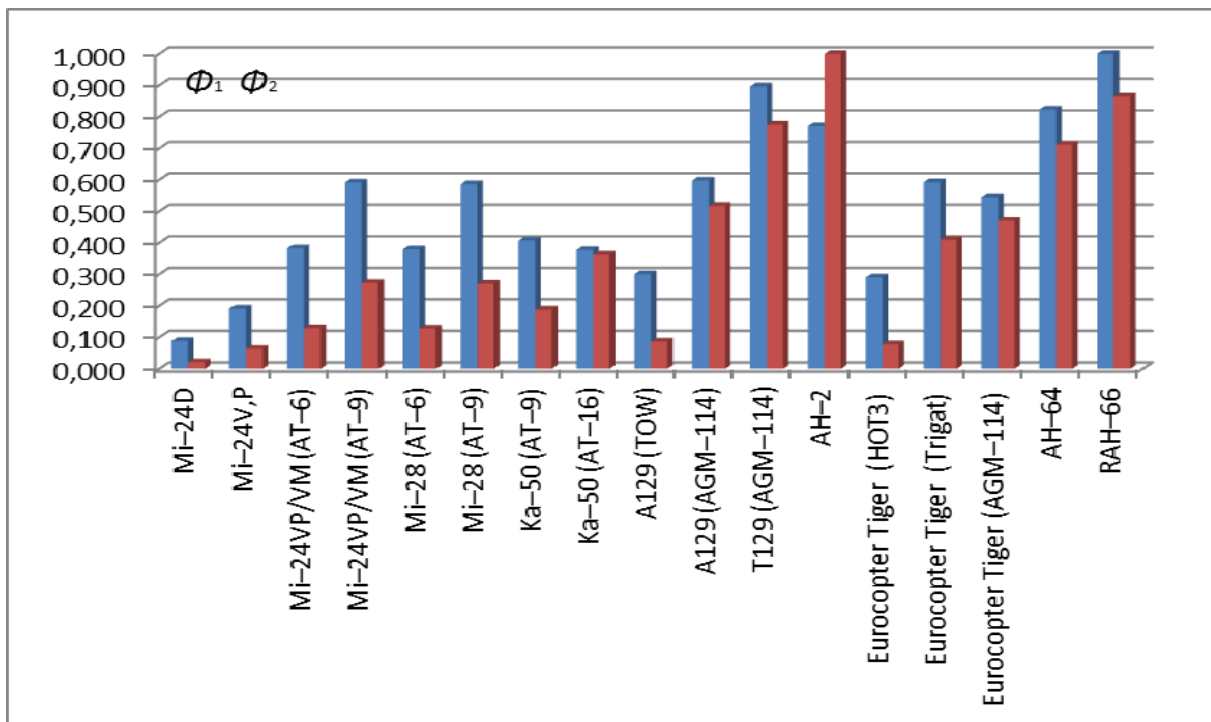


8. ábra Harci hatékonysági együttható  $\Phi_2$  a 4. sz. melléklet alapján [59]

Az eredmények a 4. táblázatban és a 8. ábrán találhatóak és már jól tükrözik a helikopter hatékonyságát, igaz csak a páncéltörő képesség szempontjából. Ha egy harci helikopter nagyobb távolságról tud egy páncéltörő rakétát a célra vezetni, akkor nagyobb a túlélésének az esélye, mivel nem kell annyira megközelítenie a célt, tehát nagyon lényeges harcászati-technikai adat az irányítható rakéta maximális indítási távolsága. A  $\Phi_1$  és  $\Phi_2$  eredményeit egy közös grafikonon (9. ábra) is megjelenítettem, így szembetűnőbb, az irányítható rakéta befolyása az eredményre.

<sup>14</sup> RHA – Rolled Homogeneous Armour – hengerelt homogén páncél





9. ábra Harci hatékonysági együttható  $\Phi_1$  és  $\Phi_2$  a 4. táblázat alapján [59]

### 3.2.1. A függeszthető irányítható páncéltörő rakéta mennyiségétől, tömegétől, indítási távolságától, páncélatütő képességétől és találati valószínűségétől függő harci hatékonysági együttható ( $\Phi_3$ )

Az értékelés szempontjából nem csak a maximális indítási távolság a leglényegesebb technikai paraméter, hanem az irányítható páncéltörő rakéta találati valószínűsége is. Ezért az eljárást még tovább finomítottam, mert az értékelésbe bevontam az irányítható páncéltörő rakéta találati valószínűségét<sup>15</sup> ( $P$ ) is, és így végeztem el a számításokat újra (10. ábra, 4. táblázat).

$$\Phi_3 = \xi_p \cdot R_H \cdot R_{ind} \cdot L \cdot \frac{1}{\varphi_{3 \max}} \quad (3.2.6)$$

ahol:

$R_{ind}$  – a páncéltörő irányítható rakéta maximálisan indítási távolsága  $m$ -ben;

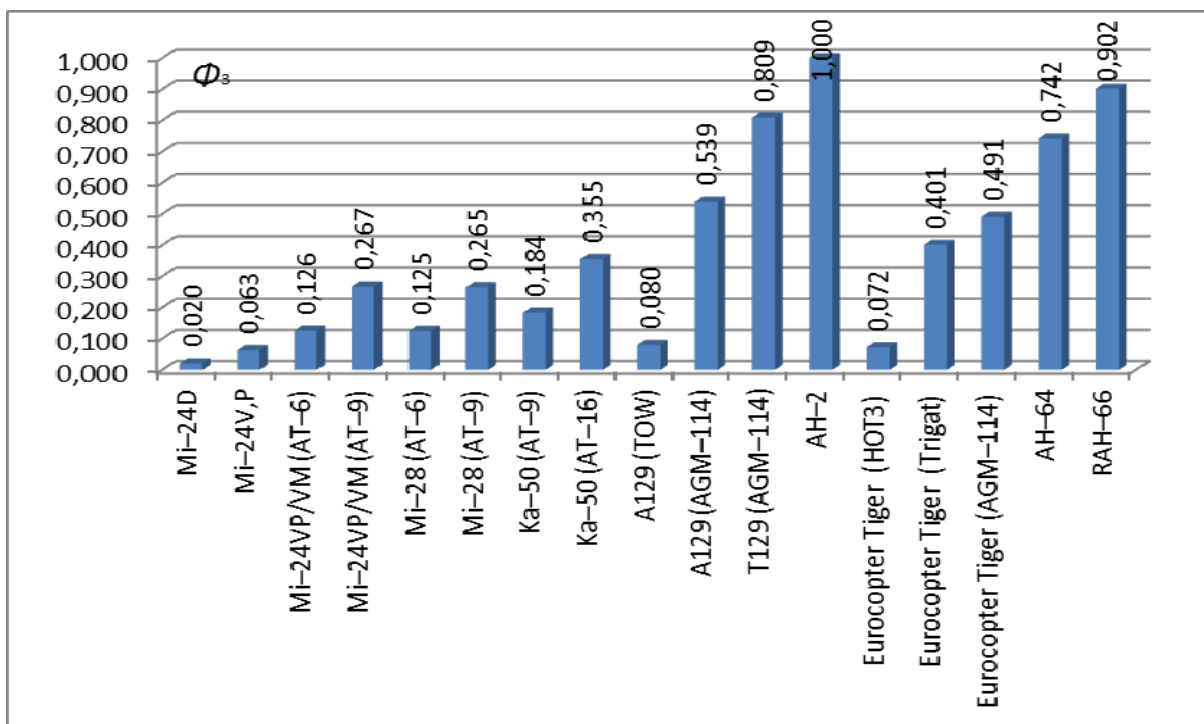
$L$  – az irányítható páncéltörő rakéta maximális páncélatütő képessége, hengerelt homogén páncél esetében (RHA)  $m$ -ben;

$P$  – az irányítható páncéltörő rakéta találati valószínűsége (mértékegység nélküli, 0-1 közötti érték);

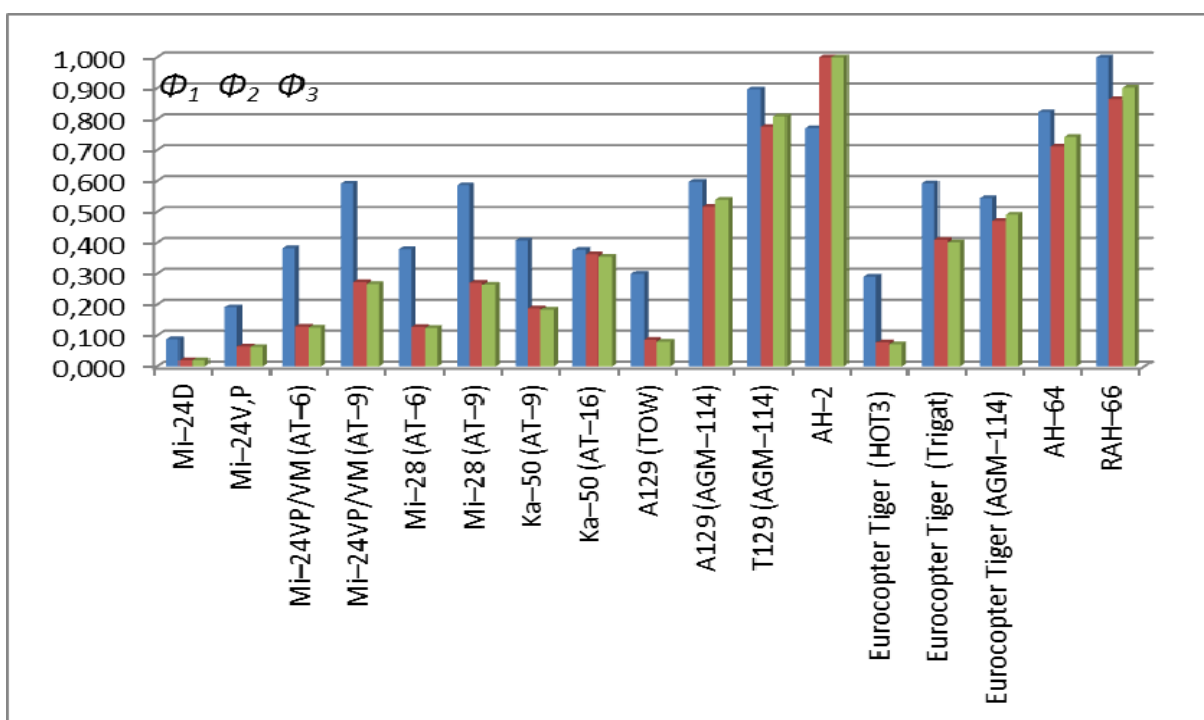
$\varphi_{3 \max}$  – a  $\varphi_3 = \xi_p \cdot R_H \cdot R_{ind} \cdot L \cdot P$  szorzat maximális értéke.

Értékelve az eredményeket, a legjobb eredményt a dél afrikai AH-2-es érte el. Ez köszönhető a „Mokopa” irányítható páncéltörő rakétának is, mert a harcászati-technikai adatai alapján kiemelkedik a többi rakéta közül. (lásd 5. táblázat, 5 és 6. ábrák). A világ legdrágább és legjobbnak kikiáltott helikoptere a RAH-66, amely éppen a költségei miatt nem került sorozatgyártásra, érte el a második legjobb eredményt.

<sup>15</sup> A megsemmisítő eszköz találati valószínűségét főként a repülőfedélzeti megsemmisítő eszközök harci alkalmazása eredményeinek összehasonlításakor használjuk fel, mint a hatékonyság mutatóját. [S.2.][S.4.]



10. ábra Harci hatékonysági együttható  $\Phi_3$  a 4. táblázat alapján [59]



11. ábra Harci hatékonysági együtthatók  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  és  $\Phi_3$  a 4. táblázat alapján [59]

A harmadik a T129 (A129 török tenderre készült változata) helikopter már felvet egy érdekes kérdést. Mennyire befolyásolja az eredményt az irányítható páncéltörő rakéta harcászati-technikai jellemzője? Nagyon. Erre jó példa az A129 és a Mi-24 VM/VP helikopter. Az A129 helikopter egy gyengébb technikai paraméterekkel rendelkező TOW típusú páncéltörő rakétával jóval gyengébben szerepelt, mint a korszerű AGM-114K-val. Ugyanez elmondható a Mi-24VM/VP helikopterről is, bár itt nem mutatkoznak olyan nagy különbségek. A számított  $\Phi_{1,2,3}$  alapján (11. ábra) a negyedik az AH-64

„Apache” helikopter lett.

### 3.3. Következtetések

A paraméterezett összehasonlító eljárás eredményeit figyelembe véve megállapítottam, hogy egy kevésbé korszerű harci helikopter, egy korszerű irányítható páncéltörő rakétával felfegyverezve képes jó eredményeket produkálni. Mindehhez viszont hozzá kell azt is tenni, hogy harci körülmények között a más jellegű gyengébb tulajdonságai miatt (pl.: felderíthetőség, sebezhetőség) nem lenne képes maradéktalanul kihasználni a fedélzeti fegyverek adta lehetőségeket.

Ebből is következik, hogy a helikopterek rangsorolása során a többi rendszer működéséről készült összehasonlításokat is figyelembe kell venni, mert ez az eljárás a fedélzeti fegyvertechnikai szempontból vizsgálja az eszközöket, azon belül, pedig az irányítható páncéltörő rakétával, páncélvadász helikopterként felszerelt eszközökre vonatkozik. A kiválasztásakor mindenképpen sokkal több szempontot kell figyelembe venni (pl. célzó-navigációs rendszer pontossága, fedélzeti lokátor megléte esetén annak felbontóképessége<sup>16</sup> stb.).

A 12. ábrán a korábbi számítások eredményeinek átlagát mutatom be. Egyszerű matematikai átlagot számítottam a  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  és  $\Phi_3$  értékekből:

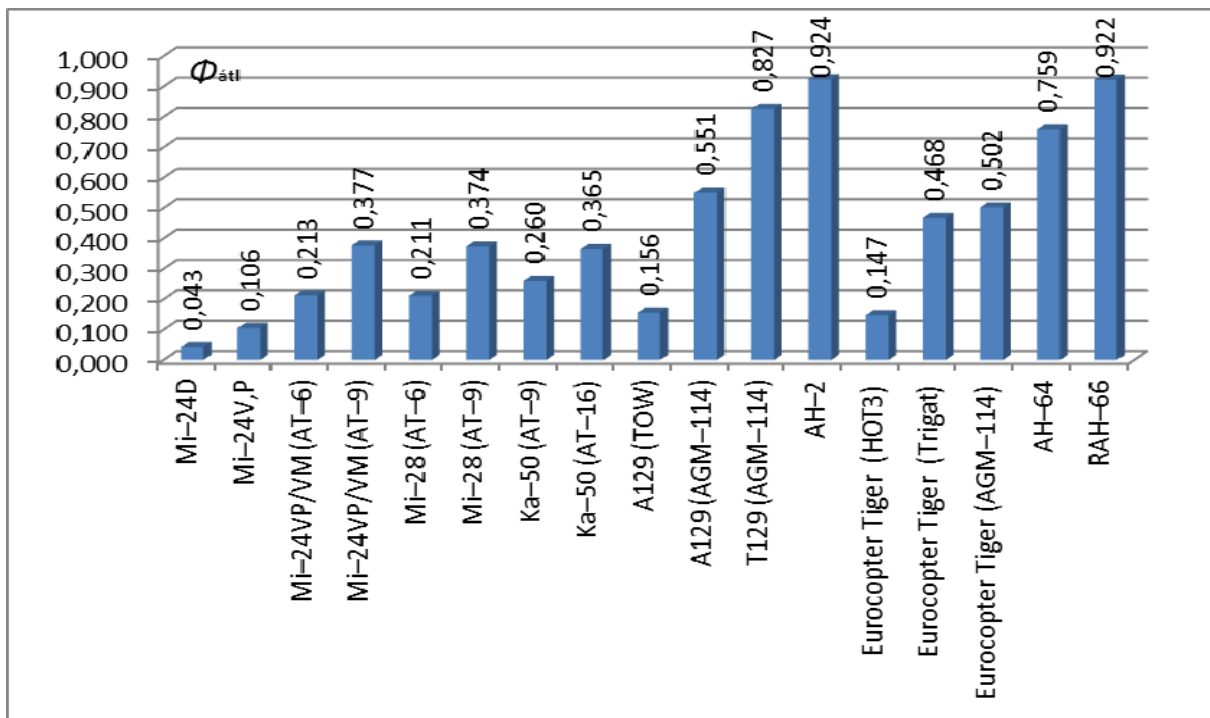
$$\Phi_{\text{át}} = \frac{\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3}{3} \quad (3.2.7)$$

A kapott eredmények alapján új eszköz beszerzése, vagy a meglévők felújítása esetén javaslom a következőket:

- AH-64 – Az ára miatt csak AH-64D beszerzése nagyon nagy költségekkel járna, így beszerzés során vegelesen javaslom 1:2 vagy 1:3 arányban az AH-64D és AH-64A helikoptereket. Önmagában csak az AH-64A beszerzése is nagy előrelépés lenne. Fegyverzeti szempontból az egyik legjobb választás. Negatívuma a magas beszerzési ára.
- A129 – Ez a helikopter csak a AGM-114 irányítható rakétával mutatott jó eredményt, más rakétával már nem javaslom;
- T129 (A129) – Nagyon jó eredményt produkált az összehasonlításban. Egy beszerzés esetén hasonlóan, mint az AH-64D esetén lehetne vegelesen beszerezni az A129 helikopterrel, mivel ugyanazon típus különböző változatairól van szó. Az eredmények alapján fegyverzeti szempontból az egyik legjobb választás. Kellően nagy mennyiség üzemel már belőle, így üzemeltetési tapasztaltok is rendelkezésre állnak.
- AH-2 – A legjobb eredményt érte el, de negatívumként az eddig legyártott kis darab számot (12 db) és ebből következően a kevés üzemeltetési tapasztalatot tartom. A török helikopter beszerzésen is nagy eséllyel indult, de végül „csak” politikai okok miatt maradt alul a T129-el szemben.
- Tiger PAH-2 – Minkét rakétával (Trigat és AGM-114) közel azonos eredményt hozott, a számításaim alapján beszerezhető típus. Rendszerbeállítása esetén hasonló vegeyes változat is elképzelhető, mint az AH-64 vagy az A129-T129 esetében.

---

<sup>16</sup> Lokátor felbontóképesség alatt értjük két egymás mellett tartózkodó légi vagy földi cél esetén, azt a minimális távolságot a célok között – mind helyszögben, mind pedig távolságban –, mikor a lokátor azt két különálló célként érzékeli.



12. ábra Harci hatékonysági együttható  $\Phi_{att}$  a 4. táblázat alapján [59]

A jelenleg hadrendben található harci helikopterek modernizálása is jelentős előrelépés lenne harcászati-technikai adatok tekintetében, így felújítás esetén mindenképpen javasolom egy Mi-24VM típusra való felújítást (átépítést). Ennek a modernizációs változatnak igen komoly pozitívuma, hogy az infrastruktúrát csak kismértékben kell változtatni valamint a hajózó és műszaki személyzet sem igényel teljes körű átképzést, mert a típus nem változik. [S.1.][S.9.][S.10.]

## AZ EREDMÉNYEK RÖVID ÖSSZEFOGLALÁSA

Mivel a Magyar Honvédség helikopter eszközparkjának üzemideje korlátozott, így előbb vagy utóbb, de elkerülhetetlen lesz azok cseréje és/vagy felújítása. Az új eszközök és/vagy a meglévők felújítása során – a rendszer és a repülőeszköz bonyolultsága miatt – felelős döntés, a számításba jöhető típusok szakmai munkacsoportok (repülőszakemberek, harcászati és közgazdasági szakértők) által, egységes szempontok szerint végrehajtott elemzéseinek összevetését követően hozható meg.

Értekezéssel egy ilyen szakértői munkához kívántam hozzájárulni, olyan formában, hogy repülőfedélzeti fegyvertechnikai szemszögből megvizsgáltam és elemeztem egy harci helikopter modernizáció során szóba jöhető típusokat. Az elemzéseim alapján a következő megállapításokat és javaslatokat fogalmaztam meg [1]:

- A RAH-66 „Comanche” harci helikopter programot törölték, így a helikopter rendszerbeállítása nem lehetséges. Csak néhány prototípus létezik belőle.
- Feldolgozva a török hadsereg helikopter beszerzésével kapcsolatos információkat, arra a következtetésre jutottam, hogy a Ka-50/52, Ka-50-2 helikopterek nagyon drágák, beszerzését a jelenlegi információk birtokában nem javasolom. (A törökök magas ára miatt kizárták a tenderből.) Az Orosz Hadseregrepülők egy látványos Ka-50 baleset után megváltoztatták a harci helikopterek modernizációjával kapcsolatos korábbi döntésüket és a Mi-28 helikoptert részesítették előnyben a Ka-50-nel szemben.
- A török tenderen a magas ára miatt az Eurocopter „Tigert” is kizárták, pedig vizsgálataim szerint ezt a helikoptert az élmezőnyben találjuk. Háromféle irányítható páncéltörő rakétával lehet felszerelni. Ezek közül a francia-német közös fejlesztésű „Trigat” rakéta érte el a legjobb ered-

- ményeket, igaz AGM-114 „Hellfire II” rakéta alig maradt el mögötte. Beszerzés esetén mindenképpen valamelyik korszerűbb rakétát kell választani.
- Nagyon jó eredményeket produkált az AH-2 „Rooivalk” helikopter. Ez annak köszönhető, hogy igen korszerű irányítható páncéltörő rakétával rendelkezik, amelynek a páncéltűrő képessége a gyártó adatai szerint a legnagyobb az összes hasonló rakéta közül. Ez mindenképpen befolyásolta a kapott eredményeket. Mivel még nagy szériában nem gyártják (összesen 12 db készült belőle a dél-afrikai hadsereg megrendelésére) így komoly üzemeltetési tapasztalatok sem ismeretesek a helikopterről. Igaz a török tenderen az előzetes válogatáson továbbjutott és a második fordulóban az A129 (T129) volt a vetélytársa. Ezt valószínű, hogy a kedvező árkonstrukcióval érte el a dél-afrikai gyártó.
  - Az A129 helikopter az eredményeket vizsgálva a különböző irányítható páncéltörő rakétával egymástól jelentősen eltérő eredményeket ért el. A TOW rakétával közepes eredményeket hozott, de az AGM-114 „Hellfire II” rakétával a mezőny elején találjuk. Az A129 „International” változat megfelelne a Magyar Honvédség igényeinek. Az A129 török tenderre készült T129-es változat jobb eredményt ért el, mint a „Longbow Apache”, így egy beszerzés esetén semmiképpen nem szabad figyelmen kívül hagyni. Beszerzési ára jelenleg még nem ismert, de az európai összeszerelés előnyös lehet, mert a költségeket nem terheli a tengeren túli szállítás ára.
  - Az egyik legjobb a vizsgált helikopterek közül az AH-64 „Apache”. Az ára viszont igen magas, magasabb a törökök által kizárt Eurocopter „Tiger”-nél is. Viszont egy kipróbált, komoly háborús tapasztalatokkal rendelkező típus. A jelenleg rendszerben levő helikopterek közül az egyik legjobb választás lenne.
  - A Mi-28 harci helikopter elég gyengén teljesített. Gyengébben (igaz csak nagyon kicsivel), mint a modernizált Mi-24VM. Ez abból következik, hogy méretéhez képest nagy a saját tömege és viszonylag kicsi a hatósugara. (A Ka-50 is hasonló értéket mutatott.)
  - A Mi-24VM modernizált helikopter nagyon jó eredményt ért el. Igaz, hogy a modernizálás során, a gép gyenge manőver jellemzői jelentősen nem javultak, de a korszerű elektronikának, nagy számban alkalmazható irányítható páncéltörő rakétának köszönhetően, jó eredményeket produkált. Mivel felújított, modernizált helikopterről van szó, mely magasabb harcászati paraméterekkel rendelkezik, mint a kiinduló típus, valószínűsítem, hogy a legkisebb bekerülési költséggel elérhető változat lenne. Sőt a képzési és infrastrukturális költség is minimalizálható lenne. [1][2][4][6][43]

A modernizáció során bármely változatot is választva figyelembe kell venni a tárgyalások során az esetleges hazai alkatrész beszállítás, összeszerelés, és/vagy a gazdasági ellentételezés lehetőségét is, ami nagymértékben befolyásolhatja a tender kimenetelét. A felsorolt és összehasonlított típusok közül a Mi-24VM változatnak az a nagy előnye, hogy az infrastruktúrát nem kell megváltoztatni, a műszaki és hajózó személyzet kiképzése is jelentősen kevesebbe kerülne, mint egy új típus esetén.

Értekezésemben kidolgoztam egy a harci helikopterek fegyverrendszerét összehasonlító módszert, amely segítséget nyújthat ahhoz az összetett vizsgálathoz, amit egy szóba jöhető tender során az eszközök kiválasztása jelent.

Azt sem szabad elfelejteni, hogy egy ilyen bonyolult, költséges eszköz beszerzésekor nem csak az eszközt kell megvásárolni, hanem a hozzátartozó üzemeltetési infrastruktúrát, illetve a fegyvertechnikai eszközöket is. Mint általában a piacgazdaság szinte minden területén egy eszközre jutó fajlagos költség annál kisebb, minél többet vásárolunk belőle. Vagyis 6-8 helikopter beszerzése esetén ugyanúgy be kell szerezni a teljes üzemeltetési infrastruktúrát, mint 10-12 vagy esetleg 20-22 eszköz esetében.

Harci helikopter modernizáció során az önvédelmi képességeket sem szabad figyelmen kívül hagyni, mert egy korszerű repülőgép hiába rendelkezik effektív megsemmisítő eszközökkel, ha kézi fegyverekkel egyetlen lövéssel harcképtelenné tehető. Éppen ezért a kiválasztás során erre is kellő hangsúlyt kell fektetni. Ehhez is segítség lehet a dolgozatomban szereplő – a fedélzeti tűzfegyverek páncéltűrő képességét összehasonlító rész, mivel meghatározható belőle, hogy milyen páncéltűrővel kell, hogy rendelkezzen a helikopter ahhoz, hogy a passzív védelme megfelelő mértékű legyen a kézi fegyverekkel, vagy az ellenséges harci helikopterek tűzfegyvereivel szemben.

Vizsgálataim alapján javaslom a jelenleg üzemeltetett harci helikoptereink további üzemeltetését, valamint felújítását, feljavítását egy magasabb harcászati paraméterekkel rendelkező változatra (pl. mini-

málisan az éjszakai bevetettség biztosítása), figyelembe véve az eszközök technikai és naptári üzemidő tartalékait, valamint egy 5 éves periódusban új harci helikopterek beszerzését tartom szükségesnek.

## EREDMÉNYEK

Az bemutatott kutató munkám tudományos eredményeit a következőkben foglalom össze:

1. A lövedékek ütőhatásának elméleti számvetéseiből kidolgoztam egy számítási eljárást, mellyel összehasonlíthatóvá tehetők a harci helikopterek fedélzeti tűzfegyverei. [S.12.]
2. Bizonyítottam, hogy a harci helikopterek nem helyettesíthetők felfegyverzett többfeladatú helikopterekkel.
  - Ehhez felírtam a harci helikopterek általános hatékonysági kritériumát majd elemeztem a csapásmérő képességet.
  - A fedélzeti tűzfegyverek páncéltűtő képességének vizsgálatakor bizonyítottam, hogy a páncélvédelem nélküli helikopter nem, vagy csak korlátozottan képes bizonyos harcfeleladatok ellátására.
3. Bizonyítottam, hogy a harci helikopterek csapásmérő képességét nagymértékben befolyásolják az alkalmazott fedélzeti fegyverek harcászati-technikai jellemzői. [S.10.]
  - Ehhez, az összehasonlítások során a számításokat a harci helikopterre függeszthető, több, különböző típusú irányítható páncéltörő rakétával is elvégeztem.
4. Kidolgoztam egy összehasonlító eljárást, mellyel optimális esetben – ha a harci helikopterről és fegyverzetéről minden szükséges adat ismert – számszerű, összehasonlítható, harci hatékonysági együtthatót lehet kiszámítani. [S.9.][S.10.]
  - Az összehasonlító eljárás érdekében összegyűjtöttem a jelenleg a legmodernebbnek számító harci helikopterek szükséges harcászati-technikai jellemzőit.
  - Az összehasonlító eljárás érdekében összegyűjtöttem és rendszereztem a korszerű harci helikopterek fegyverzetének harcászati-technikai jellemzőit.
  - Elvégeztem a harci helikopterek harci hatékonyságára vonatkozó szükséges számításokat.
  - A kapott eredményeket elemezve fegyvertechnikai szempontból rangsort állítottam fel a jelenleg ismert harci helikopterek között.

## FELHASZNÁLT IRODALOM - IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] ÓVÁRI GYULA Nyugati és szovjet gyártmányú légi járművek együttes üzemeltetésének, valamint repülő mérnök-műszaki biztosításának lehetőségei az MH repülő alakulatainál, Egyetemi doktori értekezés, Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, 1994, 79-89 oldal
- [2] DR. ÓVÁRI GYULA A Magyar Honvédség repülőeszközei típusváltásának és üzemeltetésének lehetőségei gazdaságossági-hatékonysági kritériumok, valamint NATO-csatlakozás figyelembevételével, A légierő fejlesztése, Tanulmánygyűjtemény, HM oktatási és Tudományszervező Főosztály, Budapest, 1997, 9-129 oldal
- [3] SZÉKELY GÁBOR Az ezredforduló harci helikoptere a Mi-24 típus bázisán, „A Mi-24 harci helikopterek korszerűsítése” tudományos konferencia előadása, Katonai Logisztika 8. évfolyam, 2000/2, 192-198. oldal
- [4] Oroszország katonai repülőipara. – Értékelés, TÁJÉKOZTATÓ a külföldi repülési szakfolyóiratokban megjelent fontosabb cikkekről és információkról, MH RMSzF kiadványa, 2005/4, 25-64 oldal
- [5] BÉKÉSI Bertold A katonai repülőgépek üzemeltetésének, a kiszolgálás korszerűsítésének kérdési, Doktori értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2006, Budapest
- [6] UNGVÁR Gyula A fegyverek hatékonyságának és gazdaságosságának összefüggései, Hadtudomány, 1992/2, 52-60 oldal
- [7] KAKULA János Robbanóanyagok és a robbanás hatásai, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1990, 97-115, 116-126. oldal
- [8] KAKULA János Rakéták szerkezetana, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1989, 3-12. oldal
- [9] А. Н. ДОРОФЕЕВ, А. П. МОРОЗОВЕ Р. С. САРКИСЯН Авиационные боеприпасы, ВВИА Нью Ею Жуковского, 1978, стр. 87-261
- [10] Г. А. Жирных и др. Авиационное автоматическое оружие, ВВИА Нью Ею Жуковского, 1960, стр. 87-261
- [11] Re/997 A repülőfegyverzet üzembentartásának elméleti alapjai IV. Repülőlészerek, Honvédelmi Minisztérium kiadványa, 1983, 91-336. oldal
- [12] A repülőfedélzeti fegyverberendezések működésének és üzemeltetésének elméleti alapjai I. könyv, MN Repülőfőnökség kiadása, 1977, 82-201, 320-512. oldal
- [13] П. И. Андриенко Теория вероятностей и боевой эффективности, Военное издательство МО СССР, Москва 1979
- [14] Re/1193 JakB-12,7 Fedélzeti géppuska, Műszaki leírás és üzembentartási szakutasítás 9-A-625 TO, 1984, 4-11. oldal
- [15] Авиационный пулемёт ЯкБ-12,7 техническое описание и инструкция по эксплуатации, Москва, «Машиностроение» 1980, стр. 3-6
- [16] Re/903 GS-23L Repülőgép fedélzeti gépágyú, Műszaki leírás és üzemeltetési szakutasítás, Honvédelmi Minisztérium kiadványa, 1973, 3-7. oldal
- [17] 30 мм АВИАЦИОННФЯ ПУШКА ГШ-30-1, Учебное пособие, стр. 5-6
- [18] Wikipedia The Free Encyclopedia (GSh-30-2 e-dok.) url: [http://en.wikipedia.org/wiki/Gryazev-Shipunov\\_GSh-30-2](http://en.wikipedia.org/wiki/Gryazev-Shipunov_GSh-30-2)
- [19] ТУЛАМАШЗАВОД (30.мм пушка 2А42 e-dok.) url: [http://www.tulamash.ru/prod\\_2a42.htm](http://www.tulamash.ru/prod_2a42.htm)
- [20] WorldWeapon.ru (Пушка 2А42 e-dok.) url: <http://worldweapon.ru/vertuski/2a42.php>
- [21] POKORÁDI László Rendszerek és folyamatok modellezése, Campus Kiadó, Debrecen 2008., 63-86
- [22] All the World's Rotorcraft (AH-64D e-dok.) url: [http://avia.russian.ee/helicopters\\_eng/mcdonnel\\_longbow-r.html](http://avia.russian.ee/helicopters_eng/mcdonnel_longbow-r.html)
- [23] ГОРДЕНКО, Ю. В. – МОРОЗОВ, В. П. – ПРИБЫЛОВ, А. С. Военная авиация 1, Попурри, Минск 2000, стр. 121-123, 335-338, 354-357, 361-367
- [24] ГОРДЕНКО, Ю. В. – МОРОЗОВ, В. П. – ПРИБЫЛОВ, А. С. Военная авиация 2, Попурри, Минск 2000, стр. 11-13, 55-59, 185-187, 235-237, 313-315, 335-336, 348-349, 352-353, 374-375, 251-252, 267, 274
- [25] GUNSTON, B. Modern helikopterek (Harci fegyverek sorozat), Phonix könyvek, Debrecen, 1993, 24-25, 40-41, 46-47, 50-51, 56-57, 60-61 oldal



- [26] FAS (Federation of American Scientists) web oldala,(AH-64, e-dok.) url:  
<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/ah-64.htm>
- [27] FAS (Federation of American Scientists) web oldala,(AH-64, kép) url:  
<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/ah-64DTILT.jpg>
- [28] JANE'S AH-64 (e-dok.) url:  
[http://www.janes.com/defence/air\\_forces/news/jawa/jawa001013\\_1\\_n.shtml](http://www.janes.com/defence/air_forces/news/jawa/jawa001013_1_n.shtml)
- [29] Dr. THOMAS M. E. Longbow, International Baltimore, Maryland (USA)
- [30] Arms World (Mi-28, e-dok.) url: <http://www.enemyforces.com/helicopters/mi28.htm>
- [31] Army Technology (Mi-28, e-dok.) url: <http://www.army-technology.com/projects/mi28/>
- [32] Rotorhead (Mi-28, e-dok.) url: <http://www.rotorhead.org/military/mi28.asp>
- [33] Globalaircraft (Mi-28, e-dok.) url: [http://www.globalaircraft.org/planes/mi-28\\_havoc.pl](http://www.globalaircraft.org/planes/mi-28_havoc.pl)
- [34] Vectorsite.net (Mi-24, e-dok.) url: [http://www.vectorsite.net/avhind\\_2.html](http://www.vectorsite.net/avhind_2.html)
- [35] All the World's Rotorcraft (Mi-24VM, e-dok.) url: [http://avia.russian.ee/helicopters\\_rus/mi-24vm-r.html](http://avia.russian.ee/helicopters_rus/mi-24vm-r.html)
- [36] All the World's Rotorcraft (Mi-28, e-dok.) url: [http://avia.russian.ee/helicopters\\_rus/mi-28-r.html](http://avia.russian.ee/helicopters_rus/mi-28-r.html)
- [37] ROSOBORONEXPORT<sup>17</sup> (Mi-28, e-dok.) url:  
[http://www.rusarm.ru/p\\_prod/airfor/mi28ne.htm#](http://www.rusarm.ru/p_prod/airfor/mi28ne.htm#)
- [38] Bearcraft-onLine aircraft museum (Mi-28, e-dok.) url: <http://www.bearcraft-online.com/museum/museum.htm?mid=48>
- [39] All the World's Rotorcraft (Ka-50, e-dok.) url: [http://avia.russian.ee/helicopters\\_rus/ka-50-r.html](http://avia.russian.ee/helicopters_rus/ka-50-r.html)
- [40] All the World's Rotorcraft (Ka-52, e-dok.) url: [http://avia.russian.ee/helicopters\\_rus/ka-52-r.html](http://avia.russian.ee/helicopters_rus/ka-52-r.html)
- [41] KAMOV.RU (Helicopter Ka-52 e-dok.) url: <http://www.kamov.ru/market/paghan/tka-52wr.html>
- [42] KAMOV.RU (Helicopter Ka-50 e-dok.) url: <http://www.kamov.ru/market/paghan/tka-50wr.html>
- [43] Finisben a Török harci helikopter tender? JETfly Internetes Magazin,  
[http://www.jetfly.hu/rovatok/repules/torokheli\\_061213/](http://www.jetfly.hu/rovatok/repules/torokheli_061213/)
- [44] GlobalSecurity.org (LHX, RAH-66, e-dok.)  
<http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/lhx.htm>
- [45] GlobalSecurity.org (RAH-66 Comanche capabilities, e-dok.)  
<http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/rah-66-capabilities.htm>
- [46] Википедия (Wikipedia) (fenestron-nal kapcsolatos e-dok.)  
<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD>
- [47] Army-Technology.com RAH-66 Comanche reconnaissance/attack helicopter (e-dok.)  
url:<http://www.army-technology.com/projects/comanche/>
- [48] Eurocopter Tiger (e-dok.) url:  
[http://www.military.cz/international/air/eurocopter/eurocopter\\_en.htm](http://www.military.cz/international/air/eurocopter/eurocopter_en.htm)
- [49] Tiger Attack Helicopter Army Technology (e-dok.) url: <http://www.army-technology.com/projects/tiger/>
- [50] Eurocopter Tiger MILITARY.CZ (e-dok.) url:  
[http://www.military.cz/international/air/eurocopter/eurocopter\\_en.htm](http://www.military.cz/international/air/eurocopter/eurocopter_en.htm)
- [51] All the World's Rotorcraft (A129, e-dok.) url:  
[http://avia.russian.ee/helicopters\\_rus/agusta\\_mangusta-r.html](http://avia.russian.ee/helicopters_rus/agusta_mangusta-r.html)
- [52] TAI Turkish Aerospace Industries, INC (T129 atak helicopter e-dok.) url:  
[http://www.tai.com.tr/en\\_menu2.aspx?node=15/264&menu\\_id=5&id=264&img=tai\\_ana\\_ust-program.swf](http://www.tai.com.tr/en_menu2.aspx?node=15/264&menu_id=5&id=264&img=tai_ana_ust-program.swf)
- [53] Army-Technology.com A129 International multi-role combat helicopter (e-dok.) url:  
<http://www.army-technology.com/projects/agusta/>
- [54] All the World's Rotorcraft (CSH-2, e-dok.) url: [http://avia.russian.ee/helicopters\\_rus/africa-r.html](http://avia.russian.ee/helicopters_rus/africa-r.html)

---

<sup>17</sup> Az orosz hadiipari szállító (A szerző fordítása)

- [55] Aircraft (Encyclopedia – Denel AH-2 Rooivalk e-dok.) url:  
<http://www.aircraft.co.za/Encyclopedia/D/459.php>
- [56] Denel Aviation (Official Rooivalk site) (e-dok.) url:  
<http://www.denel.co.za/Aerospace/Rooivalk.asp>
- [57] Denel Aviation (Official Rooivalk site) (e-dok.) url:  
<http://www.denel.co.za/Aerospace/Rooivalk.pdf>
- [58] A szerző saját munkája *Macromedia Fireworks* képszerkesztő alkalmazással
- [59] A szerző saját munkája *Microsoft Excel* alkalmazással
- [60] A szerző saját munkája *Microsoft Word* alkalmazással

## A TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM

- [S.1.] BÉKÉSI, B. – SZILVÁSSY, L. Üzemeltethetőség ZMNE Repüléstudományi Közlemények időszakos kiadvány XIII. évfolyam 3., 2001/1, 115. oldal, „A XX. század haditechnikai forradalmának hatása a XXI. század katonai repülésére” című konferencián elhangzott előadás
- [S.2.] SZILVÁSSY, L. A repülőfedélzeti megsemmisítő eszközök harci alkalmazásának hatékonyságát értékelő számítások, ZMNE Repüléstudományi Közlemények időszakos kiadvány XII. évfolyam 30. szám, 143. oldal, 2000/2
- [S.3.] BÉKÉSI, B. – SZEGEDI, P. – SZILVÁSSY, L. Harcászati repülőeszközök modernizációjának kritériumai, BJKMFK konferencián elhangzott előadás Bolyai Szemle Fialat Tudósok Konferenciája, Különszám, Budapest 2002. november
- [S.4.] SZEGEDI, P. – SZILVÁSSY, L. A repülőfedélzeti megsemmisítő eszközök hatékonyság vizsgálata, Bolyai Szemle Fialat Tudósok Konferenciája, Különszám, 49. oldal
- [S.5.] BÉKÉSI, B. – SZEGEDI, P. – SZILVÁSSY, L. Új repülőgépek kiválasztásának néhány szempontja, Doktoranduszok I. Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Tudományos Konferenciáján elhangzott előadás, Elektronikus formátumban CD-n, 2002. november 8.
- [S.6.] SZILVÁSSY, L. MI-24VM, 100 Éves a géprepülés „A katonai rendszerek repülőgépei, a katonai repülőgépek rendszerei” konferencián elhangzott előadás, Elektronikus formátumban CD-n, 2003. április 4. és a Repüléstudományi Közlemények ([www.szrfk.hu/rtk/](http://www.szrfk.hu/rtk/)) on-line kiadványban (ISSN 1789-770X)
- [S.7.] SZILVÁSSY, L. Mi-28 Havoc harci helikopter „Új évszázad új technológia – Gripenek a magyar Légierőben” tudományos konferencia, Elektronikus formátumban CD-n, 2006. április 21. és a Repüléstudományi Közlemények ([www.szrfk.hu/rtk/](http://www.szrfk.hu/rtk/)) on-line kiadványban (ISSN 1789-770X)
- [S.8.] SZILVÁSSY, L. AH-64 Apache harci helikopter „Új évszázad új technológia – Gripenek a magyar Légierőben” tudományos konferencia, Elektronikus formátumban CD-n, 2006. április 21. és a Repüléstudományi Közlemények ([www.szrfk.hu/rtk/](http://www.szrfk.hu/rtk/)) on-line kiadványban (ISSN 1789-770X)
- [S.9.] SZILVÁSSY, L. Helikopterek összehasonlítása - Paraméterezett összehasonlító eljárás Nemzeti védelmi Egyetemi Közlemények 2007. XI. évfolyam 1. szám 44-53. oldal
- [S.10.] SZILVÁSSY, L. A harci helikopterek kiválasztása során alkalmazott paraméterezett összehasonlító eljárás „Pilóta nélküli és szállító repülőgépek katonai alkalmazhatósága” tudományos konferencia, Elektronikus formátumban CD-n, 2007. április 20. és a Repüléstudományi Közlemények ([www.szrfk.hu/rtk/](http://www.szrfk.hu/rtk/)) on-line kiadványban (ISSN 1789-770X)
- [S.11.] SZILVÁSSY, L. A harci helikopterek fejlődése a hőskortól napjainkig, Szolnoki Tudományos Közlemények XI, 2007, Cd kiadvány 2007. november 7.
- [S.12.] SZILVÁSSY, L. A harci helikopterek tüzér fegyverei „Repüléstudományi Konferencia 2008 – 70 éves a légierő” Elektronikus formátumban CD-n, 2008. április 11. és a Repüléstudományi Közlemények ([www.szrfk.hu/rtk/](http://www.szrfk.hu/rtk/)) on-line kiadványban (ISSN 1789-770X)