

Szilvássy László¹

HARCI HELIKOPTEREK MODERNIZÁCIÓS KÉRDÉSEI²

A szerző bemutatja a harci helikopterek fegyverrendszerét, azok korszerűsítésnek lehetőségét. Bemutat egy összehasonlító eljárást, mellyel beszerzéskor és/vagy modernizáláskor szóba jöhető harci helikopterek fegyverzeti rendszeréről ad objektív, számszerű, összehasonlító eredményt. – Rámutat arra, hogy egy felfegyverzett szállító, vagy többrendeltetésű helikopter nem helyettesítheti a páncélozott harci helikoptereket.

MODERNIZATION'S QUESTIONS OF ATTACK HELICOPTERS

The author presents the weapon system of combat helicopters, plus some possibilities/alternatives to be considered when modernizing them. Presents a comparative procedure that is to be used when purchasing and/or modernizing combat helicopters, gives numerical objectives and comparative results to be also considered. Point out that an armed transport helicopter or multipurpose helicopter cannot substitute attack helicopters at all.

A Honvédségen belül a helikopterek helyzete kritikussá vált. 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, finoman fogalmazva közelít a nullához. 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, vagy legrosszabb esetben nem lesz elegendő eszköz a feladat végrehajtására. Ebből is következik, hogy a helikopterek cseréje, vagy pótlása elodázhatatlan feladat, amely úgy tűnik, nem kapott, nem kap kellő hangsúlyt a technikai eszközök korszerűsítése során. Igaz az utóbbi időben már a napi sajtóban is foglalkoznak a kérdéssel, és úgy tűnik, hogy a politikusok és ráébredtek arra, hogy a helikopterek pótlása tovább már nem halasztható, bár kézzelfogható lépés még nem történt az ügyben.

A korszerű harci helikopterekkel szemben támasztott követelmények

Figyelembe véve az esetleges üzemidő hosszabbításokat is, a honvédségben rendszeresített harci helikopterek üzemideje a következő időszakban lejár. A harci helikopterek kivonása a rendszerből, nagyon nagy hiba lenne. Éppen ezért hazánkban is modernizációban szabad gondolkodnunk, nem pedig a kivonáson. Modernizáció nem csak a jelenleg rendszerben lévő harci helikopterek korszerűsítését és/vagy feljavítását – egy magasabb képességű típusváltozatra –, hanem új eszközök beszerzését is jelentheti. Természetesen a hiányzó eszközök pótlására a vásárlás mellett meg kell vizsgálni a lízingelés, bérlet lehetőségét is, és akár a hazai összeszerelést sem szabad figyelmen kívül hagyni.

¹ okl. mk. alezredes (PhD), egyetemi docens, Nemzeti Közszerződési Egyetem Katonai Repülő Tanszék, szilvassy.laszlo@uni-nke.hu

² Lektorálta: Dr. Békési Bertold okl. mk. alez, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, bekesi.bertold@uni-nke.hu

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 a tanulmány számba veszi a harci helikopterekkel szemben támasztott követelményeket.

A háborúk és fegyveres konfliktusok olyan tapasztalatokhoz juttatják a fegyver gyártókat, amelyekhez modellezett körülmények között egyáltalán nem, vagy csak nagyon nehezen juthatnak 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 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 futómű³;
 - 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 rendszerei, berendezései, vagy szerkezeti kialakítása pl. a forgósárnyak 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**:

³ 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. Az LHX programban behúzható futóművel tervezték a RAH-66-ost. (A szerző megjegyzése.)

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

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).

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.

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.

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. Az aktív és passzív védelmi tulajdonságokkal viszont csak a kimondottan harci feladat végrehajtására tervezett és épített harci helikopterek pl. Mi-24, Mi-28, A129, 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. 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.

A 90-es években a hadrendbe állítandó harci helikopterek létrehozására a legátfogóbb és leg-

részletesebb kutatásokat az 1983-ban létrehozott LHX⁴ 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.

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.

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 utántölthetőség kívánatos, de általános követelményként még nem jelenik meg.

Fegyverzeti jellemzők

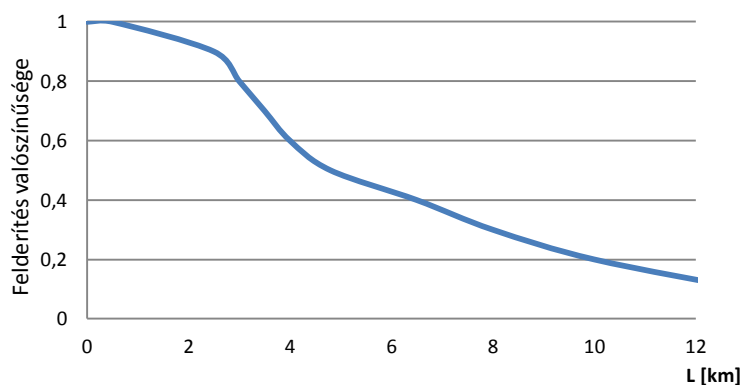
A helikopternek állandó, lőtoronyba beépített gépágyúval kell rendelkeznie. A géppuska alkalmazása a mai korszerű páncélozott eszközök ellen nem elég hatékony⁵. A lőtorony elfordulása vízszintesen érje el a $\pm 90^\circ$, függőlegesen $+10^\circ$ és -40° között legyen. A gépágyú lőszer-javaldalmazása 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 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 harcírüsszel ellátott rakéták alkalmazhatóságával.

⁴ LHX – Light Helicopter Experimental – könnyű, kísérleti helikopter

⁵ A hazai és a nemzetközi szakirodalomban – repülőfedélzeti tűzfegyverek esetében – 20 mm űrméretig beszélünk géppuskáról, fölötte pedig gépágyúról. A 20 mm-es fegyvert már gépágyúnak tekintjük. (A szerző megjegyzése.)

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 rakéta-fegyverzettel 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 (1. 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.



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

A korábban már említett – 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 bevetetőségét és a fedélzeti fegyverek alkalmazhatóságát. Ehhez elengedhetetlen egy milliméteres hullámsávban működő rádiólokátor, természetesen térképező üzemmóddal, egy infravörös tartományban működő passzív érzékelő – hőpelengátor, és/vagy hőképalkotó kamera – és egy lézer távolságmérő-célmegjelölő. A látható EMH⁶ tartományában működő tv kamera meglehetősen nem szükségszerű. Az optikai rendszerek elhelyezése legcélszerűbb a fülketetőn, vagy a forgószárny fölött, mert így a helikopter takarásból is képes felderítést és rávezetést végrehajtani. Mindenképpen figyelmet 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

⁶ EMH – elektromágneses hullám

harc 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 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 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”⁷ kialakítás alkalmazása a legpraktikusabb; (A NOTAR⁸ ebben az esetben a működéséből következően nem jöhet szóba, mert löve-

⁷ fenestron: a latin fenestra ablak szóból ered. Egy csőlégcsavarként kialakított faroklégcsavar.

⁸ NOTAR: mozaikszó a NO TAIL Rotor angol szavak kezdőbetűiből, jelentése faroklégcsavar nélküli.

dék 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 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 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 géppágyú 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 géppágyú lövedék repesztalálatait;
- a hajtóművek elhelyezése (kölcsonös helyzete) olyan legyen, hogy egyetlen találattal ne lehessen üzemképtelenné tenni mindkettőt;
- a forgószárny lapátok szintén nagy lövésállóságúak legyenek, aminek a szálerősítésű, kompozit anyagok felelnek meg a legjobban.⁹

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 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 ellentevékenység végrehajtására pl.: infracsapda, vagy dipólkivetésre.

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 „önforrasztó” anyagból készülnek, melyek találat esetén minimálisra csökkentik az üzemanyag elfolyást.

⁹ A kompozit anyagból készült forgószárny a rádióhullámok visszaverődése szempontjából is előnyös, csökkenti az effektív visszaverő felületét a helikopternek.

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 ABV¹⁰ 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 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 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 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 oldalnézetből, a Nap sugárzása kiküszöbölve	 1.15X	 X	 2.75X
Akuszti mérsékelt környezeti zajjal számolva, a helikopter szemből közeledik	 1.1X	 X	 1.6X
Vizuális szabad szemmel, terep háttérrel	 1.2X	 X	 1.8X

2. ábra A RAH–66 helikopter felderíthetősége [1]

¹⁰ ABV – atom-, biológia- és vegyi fegyverek

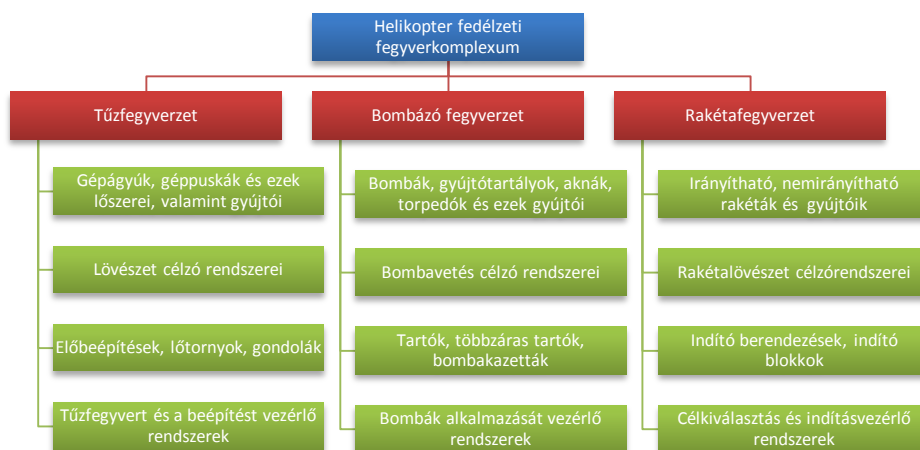
A 2. ábrából vizuálisan is kiderül mindaz, ami az amerikai LHX program célja volt. Egy olyan korszerű, nehezen felderíthető helikopter megalkotása, amelyik paramétereiben felülmúlja a korábbiakat és ezzel olyan potenciális előnyhöz jut, amellyel azok nem rendelkeztek. Az összehasonlításban ha a RAH-66 „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.

Az ábrán található számok önmagukért beszélnek. 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].

HARCI HELIKOPTER FEDÉLZETI FEGYVEREI

A harci helikopter fedélzeti fegyverkomplexum egy igen bonyolult, összetett rendszer. Felépítésének, blokkvázlata a 3. ábrán látható. A fegyverkomplexumba beletartozik minden, ami a fedélzeti fegyverek megsemmisítő eszközeinek célba jutását segíti és biztosítja. Ilyen például a szárnyalatti tartó, vagy a rakétaindító berendezése, de ide soroljuk a földi kiszolgáló és ellenőrző berendezéseket, melyekkel a fegyver komplexum, vagy annak elemeinek működését lehet ellenőrizni.



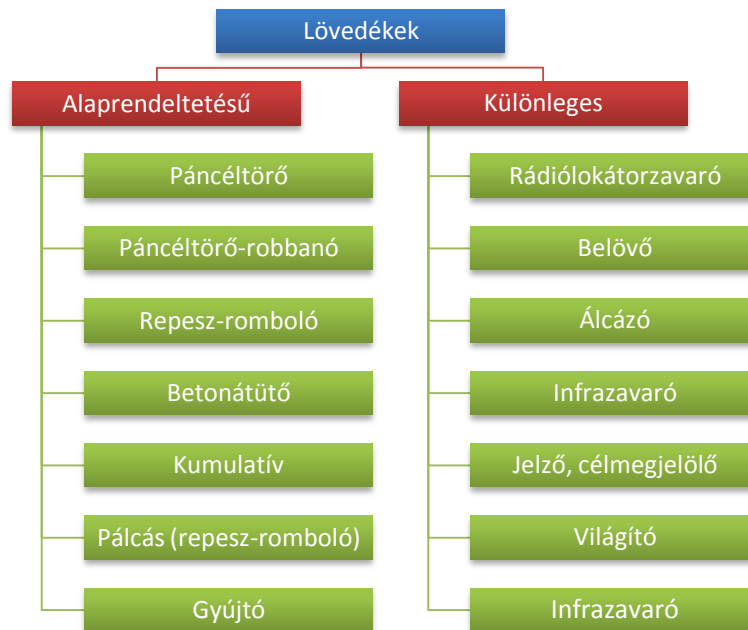
3. ábra A helikopter fedélzeti fegyverzet komplexum [1]

Ahhoz, hogy a repülőfedélzeti fegyvereket összehasonlíthassuk, szükség van azok működésének, hatásmechanizmusának ismeretére. Mivel a harci helikoptereket zárt páncélos kötelékek megbontására hozták létre, így a fegyverzetük elsősorban ezen eszközök megsemmisítésére alkalmas.

A lövedékek hatása a célra

A harci helikopterek alapvető feladatai közé tartozik a szárazföldi csapatok, objektumok támadása. A kívánt megsemmisítő hatást a különböző hatásmechanizmusú lövedékekkel érhetjük el. A fedélzeti fegyverek lövedékeit a célra gyakorolt hatásuk, alapján a 4. ábra szerint csoportosíthatjuk.

A harci helikopterek feladata a zárt páncélos kötelékek támadása is, ezért lényeges a lövedékek hatásának vizsgálatakor a páncéltörő képességet vizsgálni. Páncéltörő, vagy páncélatütő képességről a hagyományos, tömör úgynevezett páncéltörő maggal ellátott vagy a kumulatív lövedékek esetében beszélhetünk.



4. ábra Repülőfedélzeti lőszerek rendeltetés szerinti felosztása [1]

A szovjet-orosz és a nyugati gyártású lőszerek rendeltetés szerinti elnevezése sok hasonlóságot mutat, bár a szóhasználatuk nagyban eltér egymástól és ennek következtében a rövidítések is, de a működési mechanizmusuk teljesen azonos [1][2].

Fedélzeti tűzfegyverek

Helikopter fedélzeti tűzfegyverekről általában

A fedélzeti tűzfegyver fogalma alatt a géppuskák és a gépágyúk értendők. Magyar nyelvű szabályzatokban is használatos ez a kifejezés, de pl. orosz nyelvű leírásokban, jegyzetekben gyakrabban fordul elő¹¹. Repülőfedélzeti tűzfegyverek az ellenséges földi és légi célok megsemmisítésére, harcképtelenné tételére szolgálnak, amit a lövedék páncéltörő, repesz, romboló, gyújtó stb. hatásával érnek el.

¹¹ A szerző szükségesnek tartja a használatát, mert ha fedélzeti lőfegyverbe beletartozik a nemirányítható rakéta is, így lehetőség van szűkíteni, konkretizálni, hogy a repülőfedélzetre beépített géppuskáról, gépágyúról vagy más lőfegyverről pl. nemirányítható rakétáról van szó.

A mai korszerű repülőfedélzeti tűzfegyvereknek a következő követelményeknek kell megfelelni:

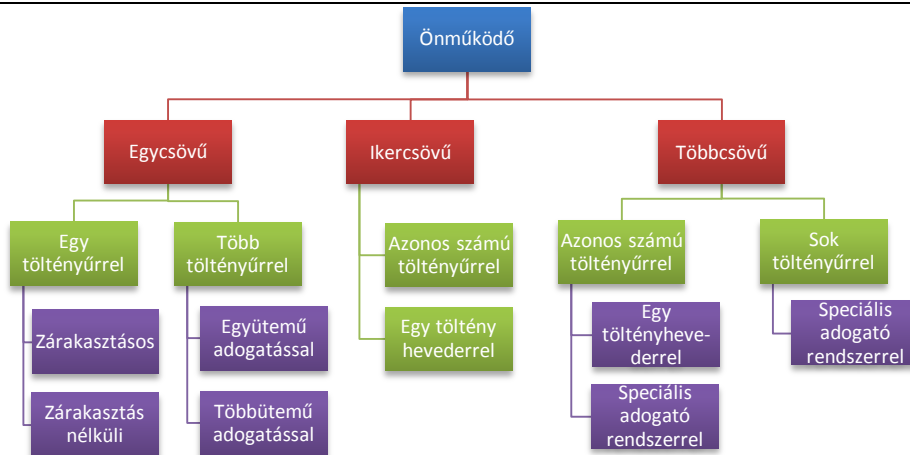
- nagy tűzgyorsaság. Erre azért van szükség, mert manőverező légi harcban nagyon rövid ideig tartózkodik az ellenséges cél a gépágyú, vagy géppuska tüzelési zónájában;
- nagy lövedék kezdősebesség. Ez két okból fontos. Az egyik az, hogy a lövedék mozgási energiája, így a páncéltörő képessége nagymértékben függ a lövedék sebességétől. A másik pedig a lövedék repülési ideje nagymértékben befolyásolja – elsősorban mozgó célok esetén – a találati valószínűséget, így a hatásosságot is;
- kis tömeg és kis méretek. Ez azért fontos, mert így növekedhet a repülő egyéb hasznos terhelése, növelhető az üzemanyag, illetve a megsemmisítő eszköz mennyisége;
- magas fokú automatizáltság és üzembiztos működés. Mivel távműködtetésű fegyverekről van szó, így nincs lehetőség a légi üzemeltetés során az esetleges akadályok, hibák elhárítására. A repülő manőverezése során a különböző irányú és erősségű túlterhelések a fegyver alkatrészeire is hatnak, így erősen befolyásolják annak működését;
- az ismételt harci feladatra történő gyors előkészítés.

A felsorolt követelményeket egyformán magas szinten teljesíteni nem lehet, éppen ezért meg kell találni azt az optimális összhangot, ami illeszkedik a repülő rendeltetéséhez és így biztosítja a harc feladatok végrehajtását. Erre nagyon jó példák a harci helikopterek, mert a rendszeresített fedélzeti fegyverek esetében a nagy tűzgyorsaság nem elsődleges szempont, viszont helyette előtérbe kerül a hatásos lőtávolság. Például a Mi-28, Ka-50 és AH-64 helikopterek fedélzeti fegyverei, ahol a löfegyver tűzgyorsasága nem éri el az 1000 lövés/percet, viszont a hatásos lőtávolság 3000 m. Összehasonlításként ezek az adatok egy vadászpilóta repülő löfegyvere esetében a következők: tűzgyorsaság 1500–1800 lövés/perc, hatásos lőtávolság max. 1800–1900 m.

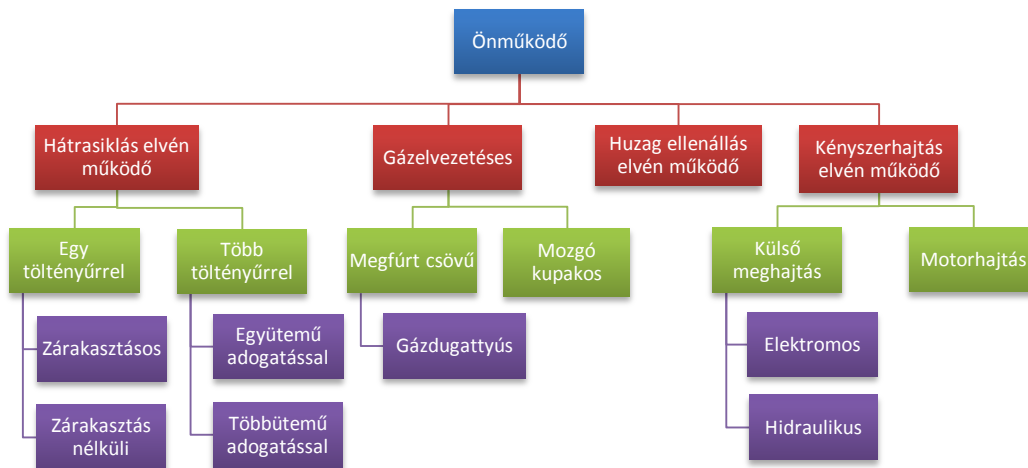
A repülő fedélzeti tűzfegyvereket a következő harcászati-technikai adatokkal szokás jellemezni:

- űrméret d [mm];
- löfegyver tömege M [kg];
- lövedék tömege m [kg];
- tűzgyorsaság n [lövés/perc];
- élettartam N [lövészám];
- hatásos lőtávolság l [m];
- hátralökési erő K_m [N].

A fedélzeti löfegyvereket, működési elvük alapján két szempont szerint szokás csoportosítani. Az egyik esetben az újratöltés művelete (5. ábra), a másiknál pedig a meghajtás elve szerint (6. ábra).



5. ábra Repülőfedélzeti tűzfegyverek felosztása az újratöltés művelete szerint [1]



6. ábra Repülőfedélzeti tűzfegyverek felosztása a meghajtás elve szerint [1]

A harci helikopterek többségénél van beépített gépágyú, vagy géppuska. Az összehasonlításban szereplő Mi-24D, V típus rendelkezik géppuskával. A különbséget inkább a lőfegyverek működési elve és a torony irányításában kell keresni. A régebbi típusokon a lőtornyot az operátor vagy fegyverkezelő irányította, valamilyen követő hajtás segítségével. A mai korszerű harci helikoptereknél ezt már nem csak az operátor teheti meg, hanem a helikoptervezető is, mégpedig mindketten sisakcélzó segítségével [1].

A fedélzeti beépített tűzfegyverek páncéltörő képessége számokban

A szerző a doktori dolgozatában számításokat végezett néhány harci helikopteren rendszerben lévő gépágyú, illetve géppuska páncélatütő képességével kapcsolatban. A következő típusok harcászati-technikai jellemzői alapján végezte el a számítást:

- JakB-12,7 – a Mi-24D és Mi-24V helikopterek 12,7 mm-es, 4 csővű, Gatling rendszerű beépített fedélzeti géppuskája;
- OM197B – Otto Malera 197B, az A129 harci helikopter 20 mm-es, 3 csővű beépített, Gatling rendszerű fedélzeti gépágyúja;
- GS-23 – a Mi-24VM harci helikopter ikercsővű, 23 mm-es, Gast rendszerű gépágyúja,

valamint függeszthető gépágyú konténerben (UPK–23–250), minden orosz helikopterre;

- S–30 2A42 – a Mi–28, Mi–28N, Ka–50, Ka–52 harci helikopterek egycsővű, rövid csőhátrasiklásos, 30 mm-es gépágyúja;
- GIAT–30M781 – az Eurocopter „Tiger” HAP változatának beépített egycsővű, 7 töltényű, revolver elrendezésű, 30 mm-es fedélzeti gépágyúja;
- M230 – teljes néven MHDC M230 „Chain Gun”, az AH–64 harci helikopter típus család egycsővű, rövid csőhátrasiklásos, 30 mm-es gépágyúja;
- GS–2–30 – a Mi–24P harci helikopter beépített ikercsővű 30 mm-es, Gast rendszerű, gépágyúja.

Az elméleti tanulmányok során, a repülőműszaki jegyzetekben a páncéltörő hatás vizsgálatánál egy adott vastagságú páncél átütéséhez szükséges sebességet határozzák meg [2]. Az összefüggést¹² megfordítva konkrét fegyverek esetében meghatározható a maximálisan átüthető páncél vastagsága.

$$b = \sqrt[0,7]{\frac{v_c \cdot m^{0,5} \cdot \sin \theta_c}{K \cdot d^{0,75}}} \quad (3.)$$

A számítás során a K három értéket vehet fel: $K_1=1600$, $K_2=2000$, $K_3=3000$, mivel K a páncél és a lövedék tulajdonságaitól függő együttható számértéke homogén páncélra 1600–2000, heterogén pedig 2000–3000 [1].

A számítás a következő egyszerűsítések bevezetése esetén teljesül:

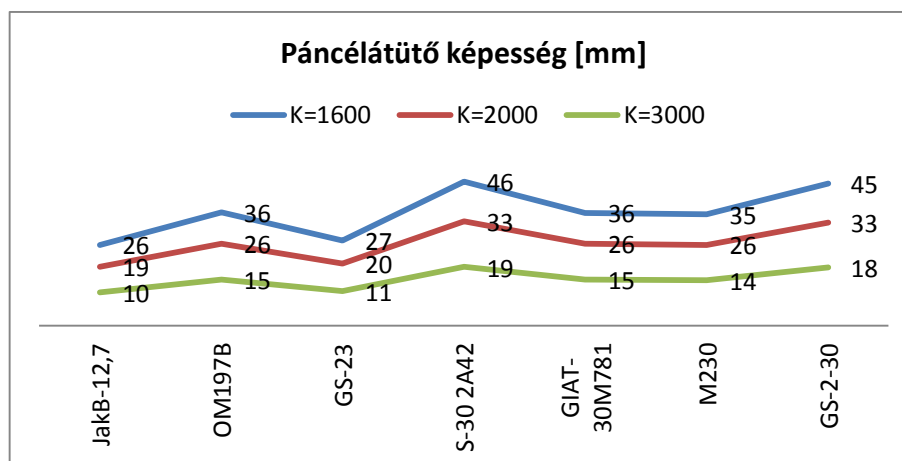
- a helikopterek azonos repülési sebesség mellett hajtják végre a lövészetet, így a lövedék kezdősebessége egyenlő a csőtorkolati sebességgel;
- ugyanolyan távolságra hajtják végre a lövészetet;
- a cél tárgy ugyanaz a páncélozott harcjármű, valamint a fegyverek páncéltörő löszere egyforma típusú és keménységű lövedékkel rendelkezik;
- a becsapódási szög minden esetben θ_c -t 90° ;
- 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 pontosan, a becsapódási sebesség egyformán a kezdősebesség 70%-nak vehető; $v_c=v_0 \cdot 0,7$;

¹² KAKULA János Robbanóanyagok és a robbanás hatásai, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1990, pp. 109–110. oldal

Típus/ adat		JakB-12,7	OM197B	GS-23	S-30 2A42	GIAT-30M7 81	M230	GS-2-30
θ_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

1. táblázat Néhány helikopter fedélzeti fegyver páncélatütő képességének összehasonlítása [1]

A számítás eredményeit az 1. táblázat tartalmazza. Az eredményekből készített grafikont (7. ábra) elemezve, megállapítható, hogy bármennyire is korszerű a harci helikopterek fedélzetére beépített géppágyú (géppuska), a páncéltörő képessége mindegyiknek erősen korlátozott. Az eredményekből látszik, hogy a legnagyobb tömegű, relatíve nagy kezdősebességű géppágyú lövedék is csak 46 mm körüli páncél átütésére képes. Ilyen páncélzattal a partra szállító, vagy csapat szállító harcjárművek is rendelkezhetnek.



7. ábra A harci helikopter fedélzeti löfegyvereinek páncélatütő képessége [1]**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**

Egy adat a számítás eredményének alátámasztásához. Orosz leírások szerint az S-30 (2A42) géppágyú páncélatütő képessége 1500 m-en 60°-os becsapódás és nagy keménységű (K=3000) páncél esetén 15 mm.

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 (1. táblázat). Éppen ezért elengedhetetlen a drágább, de nagyobb lőtávolsággal és páncélatütő képességgel rendelkező kumulatív nemirányítható és irányítható rakéták alkalmazása.

Az eredményekből az is megállapítható, hogy a **felfegyverzett többfeladatú helikopterek**, pl.

Mi-172, BO-105/108, SA-542M/L, **mivel nem rendelkeznek páncélzattal**, 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) (lásd 1. egyenlet) messze alulmarad a harci helikopterek ugyanezen jellemzőénél.

Nemirányítható rakétafegyverzet

A harci helikopterek fedélzetén számos nemirányítható rakétatípus megtalálható. Ezeket a rakétákat különböző feladatok végrehajtására fejlesztették ki, mint például nem vagy gyengén páncélozott eszközök, csapatösszevonások támadása, páncélozott eszközök támadása, közepes vasbeton objektumok, harcálláspontok rombolása, álcázó füst létrehozása, valamint passzív rádiózavar létesítése.

A rendszeresített típusok leggyakrabban előforduló harci részei:

- **kumulatív**: kumulatív töltettel szerelt. Páncélozott objektumok, harcjárművek ellen alkalmazható;
- **kumulatív-repesz**: kumulatív töltettel szerelt, amire kívülről repeszhatást növelő, kiegészítő burkolatot, vagy gyűrűket szerelnek;
- **romboló**: romboló hatású töltettel szerelt, ami a robbanóanyag romboló vagy más néven fugász¹³ hatását alkalmazza a célok megsemmisítésére;
- **repesz-romboló**: romboló töltettel szerelt, amire kívülről repeszhatást növelő, kiegészítő burkolatot, vagy gyűrűket szerelnek, vagy a töltet köpenye olyan kialakítású, hogy elősegíti a repeszhatás kialakulását;
- **világító**: világító pirotechnikai eleggyel szerelt töltetet tartalmaz. Alkalmazható felderítéskor vagy célmegjelölésre;
- **füstképző**: füstképző pirotechnikai eleggyel szerelt töltetet tartalmaz. Alkalmazható az ellenséges csapatok pl. tüzéség vizuális felderítésének zavarására, saját csapatok tevékenységének álcázására, vagy színes változatban cél- vagy deszant területek, leszállóhelyek, repülési útvonalak megjelölésére;
- **infravörös**: nagy hőmérsékleten világító, általában alumínium-magnézium keveréket tartalmazó töltettel szerelt. Infratechnikai felderítő eszközök zavarására alkalmazható;
- **kazettás**: több kisméretű töltetet, vagy speciális kialakítású harcírész tartalmaz;
- **rádiólokátor zavaró**: speciális rádiólokátor zavaró töltettel szerelt, ami nagyon vékony fém csíkokat ún. dipólokat (vékony fém szalag) tartalmaz;
- **betonátütő**: megerősített acél vagy kemény fém orr résszel rendelkezik, hogy a vasbeton építményeket pl. hidakat, harcálláspontokat kellő hatékonysággal rombolja;
- **tandem kumulatív**: kettős kumulatív hatású harcírész, melyet a kiegészítő páncélzattal rendelkező harcjárművek megsemmisítésére hoztak létre.

Az orosz Sz-5 és Sz-8, valamint a Hydra-70 típust több ország is gyártja licenc alapján különböző harci részekkel. Számos változatuk van és jelölésük is különböző lehet, így valamennyi

¹³ Fugász hatás – a robbanó anyagok romboló képessége a robbanás során kialakult lökéshullám segítségével. Szokás még a robbanóanyag munkavégző képességének is nevezni.

típus felsorolása területi okok miatt nem lehetséges.

Az 8. ábrán a Hydra-70, az 9. ábrán pedig az Sz-8 változatai láthatók.



8. ábra A Hydra-70 rakéta néhány típusa [1]

A leggyakoribb típusok:

- M261 kazettás, 9 db M73 repesz harcírészsel;
- M267 az M261 gyakorló változata, 3 db M75 gyakorló harcírészsel;
- M264 füstképző, vörös színű;
- M247 kumulatív-repesz;
- M255A1 repesz-romboló, 2500 db 1,8 g-os előre gyártott repeszelemmel;
- M257 világító, fékernyővel szerelt töltettel;
- M278 infravörös, fékernyővel szerelt töltettel;
- M229 nagy hatóerejű, repesz;
- M151 nagy hatóerejű, romboló;
- WTU-1/B gyakorló, súly makett;
- M274 az M151 gyakorló változata, füstjelző töltettel;



9. ábra Az Sz-8 rakéta néhány típusa [1][4]Hiba! A hivatkozási forrás nem található.

A leggyakoribb típusok:

- Sz-8P (Sz-8PM) rádiólokátor zavaró;
- Sz-8B (Sz-8BM) betonátütő;

- Sz-8KO (Sz-8KOM) kumulatív-repesz,
- Sz-8T tandem kumulatív;
- Sz-8D (Sz-8DM) nagy hatóerejű romboló;
- Sz-8DF nagy hatóerejű repesz-romboló;
- Sz-8C (Sz-8CM) repesz-romboló.

Egy-egy típus családon belül a rakéta hajtóműve leggyakrabban azonos, de az Sz-8-as változat rendelkezik egy speciális pompázs¹⁴ hatást csökkentő hajtóművel. Ezt azokhoz a repülőeszközhöz fejlesztették ki, melyeknél a rakétaindító berendezése közel esik a repülő szívócsatornájához. Előfordul még növelt hatótávolságú rakétahajtómű is.

A harcfelelő végrehajtása során rendszerint néhány darabból (10–20 db) álló sorozatokat alkalmaznak, mert a rakéta viszonylag nagy szórásképpel rendelkezik. A tanulmány részletesen nem vizsgálja ezen az eszközök a hatékonyságát, mert működésüket, alkalmazási területüket, találati pontosságukat tekintve egyik gyártó rakétája sem tér el jelentősen a másiktól, így beszerzésük során elsősorban az egy helikopterre maximálisan függeszthető mennyiség a meghatározó.

A nemirányítható rakéták indító berendezései műszaki tartalomban jelentősen nem térnek el egymástól. Ami különbség mutatkozik közöttük az indító csövek száma. Az orosz eszközök – az Sz-5 rakéta esetében – 16 vagy 32 – az Sz-8 esetében pedig 20, míg a nyugati Hydra rakétához gyártott eszközök 7, 12, 19 indító csővel rendelkeznek. A 2. táblázatban szereplő harci helikopterekre függeszthető nemirányítható rakéta blokkok és nemirányítható rakéták adatai találhatóak. Csak az elsődleges változatok találhatók a táblázatban, az egyes országokban rendszeresített típusok ettől eltérhetnek.

Jellemzők/Típus	Mi-24D/V	Mi-24V/P	Mi-24VP/VM	Mi-28	Ka-50	AH-64(D)	AH-2	Eurocopter PAH-2 /HAC/HAP	A129 International, CBT, T129
Max. NIR indító blokkok száma	4	4	2	2	4	4	4	4	4
NIR cső/blokk	16/32	20				7/19		7/12/19	
Blokk típusa	UB-16-57 UB-32A-24	B8V-20				M260 M261		HL-7-70, HL-12-70, HL-19-70	
NIR ürmérete [mm]	57	80				70			
NIR max. darab- száma	64/128	80	40	80	28/76		28/48/76		
Típusa	Sz-5*	SZ-8**				Hydra-70**, SNEB***			
Indítási távolság	2000	1300-4000 m				~3000-4000 m			
*Az Sz-5 nemirányítható rakéta típusa egy-két kivétellel megegyeznek az Sz-8 rakéta típusaival. ** A típusokat lásd fentebb. *** SNEB Siciete Nouvelle des Etablissements Edgar Brandt - francia rakéta, a Hydra európai megfelelője									

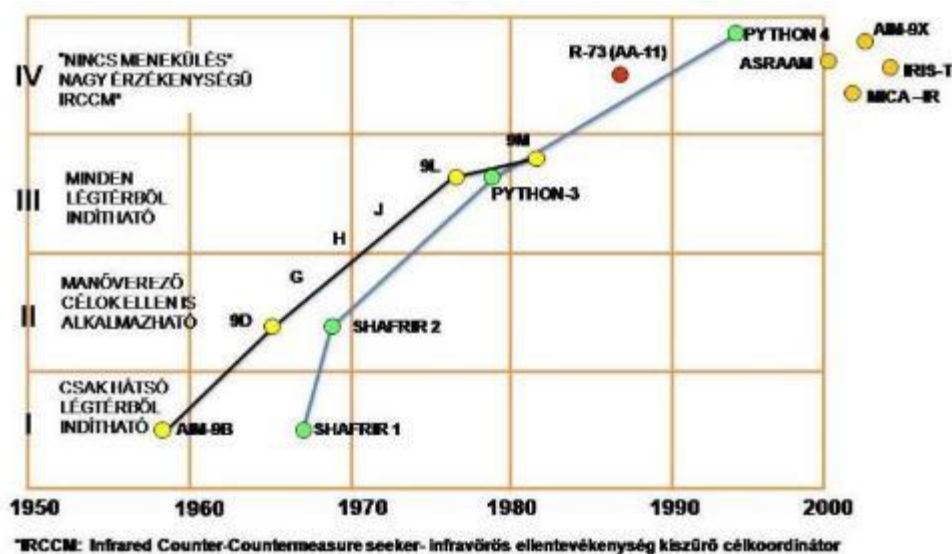
2. táblázat Nemirányítható rakéták (NIR) adatai

¹⁴ rakéta indításkor fellépő, oxigén hiányból keletkező hajtómű leállás

Az irányítható rakétákról általában

A tanulmányban a szerző elsősorban a harci helikopterek összehasonlító elemzésével foglalkozom, a fedélzeti fegyverek szempontjából. A harci helikopterek irányítható rakétáinak áttekintéséhez először a repülő eszközök fedélzetén alkalmazható rakétákat szükséges megvizsgálni. A vizsgálat alapvetően az irányítási módozatok alapján épül fel, mert itt jelentkezik a legnagyobb különbség pl. egy vadászpilóta és egy harci helikopter között.

A világháború után nagy erővel kezdték fejleszteni az irányítható rakétákat. A technikai forradalom, elsősorban az elektronika, rádiólokáció, infravörös és félvezető technika, valamint a gyártástechnológia fejlődése lehetővé tették, hogy az 50-es évek végére olyan rakétatechnika álljon rendelkezésre, mely a légi harc megvívásának alapvető eszköze lett.



10. ábra Rövid hatótávolságú légi harc rakéták fejlődése [1][5]

A korai rakétákra az volt a jellemző, hogy nem vagy gyengén manőverező légi célok megsemmisítésére tervezték. Alkalmazási magasságuk maximálisan 15–18 km, míg indítási távolságuk 5–12 km lehetett. Kis túlterhelések elviselésére voltak képesek, indításuk, kizárólag hátsó légteréből történhetett, kis rákurus¹⁶ esetén. Az 50-es, 60-as évek helyi háborúinak tapasztalatai bizonyították, hogy az ilyen paraméterekkel rendelkező rakéták alkalmazási lehetősége igen kicsi és a célmegsemmisítés valószínűsége nagyon alacsony. Már a 70-es, 80-as években rendszerbeállított rakéták

¹⁵ Az ábrán a következő légi harc rakéta típusok találhatók:

- AIM-9B, D, G, H, J, L, M, X „Sidewinder” az USA egyik legelterjedtebb közel légi harc rakétája
- SHAFRIR 1, 2, Python-3, -4 izraeli fejlesztésű közel légi harc rakéta
- R-73 (AA-11) szovjet-országi közel légi harc rakéta, többek között a MiG-29 rakétája **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**
- ASRAAM – AIM-132 – Advanced Short Range Air-to-Air Missile – „fejlett rövid hatótávolságú levegő-levegő rakéta” közel légi harc rakéta
- IRIS-T német-svéd-olasz közös fejlesztésű közel légi harc rakéta
- MICA-IR francia fejlesztésű közel légi harc rakéta

¹⁶ „A cél rákurusának nevezzük a cél haladási iránya és az irányzóvonal által bezárt szöveget, a cél irányszögeként is használatos.”

harcászat-technikai adatai is többszörösen felülmúlták a korai fejlesztésű eszközökét, nem is beszélve arról, hogy a 80-as években már az első IV. generációs (10. ábra) légiharc rakéta hadrend-beállítása is megtörtént. Napjainkban III. és IV. generációs rakéták szolgálnak a legtöbb légierőben, de a tervezőasztalokon és kísérleti laboratóriumban már az V. generációs rakétákat is fejlesztenek.

Az irányítható rakéták fejlődésével a nemirányítható rakéták sem veszítették el harcászati jelentőségüket, ugyanis a kisméretű földi célok, tankok, páncélozott szállító járművek megsemmisítésére sokkal hatékonyabbak és gazdaságosabb eszközök, mint a légibombák vagy az irányítható rakéták. Az indító berendezések korszerűsödésével nagyobb mennyiség is függeszthető belőle a repülőeszközre, mellyel a harci helikopterek jelentőségét sikerült erősíteni a 60-as 70-es években. Ugyan ebben az időben a légiharc rakéták módosításával elkészültek az első „levegő-föld” rakéták is, melyek az irányítási rendszer pontatlansága miatt nagy tömegű harci résszel rendelkeztek és indítási távolságuk is kicsi volt. A fejlesztések során az irányító rendszerek korszerűsödésével egyre nagyobb távolságról lehetett ezeket az eszközöket alkalmazni és megjelentek az első irányítható páncéltörő rakéták, melyekkel a páncélozott eszközöket 4–5 km-ről is meg lehetett semmisíteni. Az utóbbi a harci helikopterek gyors fejlődésével együtt ugrásszerűen korszerűsödött és világszerte elterjedt.

Az irányítható rakéták csoportosítása

A fedélzeti rakétákat a hordozó eszköz és a cél elhelyezkedése alapján a következő két nagy csoportba lehet besorolni:

- levegő-felszín vagy levegő-föld;
- levegő-levegő vagy légiharc¹⁷.

Ez a csoportosítás azonban csak a rakéta rendeltetésére utal, részletesebb adatok megismerését nem teszi lehetővé.

Az irányító rendszer típusa szerint megkülönböztetünk:

- távirányítású;
- önirányítású;
- programirányítású;
- kombinált irányítású rendszereket.

A **távirányítású rendszerekben** az irányító jel a rakétán kívül (pl.: a rávezető állomáson, ami a helikopter vagy repülőgép fedélzetén található) jön létre. Ezt parancsjel formájában érzékeli a rakéta fedélzetén található irányító rendszer és működésbe jönnek a kormányok, ami a röppálya módosulását eredményezi. A parancsjel továbbítása történhet közvetlenül vezetékekkel vagy rádióhullámok segítségével.

Az **önirányító rendszerekben** a rakéta valamint a cél kölcsönös helyzetét az irányító rendszer részét képező, a rakéta fedélzetén található célkoordinátor végzi. A célkoordinátor jele megfelelő feldolgozás (zavar- és zajszűrés, erősítés stb.) után a rakéta irányító berendezésén keresztül kormány elmozdítási jeleket hoz létre és ezzel korrigálja a rakéta röppályáját.

¹⁷ A szerző a légiharc rakéta elnevezés használatát erősíti, mert egy jól megalkotott és szakmailag mindent magában foglaló szakszó, jobb mint a „levegő-levegő osztályú”. (A szerző megjegyzése).

A **programirányítású rendszerekben** a rakéta repülése előre meghatározott paraméterek szerint történik. A rakéta fedélzetén elhelyezett berendezés nincs kapcsolatban sem a céllal, sem az indító repülőgéppel. A rakéta repülési paramétereit az indítás előtt kapja meg a hordozó repülőgép fedélzeti számítógépétől. A repülés folyamán a fedélzeti irányító berendezés összehasonlítja a beprogramozott értékeket és a valós repülési paramétereket, majd az összehasonlítás eredményeként kidolgozza az irányító jelet és kiadja az irányító parancsokat a vezérlő szervek felé. A programvezérlés előnye a nagyfokú zavarvédetség, hátránya viszont az, hogy nincs lehetőség a program, repülés közbeni módosítására.

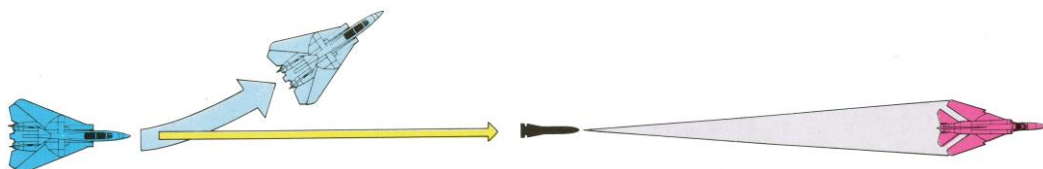
A **kombinált irányítású rendszer** alkalmazása egyre gyakoribb a közepes és nagy hatótávolságú légiharc rakétákban. Az ilyen rakéták célkörzetbe juttatása programirányítással történik, majd a rakéta célkoordinátorának befogása után áttér önirányításra.

A cél kiválasztásának módszere szerint három önirányítási módszert különböztetünk meg:

- aktív;
- félaktív;
- passzív.

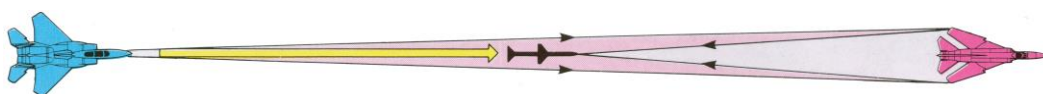
Az **aktív és félaktív** önirányítási rendszerek lényege, hogy a célt mesterségesen kiemeljük a környezet háttéréből – megvilágítjuk – elektromágneses hullámok segítségével. A célról visszaverődött jeleket a rakéta célkoordinátora érzékeli és a szükséges jelfeldolgozás után kiszűri belőle a szükséges információt a cél helyzetéről és mozgásáról. A hasznos információk alapján kidolgozza az önirányító rendszerben az irányító jelet, ami a kormánygépek segítségével módosítja a rakéta röppályáját.

Azokat a rendszereket ahol a sugárzó berendezés is a rakéta fedélzetén található **aktív önirányításnak** (11. ábra), ahol csak a vevő berendezés van a rakéta fedélzetén **félaktív önirányításnak** nevezzük (12. ábra).



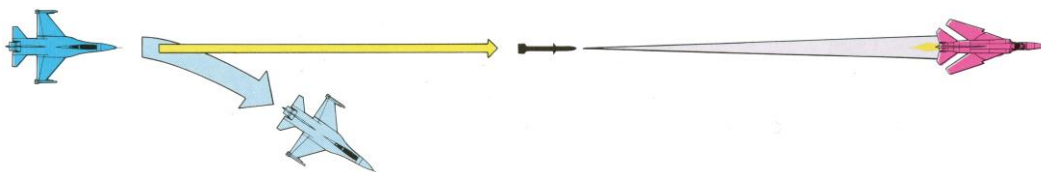
11. ábra Aktív önirányítás [1]

A félaktív rendszerek legnagyobb hátránya, hogy a rakéta célba jutásáig úgymond meg kell világítani a célt, vagyis folyamatosan biztosítani kell a cél mesterséges kiválasztását a környezetből. Ezt leggyakrabban a hordozó repülőgép végzi a rádiólokátora segítségével és ilyenkor megnövekszik a felderítésének a veszélye, mivel folyamatos rádió kisugárzás történik, illetve korlátozottak a saját (önvédelmi) manőver lehetőségei. Nagyon gyakran – közepes és nagy hatótávolságú légiharc rakéták esetében – az aktív és a félaktív önirányítási rendszereket kombinált rendszerekben alkalmazzák.



12. ábra Félaktív önirányítás [1]

Passzív önirányítási módszer (13. ábra) esetében a célok saját kisugárzását (hő, fény, elektromágneses) használjuk fel a rakéta fedélzetén található célkoordinátor hasznos jeleként. A legelterjedtebb változat a passzív infravörös önirányítás, ahol a repülőgép hajtómű kiáramló gázainak, a sárkányszerkezet felmelegedett elemeinek hősugárzását érzékeli a célkoordinátor. Ezeknek a rendszereknek több előnyös tulajdonsága is van, ilyen pl.: a viszonylag egyszerű, olcsó felépítés, a nagy pontosság, valamint az a tény, hogy a rakéta indítása után a hordozó repülőgép azonnal kiválhat a manőverből és megkezdheti egy másik, új cél támadását, vagy visszatérhet a bázisra. Ezt nevezzük a „Tüzelj és felejtse el!” elvnek. Alkalmazásuknak csak a rossz időjárási viszonyok szabnak határt.



13. ábra Passzív önirányítás [1]

Irányítható páncéltörő rakéták irányítási módszerei

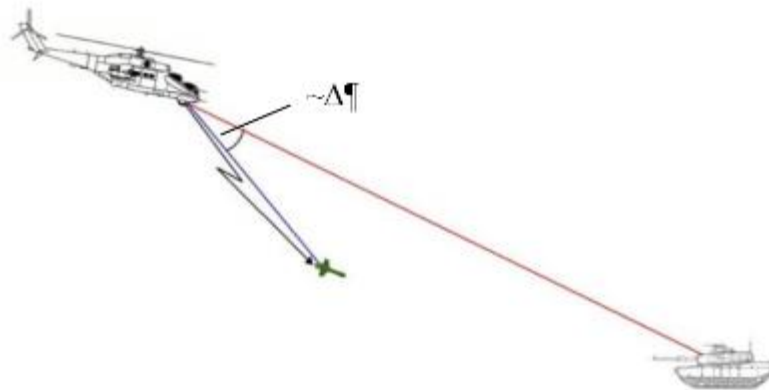
A fent felsorolt irányítási eljárások nemcsak a légharc rakétákra igazak, hanem a levegő-felszín (levegő-föld) osztályúakra is, így a helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakétákra is. Az utóbbiak esetében gyakran kerül alkalmazásra a táv- vagy parancsirányítás.

A **távirányítás vagy parancsirányítás** helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakéták esetében gyakran alkalmazott irányítási módszer. Széleskörű elterjedésének az egyik oka a gazdaságosság, mivel az irányító rendszer legbonyolultabb része – a rakéta repülési paramétereit meghatározó egység, a számítógép – a helikopter fedélzetén található, így az többször is felhasználható.

A rakéta indítását megelőzően az operátor vizuálisan kiválasztja a célt, majd egy optikai rendszer segítségével, végrehajtja a célzást. Ezzel a rendszer szemszögéből nézve kialakul az irányzóvonal. A rakéta irányítása az irányzóvonalhoz viszonyítva automatikusan valósul meg a következő módon:

- a rakéta folyamatos szögkoordinátáit a pelengátor optikai tengelyéhez viszonyítva irány és bólintás szerint meghatározzuk a rávezető műszerrel;
- a fenti jelekből a fedélzeti számítógép kialakítja a vezérlő jelnek megfelelő parancsokat;
- a fedélzeti számítógép által kidolgozott parancsokat rádióparancs vonalon vagy vezetékes vonalon továbbítja a rakétának;
- a rakéta fedélzeti blokkjai a megfelelő manőver végrehajtása érdekében végrehajtják a kormány kitéréseket.

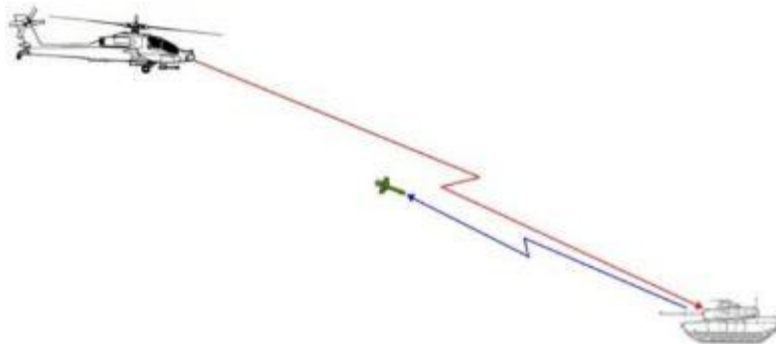
A pelengátor követi a rakéta infravörös válaszadójának a kisugárzását (villanófény; nyomjelző vagy lámpa) miközben meghatározza a rakéta irányzóvonalhoz viszonyított szöghelyzetét. A rakétának a pelengátor optikai tengelyéhez viszonyított irány és bólintás szerinti szöghelyzetével arányos jelek a fedélzeti számítógépre jutnak, ahol megtörténik az összehasonlítás az irányzóvonal paramétereivel. Az összehasonlítás eredményeképpen kialakul az eltéréssel arányos irányítójel (Δ) (14. ábra).



14. ábra Távirányítás vagy parancsirányítás [1]

A **félaktív önirányítás** helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakéták esetében ez az irányítási módszer nem túl gyakori, a felsorolt 9 rakéta közül csak 3 típus (az amerikai AGM–114 Hellfire II, az orosz AT–16/9M120M Vihr és a dél-afrikai Mokopa SAL) rendelkezik félaktív önirányítással. Mindhárom irányítható páncéltörő rakétát a kilencvenes években fejlesztették ki.

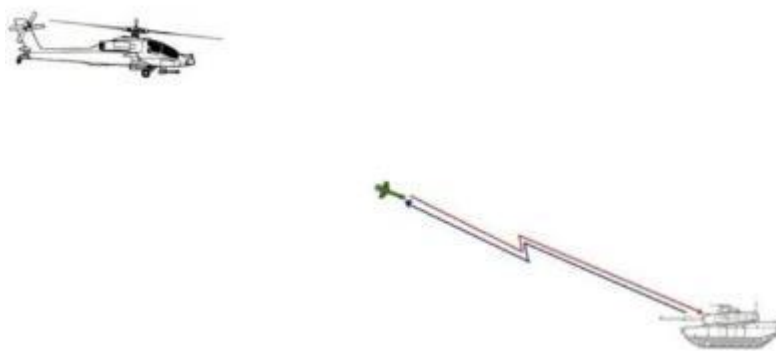
A szárazföldi célok ellen alkalmazott félaktív irányítható rakéták esetében gyakran találkozhatunk félaktív lézer irányítással és ez nem csak a helikopter fedélzeti irányítható rakétákra igaz. Ennek az önirányítási módszernek a lényege ugyanaz, mint a légiharc rakéták esetében, valamilyen mesterséges jel segítségével (lézer vagy rádió jel) mesterségesen ki kell emelni a célt a háttérből (15. ábra).



15. ábra Félaktív önirányítás [1]

A célról visszaverődött jelre fog reagálni a rakéta célkoordinátora és valósítja meg az önirányítást. A harci helikopterek fedélzetén széles körben még nem terjedt el a fedélzeti rádiólokátor, így a félaktív irányítható páncéltörő rakéták jelentős része félaktív lézer önirányítású. Az első félaktív rádió önirányítású rakétát az AH–64 „Longbow” rendszerrel együtt fejlesztették ki, majd más gyártók is megjelentek hasonló eszközökkel.

A **aktív önirányítás** helikopter fedélzeti irányítható páncéltörő rakéták esetében ez az irányítási módszer a legritkább (16. ábra). Csupán egyetlen rakéta típus rendelkezik ilyen változattal. Az AH–64 harci helikopter modernizációja során fejlesztették ki az AGM–114 rakéta „Longbow Hellfire” változatát, mely kombinált irányítási rendszerrel rendelkezik, melybe inerciális és aktív rádió önirányítás tartozik.



16. ábra Aktív önirányítás [1]

Irányítható páncéltörő rakéták

A legismertebb irányítható páncéltörő rakéták és adatai:

„Hellfire” AGM-114

AGM-114A „Basic Hellfire” volt az első változat, amely félaktív lézer irányítással, 425 m/s-os repülési sebességgel, 500–8000 m-es indítási távolsággal, kumulatív harci résszel rendelkezett. A hossza 1630 mm, tömege 45 kg.

B/C „Basic Hellfire” egy kevésbé füstölő hajtóművet kapott és a B változat hajó fedélzetéről is indítható.

D/E „Basic Hellfire” digitális robotpilótát kapott, de a gyártására nem került sor.

F „Interim Hellfire” tandem kumulatív¹⁸ harci résszel szerelt változata. A hossza 1800 mm, tömege 48,5 kg, indítási távolsága 500–7000 m.

G „Interim Hellfire” hajó fedélzetéről is biztonságosan alkalmazható. Nem került gyártásra.

H „Interim Hellfire” digitális robotpilótát kapott, de a gyártására nem került sor.

J „Hellfire II” az F változat rövidebb, de nagyobb indítási távolságú változata. Nem került gyártásra.

K „Hellfire II” a méltó utód. 500–9000 m-es indítási távolsággal, félaktív lézer irányítással, tandem kumulatív harci résszel, digitális robotpilótával, electro-optikai zavarvédelemmel, valamint a céljel elvesztése esetén újra kereső célkoordinátorral. Hossza 1630 mm, tömeg 45 kg.

L „Longbow Hellfire” Kombinált irányítási rendszerrel, melybe inerciális irányítás és rádió önirányítás tartozik. A leglényegesebb tulajdonsága, hogy a „Tűzelj és felejtse el!” kategóriába tartozik, ami kiemeli a többi páncéltörő rakéta közül. Hossza 1760 mm, tömege 49 kg.

M „Hellfire II” repesz-romboló-gyújtó harci résszel szerelt változat.

N „Hellfire II” épületek, harcálláspontok, bunkerek és élőerő ellen alkalmazható változat.

P „Hellfire II” alacsonyan repülő, pilótanélküli repülőeszközökre optimalizált változat.

¹⁸ tandem kumulatív harcirész – kettős kumulatív hatású harcirész, melyet a kiegészítő páncélzattal rendelkező harcjárművek megsemmisítésére hoztak létre.

„Trigat”–LR/PARS 3 Long Range

Francia és német fejlesztésű irányítható páncéltörő rakéta. 500-tól 8000 m-es indítási tartománnyal, tandem kumulatív harci résszel rendelkezik.

„HOT”¹⁹

Franciaország és Németország közös fejlesztésű, harcjárművekről és helikopter fedélzetéről is indítható páncéltörő rakétája. Az első változata 1978-ban jelent meg, akkor még csak „HOT” néven, ma ezt a rakétát jelöljük „HOT1”-ként. A „HOT2” 1986-ban jelent meg, a „HOT3”-at pedig a Eurocopter „Tiger” harci helikopterhez fejlesztették és ez már a kiegészítő páncélzattal szerelt harcjárművek páncélzatát is képes átütni, mivel tandem kumulatív harci résszel rendelkezik.

BGM–71 „TOW”

Több variációban gyártott, csőből induló, optikai irányzású, vezetékes távirányítású páncéltörő rakéta. Alkalmazták szárazföldi eszközként is, vállról vagy harcjárműről indítható változatban, de alkalmazzák helikopter fedélzetén is. A különböző modifikációkat az abc betűivel A-tól H-ig jelölik. A BGM–71E változata, amelyik tandem kumulatív harci résszel rendelkezik.

AT–2 „Swatter-C”/9M17MP „Falanga”²⁰

Az AT–1 járműfedélzeti irányítható páncéltörő rakétával egy időben fejlesztették ki és alkalmazásra került harcjárművekről és helikopter fedélzetéről indítva. A Mi-24D széria kiöregedésével és/vagy felújításával, folyamatosan lecserélték valamelyik korszerűbb változattal. Már nem gyártják.

AT–6 „Spiral”/9M114 „Sturm”

A „Falanga” rakéta leváltására készült a Mi–24V/P helikopterekhez. A „Falanga” rakéta után ez egy komoly előrelépés volt, mert a „Sturm” sebessége meghaladja a hang terjedési sebességét. Jelenleg is rendszerben van, a Mi–24V/P helikopterek alapvető irányítható páncéltörő rakétája. Az alapváltozaton kívül még két modifikációja létezik AT–6B/9M114M1 és AT–6C/9M114M2. Mindkettő nagyobb indítási 6000 és 7000 m távolsággal rendelkezik és megnövelték a harcirész tömegét 7,4 kg-ra, így a páncélatütő képessége, egyes források szerint eléri az 1000 mm körüli értéket. Folytak kísérletek tandem kumulatív harcirész felszerelésével is, de ez a változat már egy új típuszámot és nevet kapott.

AT–9 „Spiral-2”/9M120 „Ataka-V”

Az AT–6 rakéta továbbfejlesztett változata. Tandem kumulatív harcírészt és nagyobb energiájú hajtóművet szereltek rá. Az indítórendszere teljesen kompatibilis az AT–6 rakétával, alapvetően annak leváltására készült.

¹⁹ HOT – Haut subsonique Optiquement Téléguidé – High Subsonic Optical Guided – hangsebesség alatti optikai irányítású

²⁰ Az orosz rakéták esetében két elnevezés használatos, mert az angol irodalmakban a NATO elnevezéssel és fedőnevükkel szerepelnek ezek az eszközök pl.: AT–2 „Swatter-C”. Az orosz nyelvű irodalmakban, illetve az abból fordított magyar nyelvű szabályzatokban, leírásokban pedig az orosz elnevezése fordul elő, pl.: 9M17MP „Falanga”. (Szerző megjegyzése)

AT-16/9M120M „Vihar”

Az „Ataka”/”Sturm” rakéta továbbfejlesztett változata. Olyan repülőeszközökhöz készült melyek rendelkeznek lézer távolságmérővel és azt célmegvilágító üzemmódban is képesek alkalmazni, pl. Ka-50/52 helikopterek vagy a Szu-25 harcászati repülőgép.

„Mokopa”

Az AH-2 (CSH-2) „Rooivalk” harci helikopterhez fejlesztette a Denel Corporation. A rakéta alapváltozata félaktív lézer önirányítású, de készül félaktív rádió önirányítású és infravörös önirányítású változatban is. Az indítása történhet LOBL²¹ és LOAL²² üzemmódokon.

Önirányítású légiharc rakéták

Az utóbbi évtizedben megjelentek a harci helikopterek fedélzetén a légiharc rakéták, önvédelmi jelleggel, de helikopterek ellen akár megelőző harcra is alkalmasak. Ezek az eszközök főként a már bevált raj, szakasz önvédelmére használt vállról indítható légvédelmi rakéták – Stinger, Mistral, Igla – helikopter fedélzetére átalakított változatai. Mindhárom rakéta hasonló harcászati-technikai jellemzőkkel rendelkezik és több változatban megjelent.

Néhány adat az összehasonlítás érdekében:

Jellemzők/Típus	AIM-92 Stinger (Block I/II)	SA-18 Grouse/ 9K38 Igla	Mistral
Űrméret [mm]	70	72	90
Tömeg indítócsővel [kg]	16	17,9	18,7
Rakéta tömege [kg]	10,1	10,8	
Hossz [mm]	1520	1700	1860
Min. indítási távolság [m]	200	na.	na.
Max. indítási távolság [m]	4500 (8000)	5200	5000-6000
Repülési sebesség [m/s]	750	610	800
Harcirész	BF*		
Harcirész tömege [kg]	3 (0,45 HE**)	2 (0,39 TNT***)	2,95 (~0,4 HE)
Irányítás	PIR		
Célkoordinátor	Argon hűtésű Indium Antimonid (InSb)		na.
	*BF blast fragmentation – repesz-romboló		
	**HE High Explosive – nagy hatóerejű		
	***TNT tinitro-toulol – trotil		

3. táblázat Önirányítású légiharc rakéták adatai [1]

KÖVETKEZTETÉSEK

Az elvégzett számítások alapján megállapítható, hogy a harci helikopterek fedélzetén alkalmazott tűzfegyverek meglete elengedhetetlen, mert hatékonyan támadható vele akár földi, akár légi cél is. Az is megállapítható, hogy a páncélatütő képességük korlátozott, így mindenképpen szükséges nagyobb páncéltörő képességekkel rendelkező nemirányítható, illetve irányítható rakéta alkalmazása is.

²¹ LOBL – Lock On Before Launch - célbefogás az indítás előtt

²² LOAL – Lock On After Launch - befogás az indítás után

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

A számítások eredményéből 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 pótolni azokat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Szilvássy László: A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben, ZMNE Budapest, 2008. szeptember 11. „Summa cum laude” url: http://portal.zmne.hu/download/konyvtar/digitgy/phd/2008/szilvassy_laszlo.pdf (2013.04.17)
- [2] Kakula János Robbanóanyagok és a robbanás hatásai, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1990, 97-115, 116-126. oldal
- [3] GlobalSecurity.org (RAH-66 Comanche capabilities, e-dok.) <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/rah-66-capabilities.htm> (2013.04.17)
- [4] Warfare.ru (S-8 unguided aircraft rockets, e-dok.) url: <http://warfare.ru/?catid=346&linkid=2512>
- [5] Rafael – Lockheed Martin Python 4 Short Range Air-to-air missile (CD 2000)
- [6] GlobalSecurity.org (Hydra-70 Rocket System, e-dok) url: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/hydra-70.htm> (2013.04.17)
- [7] GlobalSecurity.org (AGM-114 Hellfire e-dok.) url: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/agm-114.htm> (2013.04.17)