

Keszthelyi Gyula<sup>1</sup>

## A MI-24 TÍPUSÚ HARCILIKOPTER HATÉKONYSÁGA KORUNK FEGYVERES KONFLIKTUSAIBAN

### II. rész

#### A harci helikopter alkalmazási környezete

DOI: 10.30583/2019/4/011

#### **Absztrakt**

*A publikáció első része áttekintette a Mi-24 típusú helikopterek legfontosabb jellemzőit, összehasonlítva azokat a világ különböző országaiban jelenleg rendszerben tartott legkorszerűbb harci helikopterekkel. Ezt követően részletesen elemezte a fedélzeti rendszerek korszerűségének színvonalát és a fedélzet lehetséges korszerűsítésének legfontosabb irányait. Jelen publikáció az alkalmazási környezetet és fenyegetettségeket veszi górcső alá. Bemutatja a harci helikopterek legfontosabb feladatait napjaink fegyveres konfliktusaiban és az ellenük alkalmazott fegyverrendszereket. Kiemelt terjedelmet szentel a passzív, infravörös irányítású, vállról indítható rakétákra, mint a kis magasságban repülő merev és forgósárnyas légijárműveket veszélyeztető leghatékonyabb eszközre.*

**Kulcsszavak:** infravörös irányítású rakéták, MANPADS-ek, rakéta keresőfej, tűzvezető rendszer, elektro-optikai csatorna, hőkamera, digitális jelfeldolgozás, kumulatív töltet,

#### **Absztrakt**

*The first part of this publication has reviewed the most important features of Mi-24 attack helicopters, comparing them with the most advanced combat helicopters currently operating in various countries*

---

<sup>1</sup> Dr. Keszthelyi Gyula ny. mk. dandártábornok, repülőműszaki és logisztikai szakterületen (NATO beosztásban is) több szervezet vezetőjeként tevékenykedett, utolsó beosztása az HM Fegyverzeti és Hadbiztosi hivatal főigazgatója. Jelenleg több civil szervezet elnöke, elnökségi tagja, tudományos folyóirat szerkesztőségének, lektorátusának vezetője, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola oktatója.  
ORCID: 0000-0002-7603-2389

*around the world. After the analysis of most advance helicopters, the next chapters have provided a detail assessment of the on-board systems of Mi-24 and the main directions for possible modernization of that.*

*This publication explores the possible operational environment and threats. It introduces the most important tasks of attack helicopters in today's armed conflicts and the weapon systems used against them. It focuses on passive infrared-guided man-portable air-defense systems as the most effective means for endangering on fixed-wings and rotorcraft, flying on low-altitudes.*

**Keywords:** infrared homing missiles, MANPADS, missile seeker, Fight Control System, electro-optic channel, thermal imager, digital signal processing, shaped-charge

## **1. A harci helikopterek főbb feladatai napjainkban**

### ***Korunk fegyveres konfliktusainak jellemzői***

A közelmúltbeli konfliktusok – legyen az aszimmetrikus vagy a hibrid hadviselés kezdeti fázisa, illetve terror elleni küzdelem – tapasztalatai azt mutatják, hogy ezek folyamán a helikoptereket egyre gyakrabban alkalmazták különféle speciális feladatokra. Mivel ezen műveletek jellemzően nem azonos hadászati potenciállal bíró felek között történtek, a konfliktusokban a technikailag fejlettebb fél (az Egyesült Államok, a NATO vagy Oroszország) élvezte a légifölényt, amely egyrészt megkönnyítette a repülőerők alkalmazását, ugyanakkor a szemben álló félnek nem kellett törődnie a légijárművek azonosításával, hanem tüzelhetett mindenre, ami repült.

Ilyen különleges körülmények között kell a helikopter- alegységeknek megoldaniuk azt a komplex feladatot, melyet a publikáció I. részében szereplő 1. táblázatban – Dr. Orosz Zoltán cikkének alapján – ismertettem. A táblázatból megállapítható, hogy a harci helikopterek feladatrendszerje jelentősen eltér a szállító- helikopterekétől, ezért a következő 1. táblázat ezt fejt ki részletesebben<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Johnny Heikell: Electronic warfare self-protection of battlefield helicopters: a holistic view, 53. oldal. Otamedia Oy Espoo 2005, ISSN 1459-1111

## A HARCÍ HELIKOPTEREK ALAPVETŐ FELADATAI

## 1. számú táblázat

A harci helikopterek alapvető feladatai		
A feladat jellege	Cél	Következmény
<b>Kísérés</b>	A szállítóhelikopterek fegyveres kísérete a kidobási vagy kitelepítési körzetbe.	Magas kockázatú feladat, mivel a kísérő helikopterek valószínűleg veszélyeztetett helyzetbe kerülnek. A sikerhez pontos felderítésen alapuló részletes küldéstervezés szükséges.
<b>CAS (Close Air Support)</b> Közvetlen légi támogatás	A földi csapatok közvetlen légi támogatása, a megerősített és nagy értékű célok megsemmisítése. A CAS része lehet egy kísérő misszióknak is.	Hadszintén való folyamatos jelenlétet feltételez, mely miatt magas kockázatú feladat.
<b>Harckocsik támadása</b>	Az ellenséges harckocsik és más páncélozott járművek megsemmisítése.	A közvetlen irányítású harckocsik elleni fegyverek alkalmazása esetén a helikopter tartósan az ellenséges fegyverek hatótávolságán belül tartózkodik, melyek tüze még a rakéta indítása előtt elérheti a helikoptert. A helyzet lényegesen javulhat a „tűzelj és felejtse el” elven működő rakéták alkalmazásával.
<b>Megfigyelés, felderítés</b>	A hadszíntéren található harci helikopterek és egyéb támadó eszközök felderítése.	A fenyegetések szintje a hadszíntéri körülményektől és a helikopter mozgékonyaságától függ.
<b>Mélyégi támadás</b>	Nagy értékű célok támadása az ellenséges erők mélységében, esetleg más tűzeszközök támogatásával.	Potenciálisan kockázatos feladat, mely kockázatok a pontos hírszerzésen alapuló, részletes feladattervezéssel enyhíthetők.
<b>SEAD (Suppression of Enemy Air Defense)</b> Az ellenség légvédelmi rendszerének lefoglalása	Az ellenséges légvédelem szétbontakozott eszközei elhelyezkedésnek meghatározása és azok fedélzeti fegyverekkel történő megsemmisítése.	Magas fenyegetésű feladat, mivel az ellenség légvédelmének közvetlen hatótávolságán belül történik. A felderítésen alapuló tervezés elengedhetetlen a kockázatok csökkentéséhez.

Az 1. táblázatból levonható legfontosabb következtetés, hogy a harci helikopterek jellemzően magas fenyegetettségű terület felett hajtják végre feladataikat, mely során számos különböző jellegű veszélynek vannak kitéve. Ezeket ismerteti a következő alfejezet.

## **2. A helikopterek ellen alkalmazható eszközök korunk fegyveres konfliktusaiban**

A harci helikopterek jellemzően olyan területek felett repülnek, melyek többnyire kívül esnek a saját csapatok által kizárólagosan ellenőrzött körzeteken, s mivel a helikopterek sebessége viszonylag alacsony, és feladatuk végrehajtása a földközeli repülési magasságokhoz köti őket, a fenyegetettségek is elsősorban a földi telepítésű fegyverektől származnak. Természetesen nem lehet kizárni, hogy egy viszonylag kis sebességű repülőgép a fedélzeti fegyvereinek alkalmazásával megtámadjon egy helikoptert, s elvileg a helikopter-helikopter elleni légiharcnak is lehet realitása, különösen, ha a „tűzelj és felejtsd” el rakétákat rendszeresítik a forgószárnyas eszközökhöz, azonban ezek alkalmazása ma még nem tekinthető tipikusnak. Ahogy az sem, hogy felfegyverzett drónokkal támadják a helikoptert. Ezért az utóbbi két lehetőséget a következő alfejezet nem is tárgyalja, hanem a napjainkban már rendszeresített, illetve a belátható időn belül megjelenő fegyverrendszerekre korlátozódik.

### **2.1. Kézi lőfegyverek és RPG-k<sup>3</sup>**

A harci helikopterek alkalmazása során a hagyományos kézfegyverekből nyitott tűz, illetve az optikai irányzékkel vagy anélkül vezérelt rakéták, gránátvetők alkalmazása jelentette korábban a legnagyobb hagyományos veszélyt. A kézi lőfegyverek hatékonysága egy páncélozott harci helikopter ellen azonban megkérdőjelezhető, mivel a törzs érzékeny részeit páncélborítás védi. Ezzel szemben az szovjet-orosz RPG (oroszul: Ручной Противотанковый Гранатомёт) már Vietnámban igazolta képességeit. Különösen eredményesen alkalmazták ezeket a fegyvereket a függésben lévő és a földön álló helikopterek ellen. Az 1971-ig tartó háborúban az amerikaiak 380 RPG-vel kapcsolatos eseményben összesen 128 helikoptert

---

<sup>3</sup> Johnny Heikell: ELECTRONIC WARFARE SELF-PROTECTION OF BATTLEFIELD HELICOPTERS: A HOLISTIC VIEW, Otamedia Oy Espoo 2005, ISSN 1459-1111, 69. oldal.

vesztettek<sup>4</sup>. A háború során kifinomult alkalmazás következtében egy képzett RPG-lövész egy mozgó célt akár 300 méter távolságról is képes volt eltalálni.

Az afganisztáni Mudjahdeen gerillák megtanulták hogyan kell az RPG gránátok becsapódásra működő gyújtóját időzített gyújtóval felcserélni, amely feleslegessé tette a közvetlen találat szükségességét. Ezen kívül az alkalmazást is tökélesítették, és bevezették a farokrotorra célzás módszerét, mivel ez a volt az orosz helikopterek legsebezhetőbb pontja. Ezeket a tapasztalatokat időközben átadták más, nem állami csoportoknak is, ezért a jövőben bármilyen alkalmazás esetén találkozhatunk velük<sup>5</sup>.

## **2.2. Tűzéség és harckocsik**

A helikopterek fenyegetettsége szempontjából a tűzéségi egységek csöves és rakéta osztályai jelentenek veszélyt. A viszonylag nagy reakcióidő miatt<sup>6</sup> a csöves tűzéség kevésbé veszélyezteti a légtérben repülő helikoptereket, de veszélyt jelenthet a támadó harci helikopterekre, illetve a front mögöttes területén, a leszállási körzetben tartózkodó szállítóhelikopterekre<sup>7</sup>. Mivel a tűzéségi radarokat úgy tervezték, hogy képesek meghatározni a fák teteje mögött robbant repeszeket is, ezért a helikoptereket szintén érzékelhetik. Ahhoz azonban, hogy ezeket az információkat hatékonyan felhasználhassák, a tűzéségi C3 vezetési és irányítási rendszert össze kell kapcsolni a légvédelmi egységeivel.

A harckocsik kiemelkedő szerepet játszanak a harci helikopterek elleni harcban. A nehéz páncél, a mozgékonyság, a kiváló tűzvezérlő és a torony szervorendszer lehetővé teszi a mozgás közbeni tűzvezetést is. A harckocsi reagálási ideje rövid, alig több mint négy másodperc kell a torony 180°-os elfordításához és egy lövés kiváltásához<sup>8</sup>. Hátránya, hogy a személyzet körkörös kilátása a harckocsiból korlátozott, ezért a modern harckocsikat felszerelték

---

<sup>4</sup> Dunstan, S.: Vietnam Choppers, Helicopter in Battle 1950-1975, Osprey Publishing Ltd, 1988, 53. oldal.

<sup>5</sup> Bowden, M.: Black Hawk Down, Corgi Books, 2000 (Bantam edition 1999), 167. oldal.

<sup>6</sup> Callen, J.: Attack Helicopter Operation: Art of Science, USAWC Military Studies Program Paper, 13 May 1991. 22. oldal

<sup>7</sup> Gunston, B., Spick, M.: Modern Fighting Helicopters, Salamander Books Ltd., revised edition, 1998, 192. oldal

<sup>8</sup> Pangelley, R.: Going farther, faster: Tank fire control advances, Jane's International Defense Review, 11/1997, 49. oldal

infravörös (a továbbiakban: IR) parancsnoki megfigyelő berendezéssel. A legújabb típusoknál ágyúból indítható rakétákat is rendszeresítettek, mely a tűzvezető rendszer (Fight Control System, továbbiakban: FCS) IR képalkotó elektronikájának segítségével automatikusan követi a rakétát.

A Magyar Honvédség által beszerzett Leopard 2A7+ harckocsi (1. fénykép) fő fegyvere a Rheinmetall 120 mm/L55 sima csövű ágyú, melynek jobb a pontossága és nagyobb a hatótávolsága, mint a korábbi Leopard 2 változatoké. A harckocsihoz rendszeresítették az újonnan kifejlesztett DM11 programozható, késleltetett gyújtóval ellátott 120 mm-es repeszgránátot (HE), s ez lehetővé teszi a fedezék mögött és az épületekben található célok támadását, valamint alkalmazható az ellenséges csapatok élőerői, páncélozott járművei és alacsonyan repülő helikopterei ellen is.

A harckocsi 7,62 mm-es géppuskája a jármű tetején található távvezérlésű fegyvertoronyba van beépítve. A harckocsivezető számára mellső és hátsó hőkamera és képerősítő segíti a minden időbeni körkörös kilátást. A parancsnoknak és a lövésznek 3. generációs figyelőberendezés biztosítja a nappali és az éjszakai felderítés és a célzás lehetőségét.



1. számú ábra. A Leopard 2A7 harckocsi egy fegyverkiállításon<sup>9</sup>

<sup>9</sup> [https://armyrecognition.com/germany\\_german\\_army\\_heavy\\_armoured\\_vehicle\\_tank\\_uk/leopard\\_2a7\\_mbt](https://armyrecognition.com/germany_german_army_heavy_armoured_vehicle_tank_uk/leopard_2a7_mbt). Letöltve 2019. 12.15.

### **2.3. Légvédelmi és önjáró légvédelmi gépágyúk**

A közelmúltban a legtöbb korszerű haderőnél megkezdődött és általában be is fejeződött a légvédelmi gépágyúk rakétákra történő cseréje, azonban a hagyományos légvédelmi gépágyú, illetve azok korszerű változatai továbbra is komoly veszélyt jelentenek a helikopterekre. Ezek több cél támadására is képesek, és hatékonyak, amikor pontcélokat kell megvédeni a közeledő repülőgépekkel szemben. A fegyvereknek kiforrott a tűzvezető rendszere, és nagyon magas a tűzgyorsasága, amely hatékonyságának egyik legfontosabb eleme. Ezért, bár az ágyú viszonylag olcsó, a tűzvezető rendszer nagyon költséges lehet.

A légvédelmi gépágyúk egy sajátos változata az önjáró légvédelmi gépágyú, mely rendszert a páncélozott egységek légvédelmére fejlesztették ki. Ennek részei a felderítő- és tűzvezető lokátorok. A fegyvert giroszkóp stabilizálja, hogy mozgás közben is képes legyen célzott tüzet vezetni. A legújabb koncepció szerint az önjáró légvédelmi gépágyú alegységeket rövid hatótávolságú légvédelmi rakétákkal egészítik ki. Erre példa az orosz fejlesztésű önjáró légvédelmi harcjármű a Pancir–Sz1 (oroszul: Панцирь-С1), melynek NATO-kódja 96K2 GRAU. A rendszer rövid és közepes hatótávolságú légvédelmi rakétákkal, illetve légvédelmi gépágyúval felszerelt eszköz<sup>10</sup>.

A jármű rakétáinak NATO-kódja SA-22 Greyhound. A fázisvezérelt antennarácscsal felszerelt fegyver az orosz légvédelmi technológia élvonalában található. Tervezése 1990-ben kezdődött, és a Tunguszka M1 váltótípusának szánták. A prototípus 1994-re készült el, és a MAKSZ-1995-ön mutatták be. A Pancir–Sz1-est 2 db új radarral látták el, mely több, levegőben és szárazföldön mozgó célt képes megnövelt hatótávolsággal követni; felszerelték továbbá idegen-barát felismerő rendszerrel is.

Tűzvezető rendszere egy felderítő- és egy kettős hullámsávú célkövető lokátorból áll, melyek milliméteres és centiméteres hullámtartományban működnek. A felderítési távolság 30 km, a célkövetési távolság pedig 24 km egy 2–3 cm<sup>2</sup>-es célpont esetén. A radar mind a repülőgépeket, mind a föld-levegő rakétákat képes felderíteni és követni. A lokátoron kívül rendelkezik egy hosszú hullámsávú hőkamerával és infravörös iránykeresős elektro-optikai

---

<sup>10</sup> Forrás: <https://www.army-technology.com/projects/pantsyr/> letöltve: 2020. január 4.

csatornával is. Mindezek együttesen biztosítják a digitális jelfeldolgozást és az automatikus célkövetést. A két független vezérlő-csatorna – a lokátoros és az elektro-optikai – lehetővé teszi két célpont egyidejű támadását, és percenként 12 célpont ellen képes tevékenykedni. Az exportra tervezett Pancir-S1E-t egy új, MRLS tűzvezető fázisvezérelt radarral szerelték fel, amely 40 GHz-en (K sáv) működik, és hatótávolsága 28 km.

A Pancir-Sz1 eszköz 12 db 57E6 vagy 57E6-E típusú légvédelmi rakétával és 2A72 vagy 2A38M típusú 30 mm-es légvédelmi gépágyúkkal rendelkezik. A rakéta tömege 65 kg, harci feje 16 kg, maximális sebessége 1100 m/s. A hatótávolsága 1 és 12 km között van. A 2. sz. ábra a Pancir-1Sz rendszert mutatja egy haditechnikai kiállításon.



2. számú ábra. Pancir-Sz1 önjáráó légvédelmi rendszer<sup>11</sup>

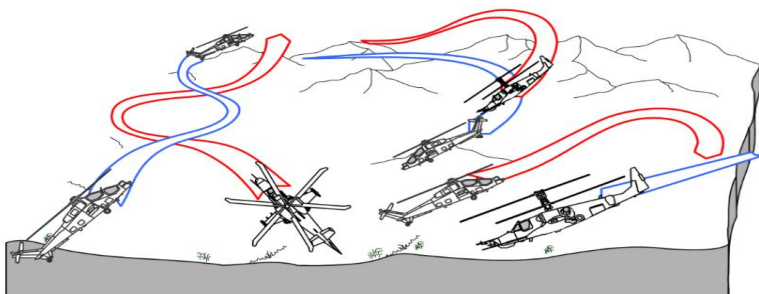
## **2.4. Repülőgép nem irányított rakéták és fedélzeti gépágyúk**

A merevszárnyú repülőgépek nem jelentenek valós veszélyt a helikopterekre, kivételt képezhetnek az A-10 jellegű kisebbességű csapásmérő eszközök, de a helikopter-helikopter fenyegetést nem lehet elhanyagolni. A forgószárnyas légijárművek tradicionális

<sup>11</sup> Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pantsir\\_missile\\_system#/media/File:Pantsir-S1\\_SAM\\_at\\_Engineering\\_Technologies\\_2012.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Pantsir_missile_system#/media/File:Pantsir-S1_SAM_at_Engineering_Technologies_2012.jpg). Letöltés 2019. 12.15.



fegyverei közé tartoznak a nem irányított rakéták és gépágyúk. Az előbbiek viszonylag pontatlan levegő-föld fegyverek, melyek elsősorban a földön parkoló helikoptereket fenyegetik. Így a közeli légi harc alapvető fegyvere a gépágyú lehet, a fejezet bevezetőjében már említett levegő-levegő rakéták mellett. A forgószárny aerodinamikai leválási problémái és más okok miatt a legtöbb szakértőnek azonban az a véleménye, hogy helikopterek közötti valódi közeli légi harc nem igazán tud kialakulni, sokkal valószínűbb a lesből történő tüzelés<sup>12</sup>. A 3. ábrán bemutatott közeli légi harc forgatókönyvek valószínűleg csak olyan helikopterek között alakulhatnak ki, melyekben a fegyver nem mozgatható lövegtoronyban található.



3. számú ábra. Repülőgépszerű közeli légi harc a harci helikopterek között. Az ábrán az A-129 Mangusta és a Ka-50 (Hokum) feltételezett légi harca látható. Mindkét helikopter célja az ellenfél mögötti célzott lövési helyzetbe manőverezés<sup>13</sup>

## 2.5. Föld-levegő rakéták

A közepes és a nagy hatótávolságú föld-levegő rakéták akkor jelentenek valós veszélyt, ha a helikopternek a földfelszíntől jelentős magasságban kell repülnie, vagy ha kicsi a terep takarása. Ezek a rakéták jellemzően lokátor- vagy rádióirányításúak. Néhány ilyen rendszer legfontosabb adatait a 2. táblázat tartalmazza<sup>14</sup>, melyek közül az ADATS a 4. ábrán látható.

<sup>12</sup> Beal, C., Boatman, J.: Deadly by design, the anti-tank helicopter's evolutionary progress, International Defense Review, 6/1992, oldal: 23.  
Everett-Heath, E.J.: Helicopter Air Combat, International Defense Review, 5/1983, oldal: 601.

Seffers, G.: U.S. Plan Would Vaporize Stinger Funding, DefenseNews, May 10, 1999, oldal. 3.

<sup>13</sup> Heikell J.: „Electronic warfare...”74. oldal

<sup>14</sup> Források: Cullen, T., Foss, F. (eds.): Jane's Land-Based Air Defence 2001-2002, 14th ed., Jane's Information Group Ltd., 2001, Lynch, D. jr.: Introduction to RF Stealth, SciTech Publishing Inc., 2004, Puttré, M. (ed.): International Electronic Countermeasures Handbook, Horizon House, 2004

## KÖZEPES ÉS NAGY HATÓTÁVOLSÁGÚ FÖLD-LEVEGŐ RAKÉTÁK

1. számú táblázat

	<b>ADATS</b>	<b>S-300V</b>	<b>Patriot</b>
<b>Származási ország</b>	Svájc/Kanada	Oroszország	USA
<b>Maximális hatékony távolság</b>	10 000 m	75 000 m 9M83 rakétával	70 000 m
<b>Minimális/Maximális hatékony magasság</b>	0-7 000 m	250-25 000 m	60->24 000 m
<b>Szenzorok</b>	X-sávú PD radar, 8-12 $\mu$ m FLIR, 0,7-0,9 $\mu$ m TV, 1,064 $\mu$ m LRF	9S15V korai figyelmeztető radar, 9S19M2 szektoros letapogató radar	C-sávú ESA S/T-radar, fel/le adatkapcsolat
<b>Irányítás</b>	LBR: Folyamatos hullámú CO <sub>2</sub> lézer	Nincs adat	Rakétán keresztüli félaktív rávezetés (TVM)
<b>Maximális rakéta-sebesség</b>	1 027 m/s	1 700 m/s	1 700 m/s
<b>Harci fej (jellege, tömege)</b>	12 kg kumulatív töltet	150 kg Brizáns	91 kg Repesz/Brizáns
<b>Gyújtó</b>	Becsapódási és lézer közelségi	Közelségi	Ka-sávú közelségi

**Rövidítések:**

PD: Pulse-Doppler (Doppler radar)

FLIR: Forward-Looking Infrared (Előre néző infravörös)

LRF: Laser Rangefinder (Lézeres Távolságmérő)



4. számú ábra. Az ADATS rövid hatótávolságú, kettős célú rakétarendszer<sup>15</sup>

## **2.6. Irányított energiájú fegyverek**

Az irányított energiájú fegyverektől származó fenyegetések lézerek és nagy teljesítményű mikrohullámú (HPM: High-Power Microwave) eszközök formájában jelentek meg. Ennek egyik példája az 1980-as évek német MELAS projektje (5. ábra), amelynek célja a támadó helikopterek homloküvegének megsemmisítése volt, és a nem halálos fegyver kategóriájába sorolták.

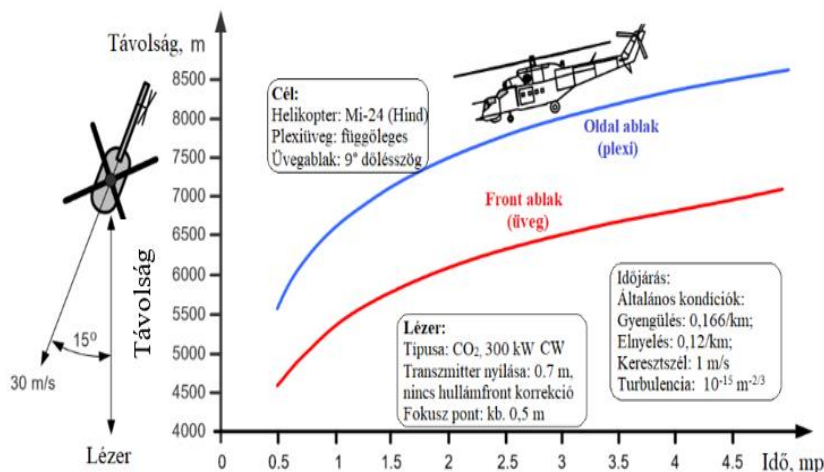
A lézerek napjainkban egyre jelentősebb szerepet kapnak elsősorban a fedélzeti önvédelmi rendszerekben. Azonban a repülőgépek ellen fegyverként történő hatékony alkalmazásuknak legnagyobb akadálya az eszköz rendkívül nagy energiaigénye (itt természetesen nem vizsgáljuk az utasszállító gépek pilótái látásának lézerlámpával történő megzavarását a bejövétel során).

Az amerikai haderő óriási ambícióval fogott bele a lézerek fejlesztésébe, mindhárom haderőnem – a szárazföldi haderő, a haditengerészet és a légierő is – nagy erőfeszítéseket tesz annak érdekében, hogy földi járművekre, hajókra és repülőgépekre építsék be azokat. Fő előnyük a gyors reakcióidő, ami szó szerint a

---

<sup>15</sup> Az ADATS egy járműbe kombinálta a föld-levegő és a harckocsielhárító rendszerek feladatait, de problémás és végső soron sikertelen volt. Forrás: [www.military-today.com/missiles/adats.htm](http://www.military-today.com/missiles/adats.htm). Letöltés: 2019.12.15.

fénysebesség, valamint az a képesség, hogy jelentős mennyiségű lövést adjanak le lövedékek, rakéták vagy aknák felhalmozása nélkül.



5. számú ábra. A kísérleti német MELAS lézerrel a Mi-24 fülkeüvegezés megsemmisítéséhez szükséges időtartam-függőség<sup>16</sup>

2019-ben például az USA Szárazföldi Hadereje bemutatta a legújabb koncepcióját. A Közvetett Tűzoltalmazási Képesség – Nagy Energiájú Lézer (IFPC-HEL) – 250–300 kilowatt teljesítményű fegyver lesz, amely tízszer nagyobb, mint az Egyesült Államok Haditengerészetének hasonló rendszere (6. ábra). A számítások szerint a teljesítménynövelésnek elegendőnek kell lennie az olyan nagy célok elpusztításához, mint a támadó cirkáló rakéták<sup>17</sup>.

Az elektromágneses impulzus és a nagyteljesítményű mikrohullámú (HMP) fegyverek jelentős képességet kínálnak az átmeneti teljesítmény-túlfeszültségekre érzékeny elektronikus berendezések ellen. Az eszköz nagyon rövid, intenzív energiimpulzust generál, amely 1000 Volt átmeneti túlfeszültséget eredményez, s így képes megsemmisíteni a különböző félvezetőket. A hagyományos HMP-k a fegyver tényleges hatótávolságán belül működésképtelenné tehetik a

<sup>16</sup> (forrás: Heikell J.: Electronic warfare self-protection ... 75. oldal. A Deutsche Aerospace MELAS broszúrából, Mittelenenergielaser-Antisensor Gegen Luft- és Bodenziele átalakított ábra.

<sup>17</sup> <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a28636854/powerful-laser-weapon/>, letöltve: 2020. január 5-én.

nem árnyékolt elektronikus eszközöket, ideértve azok bármely modern változatát is.



6. számú ábra. US Szárazföldi Haderő tehergépkocsira telepített lézerfegyver<sup>18</sup> (forrás: Popular Mechanich, 2019. augusztus 7.)

A HMP hatékonyságát a generált energia és az impulzus jellemzői határozzák meg. A rövidebb impulzushullám-formák, mint például a mikrohullámok, sokkal hatékonyabbak az elektronikus berendezések ellen. A jelenlegi erőfeszítések arra koncentrálnak, hogy egy lőszerből származó energiát alakítsanak át az elektromágneses impulzus biztosítására. Ez a módszer jelentős, irányban fókuszált, elektromágneses energiát eredményez.

A nagy teljesítményű mikrohullámú fegyverek fejlesztése a lézerekhez hasonlóan kísérleti fázisban van. Ezeknél is a megfelelő teljesítmény biztosítása a legnagyobb probléma. Az US Légierő 2019 szeptemberében fejezett be egy próbát, mely keretében a tömegesen támadó drónok ellen fejlesztettek ki egy HPM eszközt. Ennek tesztelését a közeljövőben kezdik. A 7. sz. ábrán látható ez a kísérleti eszköz. Méretei figyelemre méltóak, s bár teljesítményadatai nem ismertek, feltehetően a teljesítménye nem elegendő, hogy drónoknál nagyobb eszközök berendezéseit is működésképtelenné tegye<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> Forrás: Popular Mechanich, 2019. augusztus 7.

<sup>19</sup> <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a29198555/phaser-weapon-air-force/>. letöltve 2020. január 5.





7. számú ábra. A PHASER HPM eszköz<sup>20</sup>

### **2.7. Hordozható Légvédelmi Rakétarendszerek (MANPADS-ek)**

A hordozható föld-levegő légvédelmi rakétarendszerek (MANPADS-ek: Ember által Hordozható vagy Vállról Indítható Légvédelmi Rendszerek) első példányainak fejlesztését az 1950-es években kezdték, és a hatvanas évek közepén rendszeresítették mind az amerikai, mind a szovjet haderőben. Ezek az amerikai Redeye és a szovjet SA-7 Grail (9K32M, Sztrela-2) voltak. Utóbbit 1971-ben a Szuezi csatornánál alkalmazták először, amikor egy kilőtt rakéta beágyazódott egy izraeli sugárhajtású repülőgép farokrészébe, de nem robbant fel. 1972 közepére az SA-7-et nagy számban alkalmazták Vietnamban, de a kezdeti 33%-os megsemmisítési arány hamarosan több százalékkal visszaesett a kitérő manőverezés és az infracsapdák használata miatt. A legtöbb sikeres találatot a helikopterek, a kis sebességű szállítórepülőgépek és tűztámogató repülőgépek ellen jegyezték fel. Az SA-7 gyenge teljesítményt nyújtott az 1973-as Yom Kippur-i háborúban is, mivel a legtöbb célpont gyors és agilis sugárhajtású harcászati repülőgép volt.

---

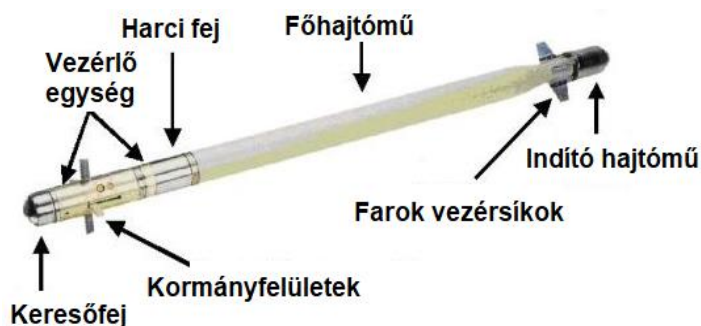
<sup>20</sup> Forrás: Popular Mechanich, 2019. szeptember 24.

A MANPADS-eket általában az irányítási rendszerük alapján csoportosítják. Így lehetnek:

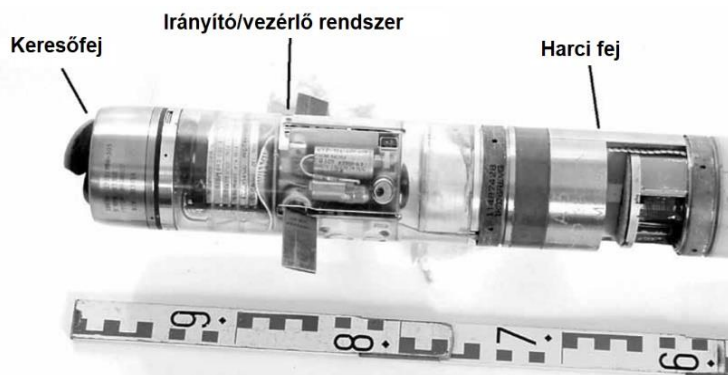
**a) Passzív, infravörös irányítású rakéták**

A rakéta rávezetését az indítást követően kizárólag a rakéta fedélzeti rendszerei végzik a repülőgép által kisugárzott hő által vezérelve. A korai infravörös detektorok gyenge érzékenységgel bírtak, így csak a repülőgép forró gázelvezető rendszerét tudták követni. A modern, infravörös irányítású rakéták felismerik a repülőgép borításának a légáramlás súrlódása miatt keletkezett hőmérsékletnövekedését is, ezért ezekkel a repülőgépet már nem csak a hajtómű irányából, hanem minden oldalszögből lehet támadni.

Az irányított rakéták szerkezetileg jellemzően három rendszerre bonthatók: vezérlőegység, harci fej és hajtómű (8. ábra).



8. számú ábra. Az IR irányítású rakéta általános felépítése (Stinger)<sup>21</sup>



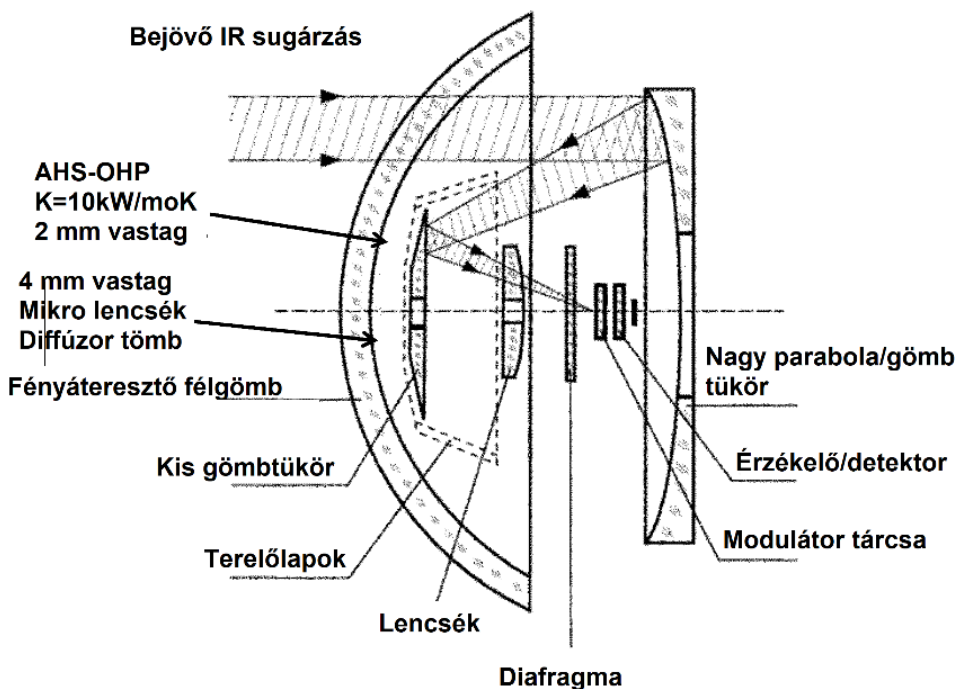
9. számú ábra. A Stinger MANPAD orr-része<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Forrás: internet <https://www.bing.com/images/> alapján

<sup>22</sup> Forrás: Adapted from Klus Holtkamp, First Sergeant, Technische Schule Land-systeme und Fachschule des Heers für Technik Bundeswehr

A rakéta vezérlőrendszere az orr-részen, a keresőfejben van elhelyezve (9. ábra). Ez érzékeli a célpont helyzetét, és parancsokat ad ki a szervóknak, melyek ezek után működtetik a vezérlőfelületeket a kívánt repülési útvonal korrekciója érdekében.

A rakéta vezérlőrendszere (10. ábra) – nagyon leegyszerűsítve – általában egy szűrőegységből (ablak) áll, melynek feladata a repülőgépekre jellemző infravörös hullámhossz kiszűrése. Az alkalmazott optikai szűrők két széles csoportra oszthatók: abszorpciós- és interferenciaszűrők. Az abszorpciós szűrőket széles sáv szélesség jellemzi, és általában a napfény elnyomására használják. Az interferenciaszűrők rendkívül szűk sáv szélességgel és jó átbocsátási képességgel rendelkeznek. További előnyük, hogy a nem szükséges energiát visszaverik, nem pedig elnyelik.



10. számú ábra. Az IR rakéták keresőjének tipikus optikai elrendezése<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Forrás: [patentimages.storage.googleapis.com/US20140190666A1/US20140190666A1-20140710-D00000.png](https://patentimages.storage.googleapis.com/US20140190666A1/US20140190666A1-20140710-D00000.png) alapján



A szűrőktől érkező jelek belépnek egy optikai modulációs rendszerbe, amely lehetővé teszi az érzékelő elem számára, hogy IR-sugárzást fogadjon a célról, miközben elnyomja a háttér IR sugárzását (például a visszavert napenergia vagy a föld felszíni hőkibocsátását), s így a rakéta meg tudja különböztetni a célrepülőgép jellemző elemeit. Az érzékelőből származó kimenetet a jelérzékelő elektronika dolgozza fel, amely kiadja a cél helyzetének megfelelő információt, s ezekből a számítógép irányítási parancsokat generál.

#### AZ IR RAKÉTA-GENERÁCIÓK KERESŐFEJEINEK FŐBB JELLEMZŐI

##### 3. számú táblázat

A keresőfej jellemzője és generációja	Tipikus teljesítményjellemzők	A rakéta típusa és gyártója
Spin-scan (I. generáció), 1960-as évek, AM moduláció	Az AM kimeneti jel reprezentálja a FOV (Field of view: látómező) bemenetet. Nincs különös CCM (Counter-Countermeasure zavarvédelmi) funkció. A FOV legforróbb pontjára kapcsolódik, ezért az infracsapdák megtevesztik. Hűtött PbS vagy PtSi érzékelők csak a forró hajtómű fúvócsövét fogják be.	(FIM-43 Redeye, HN-5, Strela2/2M (SA-7)).
Con-scan (II. generáció), 1970-es évek, FM moduláció	Az FM kimeneti jel képviseli a FOV bemeneti jelet. A FOV a hőforrás legmelegebb pontját fogja be. A hűtött detektorok lehetővé teszik a szemből támadást és az infracsapdák elleni jobb védelmet.	FIM-92A Stinger, FN-6, Sztrela-3, Iгла-1 (SA-16).
Rozetta letapogatás (III. generáció), 1980/90-es évek	Nem teljes képalkotás kicsi IFOV-val (Instantaneous Field of View: pillanatnyi látómező), amely szakaszosan szkenneli a célt. A célpont elhelyezkedése a rozettaszirmokon várható. A zavarások ellen részben érzéketlen. A többszínű képesség javítja az infracsapdák elleni érzéketlenséget. Digitális jelfeldolgozás.	Anza Mk II, FIM92B-E, Iгла (SA18), Mistral
Fókuszsíktömb (FPA, IV. generáció), Napjainkban	Az FPA-k bevezetése a rakétákban három évtizeddel azután történt, hogy az első IR FPA elérhetővé vált. A célkövetés számos diszkriminációs által történik. A keresőt szoftverrel módosítják.	Kin-SAM (Type 91), Stinger RPM Block II, Verba
Multi-color (többszínű) FPA, fejlesztés alatt	Fejlesztés alatt áll, várhatóan 2020 körül jelenik meg. Javított zavarvédelem, infracsapdák kizárása a spektrális szűrés következtében.	

Az IR rakéták keresőfejei az eltelt évtizedekben folyamatosan fejlődtek; napjainkban már a 4. generációt rendszeresítették, és az 5. generáció fejlesztése folyik. A különböző generációk legfontosabb jellemzőit a 3. táblázat tartalmazza<sup>24</sup>.

A korszerű 4. generációs rakéták keresőfejében úgynevezett fókuszsíktömb képalkotó (Focal Plane Array Imager-t (FPA)) alkalmaznak, mely a lencse fókuszsíkjaiba elhelyezett fény szenzoros pixelek (általában téglalap alakú) tömbjéből áll. Ezeket leggyakrabban képalkotó célokra használják, s úgy működnek, hogy a hullámokat bizonyos hullámhosszon detektálják, majd az egyes pixeleken észlelt fotonok számához képest elektromos töltést, feszültséget vagy ellenállást generálnak. Ezt a töltést, feszültséget vagy ellenállást ezután megméri, digitalizálják és felhasználják a fotonokat kibocsátó tárgy, jelenet vagy jelenség képének elkészítéséhez (11. ábra).

Az IR irányítású MANPADS-eket és rakétaikat az elmúlt évtizedekben nagy mennyiségben gyártották a jelentősebb fegyverfejlesztő cégek, és széles körben exportálták a világ különböző területeire, gyakran szigorú ellenőrzések vagy felügyelet nélkül. 2016 végén legalább 105 ország – a nem állami szereplők mellett – rendelkezett ilyen fegyverekkel<sup>25</sup>.

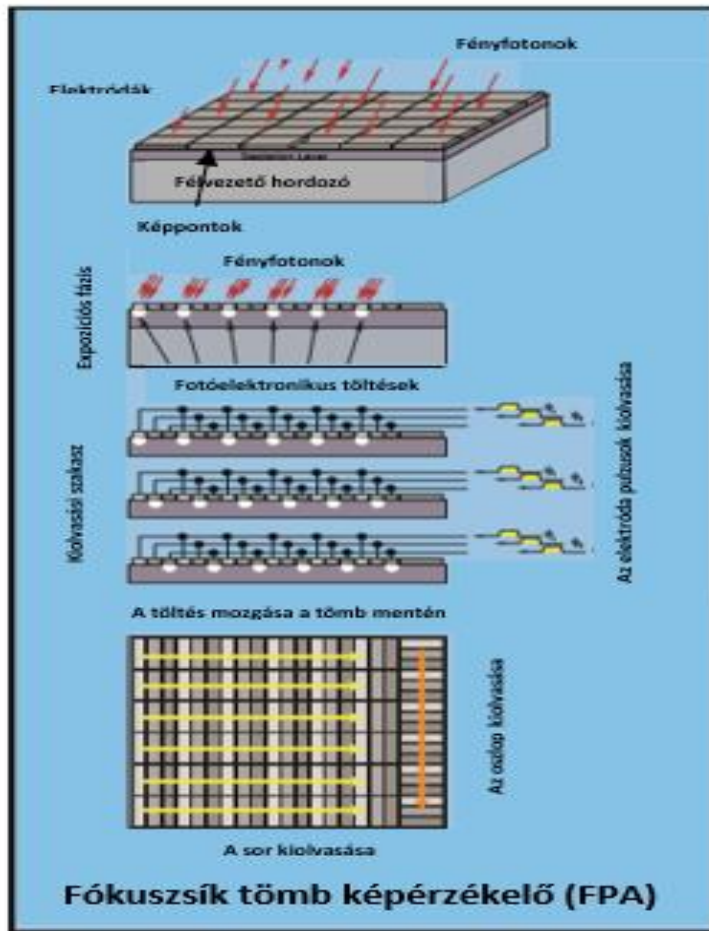
Míg a legtöbb MANPADS az államok felügyelete alatt található, több mint 72 nem állami fegyveres csoport 20-nál több országban rendelkezik MANPADS-al. Ez sokszor a szándékos kormányzati politika (pl. a szovjet invázió alatt az afganisztáni Mudjahedeenek ellátása amerikai Stingerekkel), a laza exportellenőrzés és gyenge őrzésvédelem következménye. A helyzetre jellemző, hogy a MANPADS-eket nem egy alkalommal még a közösségi média platformokon is értékesítették<sup>26</sup>. Nem véletlen, hogy az izraeli légitársaságok már az utas- és teherszállító repülőgépekre is felszerelik a megfelelő védelmi rendszereiket.

---

<sup>24</sup> Adaptálva: Heikell J.: Electronic warfare ... Table 24: Approximate evolution of IR missile seekers

<sup>25</sup> SIPRI database

<sup>26</sup> Jenzen-Jones ARES, 2016.



11. számú ábra. Tipikus fókuszíktömb képalkotó<sup>27</sup>

A MANPADS-ek hatékonyságát igazolja, hogy az egykori szovjet források szerint a szovjet csapatok Afganisztánban 74 db Mi-24 típusú helikoptert vesztek, melyekből 27-t Stingerrel, 2-t pedig annak elődjével, a Redeye-jal lőtték le. Ezen kívül a helikopter kiváló páncélzatának és szerkezeti kialakításának következtében nem publikált számú helikopter volt képes még jelentős sérüléssel is visszatérni a saját bázisára.

A Stingerek megjelenése a hadszítéren alapjaiban megváltoztatta a szovjet légierő cselekvési szabadságát, mely a későbbiekben kihatott a USA és a NATO repülőgépek afganisztáni alkalmazására is, mivel a korábban leszállított MANPADS-eket a talibánok már a szövetséges erők légijárművei ellen alkalmazták.

<sup>27</sup> Forrás: Wikipédia, adaptálva

A nem állami szereplők által birtokolt MANPADS-ek többsége első generációs modell, különösen az SA-7b, azonban az utóbbi idők konfliktusaiban már megjelentek a második és harmadik generációs változatok is. Szíriában például a lázadók csoportjai orosz 9K338 Iglá-S és kínai FN-6 MANPADS-ekkel rendelkeztek. A későbbi generációs MANPADS-ek gyorsabbak és nagyobb hatótávolságúak, mint elődeik, s a mai legfejlettebb eszközök már minden irányszögön 8 000 m-es távolsáig és 5 000 m magasságig képesek támadni a repülőgépeket.

Néhány nagy sebességű rakéta már több mint 3 Mach-hal is képes repülni. Ugyanakkor a harci fej újratervezése és a közelségi gyújtók alkalmazása a MANPADS-ek hatékonyságát jelentősen megnövelte. A tervezők arra is törekedtek, hogy a rakéták pontosabbá váljanak és növeljék a zavarvédetségüket. Az orosz 9K333-as Verba (12. ábra) például egy háromcsatornás keresőfejet (infrafejet) alkalmaz, amely megnöveli a rakéta pontosságát, és javítja a keresőfej azon képességét, hogy kiszűrje az interferenciát, és ezáltal javítsa a rakéta zavarások elleni immunitását.



12. számú ábra. A Verba MANPADS<sup>28</sup>

Viszonylag újabb fejlesztések közé tartozik a MANPADS-ek integrálása az automatizált parancsnoki vezetési és irányítási rendszerekbe, amely lehetővé teszi a lokátoros és más platformoktól

<sup>28</sup> Forrás: Internet: KATEHON.com. 2016.

származó céladatok felhasználását, valamint a MANPADS-ek integrálását a légvédelmi rendszerekbe. A MANPADS-ek elterjedését a világban a 13. ábra szemlélteti.

Mivel az ábra 2005-os adatot tartalmaz, az azóta kiadott értékelések szerint a rakéták elterjedése nem állt meg, és az utóbbi évek konfliktusaiban (Szíria, Jemen) is megjelentek a MANPADS-ek újabb és újabb generációi.

A MANPADS elterjedése a különböző nem állami csoportok között

























A különböző MANPADS generációk hozzáférhetősége a fekete és a szürke piacon

1. Generációs: amplitúdó modulált: SA-7

2. Generációs: frekvencia modulált: SA-14, SA-16, Alap Stringer

3. Generációs: Pseudo képalkotás: SA-18

Vezérlősugaras irányítás: Blowpipe

	1. Gen.	2. Gen.	3. Gen.	Vezérlősugaras
al-Káida				
Csecsen felkelők				
Tálibok				
Tamil Tigrisek				
Hesbollah				
FARC (Kolumbia)				

 Igazolt  
 Valószínű  
 Lehetséges

13. számú ábra. A MANPADS-ek proliferációja<sup>29</sup> (elterjedése)

Ezekről a fegyverekről, valamint irányítási és vezérlési rendszereikről részletes elemzés olvasható dr. Vas, Bozóki publikációiban és a Haditechnikai összefoglaló című HTKA.hu kiadványban, ezért jelen írásban csak a témához közvetlenül kapcsolódó legfontosabb elvek és eljárások lesznek bemutatva.

### **b) Lézersugár- vezérlésű rakéták**

A lézervezérlés alapelve, hogy egy giroszkóppal stabilizált lézersugarat folyamatosan a célponton tartanak, ez megvilágítja azt, amelyet a rakéta elektro-optikai rendszere képes érzékelni, s a vezérlés ezen pont felé kormányozza az eszközt. A célpont

<sup>29</sup> Forrás: A polgári repülés védelme a MANPADS-ek ellen. RAND Corporation 2005.

megjelölése nem csak az indító repülőgépről történhet, hanem például másik repülőgépről, pilótanélküli repülőeszköztől, helikopterről vagy akár földi csapatok által is.

A rakéták antennáit (vagy optikai érzékelőit) általában a keresztszárnyak hegyére szerelik, melyek érzékelik az egy lézersugáron belüli irányt, s repülés közben folyamatosan korrigálják a repülés útvonalát, hogy a sugárnyalábban belüli helyzetét megőrizze mindaddig, amíg nem csapódik be a követett célpontba.

A repülést két szakaszra lehet bontani: indítási szakaszra és irányított repülésre. Az elsőben a rakéta pozíciója a sugárnyaláb középvonalához képest bizonytalan. Ez a hardver különböző tűréseinek, a hajtóanyag teljesítményváltozásainak, a szélesebbességnek, az indítási és a célzási pontosságnak a következménye. Miután a rakétát bevezették a sugárnyaládba, bekapcsolják a vezérlést, és az a céllal való ütközésig azon belül repül.

Előnye az egyszerűségében, a teljes vagy csaknem teljes zavarvédetségében, valamint a célpontok minden oldalszögről, különösen szemből történő megsemmisítésének képességében van. Legnagyobb gyengesége, hogy keresztező célok esetében alacsony a megsemmisítési arány. Ennek oka, hogy nagyon magas szögsebességek szükségesek ahhoz, hogy a rakéta a cél követése során a gyorsan forduló sugárnyalábban belül maradjon. Nagy szögsebességek esetén a rakéta irányfelületei beakadhatnak, amely a vezérlés elvesztését és a fegyver megsemmisülését eredményezheti.

Az ilyen típusú fegyverek hatékony alkalmazásához elengedhetetlen a magas szintű kiképzettség és a megfelelő tapasztalat (már önmagában ezt a követelményt is tekinthetjük gyengeségnek). Egy gyakorlott, kiképzett alkalmazó a célpont követése folyamán bizonyos előretartásokat képes alkalmazni, amelyek által megelőzhetők a nagy szögsebességekkel összefüggő hiányosságok.

Az egyik legszélesebb körben alkalmazott lézervezérlésű eszköz a Saab Bofors Dynamics RBS-70 (14. ábra). Ezt a fegyvert először 1971-ben tesztelték, és a hetvenes évek közepére jutott gyártásra alkalmas állapotba. Tűzvezérlő egysége egy integrált rakétatartóból/indítócsőből, egy észlelési/vezérlőegységből áll, s mindkettő az állványhoz/kezelőüléshez van rögzítve. A

megfigyelő/vezérlő alrendszer giroszkóppal stabilizált optikai célzást biztosít a cél finom követéséhez, melyben az optikát lézerrel látták el. A célkövetés úgy történik, hogy a célkeresztet a célponton tartják, így irányítják rá a lézersugárnyalábot. A fej közelségi és becsapódásra érzékeny gyújtóval van felszerelve.



14. számú ábra. Saab Bofors Dynamics RBS 70 (forrás. Wikipedia)

**c) A közvetlen rálátást igénylő fegyverek (Command to Line Of Sight/CLOS)**

A parancskapcsolatú vezérlés magában foglalja a rakéta felszerelését rádióvevőkkel (általában a VHF sávól a mikrohullámig terjedő tartományban), amelyeken keresztül a kormányvezérlő rendszer parancsokat kap a rakéta indítójától. Az operátor közvetlenül (vagy közvetett módon) irányítja a rakétát a látótengelybe (LOS) a cél felé, és a becsapódásig rajta tartja. A sugárnyalábvezérléshez hasonlóan a CLOS rakétákat először a kezelő látótengelyébe kell irányítani, majd ettől kezdve az



ütközésig azon belül tartani. A rakéta irányítóberendezése méri a rakéta irányzóvonalától történő eltérést, és egy ezzel arányos jelet dolgoz ki, mely a rakétát folyamatosan az irányzóvonal felé kormányozza.

A teljesen manuális vezérlési módszer esetén (MCLOS) a rakétát vagy bombát közvetlenül a pilóta vagy fegyverzetkezelő operátor vezeti (vezérli) egy kis joystickkel.

Csakúgy, mint a lézersugár- vezérlésnél, a CLOS-vezérelt fegyverek előnye a zavarvédetségükben van. Gyengeségeik szintén hasonlóak abban az értelemben, hogy a kezelő képessége előfeltétele a keresztező célpontok ellen hatékony alkalmazásnak, bár a CLOS-alapon irányított fegyver valószínűleg nem veszti el az irányítást, sokkal inkább nem képes fenntartani a szükséges fordulási sebességet, és elvétí a célt.

A leggyakrabban használt CLOS rakéta a Blowpipe volt (15. ábra). Ezt a fegyvert több évtizeddel ezelőtt rendszeresítették, és ma már tizenkét felhasználót tartanak számon, melyek között az afganisztáni Mujahedeen-ek is megtalálhatók. A Blowpipe eszköz két egységből van összeállítva, egy újrafelhasználható célzóegységből és egy gyárilag lezárt, eldobható konténerből. A kétfokozatú szilárd hajtóanyagú rakéta egy harci fejet és egy orrkúpot tartalmaz, melyen keresztalakú deltavezérlő felületek találhatók.



15. számú ábra. Blowpipe<sup>30</sup> MANPADS

<sup>30</sup> fdra-malvinas.blogspot.com/2014/08/manpads-short-blowpipe-uk.html



A cél támadása magában foglalja a célzóegység rögzítését az indítóegységhez, a cél befogását az optikai célzóberendezésben és az elsütő billentyű meghúzását. Az első szakasz biztonságos távolságon történő kiégése után a második szakaszon a rakéta szuperszonikus sebességre gyorsul. Az automatikus vezérlő a rakétát az optikai látómező (FOV) középpontjába vezeti, ezután az alkalmazó a joystickkel irányítja a fegyvert. A rakéta repülési útját a kiáramló gázok alapján ítéli meg.

A keresztező célok hatékony támadásának problémáját a Blowpipe-ből kifejlesztett FGM-148 Javelinnel (16. ábra) oldották meg, félautomata CLOS (SACLOS) irányítással. Ez a módszer magában foglalja a rakéta repülési útjának infravörös nyomon követését és a kormányzási parancsok automatikus továbbítását, amelyek a rakétát a LOS-n tartják a célkereszt és a cél között. A Javelin célzóegység bonyolultabb, további elektronikával és optikával. A cél támadása ugyanúgy történik, mint a Blowpipe esetében, de a célzókészülék egy stabilizált megvilágított céljelet vetít ki a kezelő látóterébe. A rakétát az operátor indítja el és irányítja a cél felé, aki a joystickkel a célkeresztet a célon tartja.



16. számú ábra. Egy FGM-148 Javelin indítása az Eager Lion 2019<sup>31</sup> gyakorlat során

<sup>31</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/FGM-148\\_Javelin#/media/File:Javelin\\_Fire!\\_\(48638261261\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/FGM-148_Javelin#/media/File:Javelin_Fire!_(48638261261).jpg)

A Blowpipe kapcsolói és vezérlői mellett a Javelin fel van szerelve egy automatikus oldalszél-korrigáló kapcsolóval is. Mind a Blowpipe, mind a Javelin közelségi és becsapódó gyújtóval rendelkezik.

A Blowpipe nem volt olyan sikeres, mint az Afganisztánban legjobban teljesítő Stringer, elsősorban azért, mert olyan szakképzett operátorra lett volna szüksége, aki meg tudja ítélni a rakéta- és a célpályákat, és megfelelő irányítást tudott volna alkalmazni.

## **Összefoglalás**

A harci helikopterek feladataikat egy olyan környezetben hajtják végre, melyben a viszonylag kis sebességük és alacsony alkalmazási magasságuk miatt fokozott veszélynek vannak kitéve, elsősorban a földön telepített megsemmisítő eszközöktől. A különböző föld-levegő fegyverek, elsősorban az irányított (infravörös, lézer, rádiófrekvenciás) rakéták folyamatos fenyegetettséget jelentenek a helikopter személyzetére, és magára a légijárműre.

Az 1960-as években kifejlesztett, az infravörös sugárzás elvén működő passzív, vállról indítható légvédelmi rakéták elterjedése a különböző nem állami szereplők között egy nem hagyományosnak nevezett fegyveres konfliktusban jelentősen megnövelte a harci helikopterek alkalmazásának kockázatát.

Jellemző, hogy ezek a csoportok nem csak a katonai repülőgépek ellen használják a MANPADS-eiket, hanem számtalan esetben támadták velük a polgári légiközlekedésben használt személy- és teherszállító repülőgépeket is.

A passzív, infravörös irányítású rakéták fejlesztése az utóbbi évtizedekben szinte folyamatos volt, mellyel párhuzamosan tökéletesedtek az ellenük történő védekezés módszerei is.

Napjainkban már az 5. generáció fejlesztése folyik, melynek képző elektronikája szinte teljes zavarvédeltséget biztosíthat a rakéta számára, megnehezítve az ellene történő védekezést. Erre jelenthetnek megoldást az irányított energiájú lézer- és mikrohullámú fegyverek, azonban fejlesztésük még a korai stádiumban van.

Ezért az új szállítóhelikopterek beszerzésénél kiemelt figyelmet kell fordítani a helikopternek és személyzetének a védelmére. Ezt jól szemlélteti a 2019-ben beszerzett H145M önvédelmi rendszere (17. ábra), mely rendelkezik a legalapvetőbb képességekkel.



17. számú ábra. A H145M helikopter főbb rendszerei<sup>32</sup>

#### Jelmagyarázat:

1. Fenestron® rendszerű faroklégcsavar;
2. Nagy manőverezőképességet biztosító forgószárnyagy;
3. Erózióvédelemmel ellátott forgószárnylapátok;
4. Hajtómű- szívócsatorna levegőszűrővel;
5. Törésbiztos törzs és ülések;
6. Éjjellátó készülékkel kompatibilis fülke;
7. Digitális „üvegfülke”;
8. Elektronikai hadviselési rendszerek: radar- és lézer- besugárzásra figyelmeztető rendszerek, rakétaindításra figyelmeztető rendszer infracsapdákkel és dipólokkal;
9. Elektro-optikai rendszer (EOS);
10. Öntömítő üzemanyagtartályok;
11. Ballisztikai védelem;
12. Nagy energiaelnyelésű csúszótalpak;
13. Tengelyirányú indító-/függesztőberendezések;
14. Kétcsatornás digitális hajtóművezérlő rendszer (Full Authority Digital Engine Control);
15. Infravörös kisugárzást csökkentő rendszer.

<sup>32</sup> Forrás: [https://www.airbus.com/helicopters/military-helicopters/light/h145m.html#medialist\\_copy\\_copy-image-infographic-all\\_ml\\_1](https://www.airbus.com/helicopters/military-helicopters/light/h145m.html#medialist_copy_copy-image-infographic-all_ml_1)

## ***Irodalomjegyzék:***

*Beal, C., Boatman, J.:* Deadly by design, the anti-tank helicopter's evolutionary progress, *International Defense Review*, 6/1992, oldal: 23.

*Bolkcom, C. et al.:* Homeland Security: Protecting Airliners from Terrorist Missiles, CRS Report for Congress, RL31741, november 3, 2003, <<http://www.fas.org/irp/crs/RL31741.pdf>> (Retrieved 9.1.2004)

*Bowden, M.:* Black Hawk Down, Corgi Books, 167. oldal, 2000 (Bantam edition 1999)

*Bozóki János:* Katonai repülőeszközök aktív és passzív védelemi lehetőségei infravörös önirányítású rakétatalálat ellen. Repüléstudományi közlemények, XXIV. évfolyam, 1. szám, 2012, 17-24. oldal

*Callen, J.:* Attack Helicopter Operation: Art of Science, USAWC Military Studies Program Paper, 13 May 1991. 22. oldal

*Cullen, T., Foss, F. (eds.):* Jane's Land-Based Air Defence 2001-2002, 14th ed., Jane's Information Group Ltd., 2001

*Dr. Michael Ashkenazi, Princess Mawuena Amuzu, Jan Grebe, Christof Kögler and Marc Kösling:* Brief 47 MaNPADS a terrorist threat to Civilian aviation? Bonn International Center of Conversion - Internationales Konversionszentrum Bonn GmbH Pfarrer-Byns-Straße 1 53121 Bonn Germany February 2013

*Dr. Vass Sándor alezredes:* Korszerű repülőgépek elektronikai védelmét biztosító új eljárások, eszközök Bolyai Szemle, 2006. 1. szám. 87-99. oldal

*Dr. Vass Sándor alezredes:* Katonai repülőeszközök túlélési lehetőségei az infravörös önirányítású rakéták támadásai ellen ZMNE BJKM Informatikai tanszék hadmernok.hu/kulonszamok/robothadvises6/vass\_rw6.pdf, letöltve: 2018.01.05.

*Dunstan, S.:* Vietnam Choppers, Helicopter in Battle 1950-1975, 53. oldal. Osprey Publishing Ltd, 1988

*Everett-Heath, E.J.:* Helicopter Air Combat, *International Defense Review*, 5/1983, oldal: 601

*Glasgow, B., Bell, W.:* The Future of Anti-Aircraft Imaging Infrared Seeker Missile Threats, Proceedings of the 1999 IEEE Aerospace Conference, Vol. 4, 6-13 March 1999, pp. 457-465

*Grossman, J. et al.*: Vertical Envelopment and the Future Transport Rotorcraft: Operational Considerations for the Objective Force, RAND Study MR-1713-A, 2003, <<http://www.rand.org/publications/MR/MR1713>> (Retrieved 25.7.2004)

*Gunston, B., Spick, M.*: Modern Fighting Helicopters, Salamander Books Ltd., revised edition, 1998, 192. oldal

*Haditechnikai kerekasztal*: Haditechnikai összefoglaló a légi harcászatról és a légvédelmi eszközökről HTK.hu

*Heikell J.*: Electronic warfare self-protection of battlefield helicopters: a holistic view, Otamedia Oy Espoo 2005, ISSN 1459-1111

*Jenzen-Jones*: ARES 2016

*Lynch, D. jr.*: Introduction to RF Stealth, SciTech Publishing Inc., 2004,

*Pengelley, R.*: Going farther, faster: Tank fire control advances, Jane's International Defense Review, 11/1997, 49. oldal

*Puttré, M. (ed.)*: International Electronic Countermeasures Handbook, Horizon House, 2004

*Puttré, M.*: What's the Plan?, The Journal of Electronic Defense, Vol. 24, No. 2, February 2001, pp. 51-57

*Stockholm International Peace Research Institute*