

Tímár Félix,¹ Szilvássy László²

A JAS 39EBS HU harcászati repülő irányítható légiharc-rakétái

A cikk tárgyalja a Magyar Honvédség által 2007-ben rendszeresített JAS 39EBS HU négy és feledik generációs harci vadászgép irányított légiharc-rakétáit, a repülőgép fejlesztésének rövid történetét, az irányított légiharc-rakéták általános irányítási alapelveit.

Kulcsszavak: JAS 39EBS HU, aktív, félaktív, passzív önirányítás, infravörös, AIM-9L/I-1, AIM-120C-5

JAS 39EBS HU Fighter Plane's Guided Missiles

This article discusses the JAS 39EBS HU fighter plane's guided missiles: the AIM-9L/I-1 and the AIM-120C-5; furthermore, the guided missiles systems, the brief history of aircraft development, and the general guiding principles for guided missiles.

Keywords: JAS 39EBS HU, active, semi-active, passive homing, infrared, AIM-9L/I-1, AIM-120C-5

1. A JAS 39 Gripen fejlesztése

A JAS 39 Gripen egy svéd gyártású és fejlesztésű könnyű vadászbombázó, amely harcászati lag négy és feledik generációs repülőgépnek tekinthető. A különböző modifikációk gyártását az Industrigruppen JAS folytatja a mai napig. Az eszköz fejlesztése az 1970-es évek végén kezdődött, amikor a vietnámi háború tapasztalataiból merítve, egy új, korszerűbb, négy és feledik generációs harci repülőgép fejlesztését irányozták elő Svédországban. A II. indokínai háborúban és annak befejeztével, nyilvánvalóvá vált, hogy lényegesebben jobb manőverezőképességű, könnyebb és hatékonyabb elektronikával felszerelt vadászgépek kellenek a modern kor hadszíntereire, ezt a kihívást a svéd mérnökök is belátták, így kezdtek bele a SAAB 35 Draken és a SAAB 37 Viggen vadászgépeken alapuló új és korszerű eszköz kifejlesztésébe.

De mit is jelent az oly sokszor említett négy és feledik generációs harci repülőgép? A válasz a fejlett elektronikában, a rendkívül jó manőverezőképességben, a kis méretekben

¹ BSc hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztviselőképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék; e-mail: felixtimar@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8653-4374>

² Egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztviselőképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék; e-mail: szilvassy.laszlo@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0455-4559>

és a multifunkcionalításban található meg. Nem szabad viszont szem elől téveszteni azt a tényt, hogy ezek az repülőeszközök, habár fejlettebbek, mint korábbi riválisaik, nem érik el az ötödik generációs repülőgépek műszaki színvonalát. Békési–Szegedi a következőket írja: „A világ legmodernebb, szolgálatban álló harci repülőgépei, az amerikai F-22A Raptor mellett szépen lassan megjelent az új generáció többi tagja: az amerikai Lockheed-Martin F-35 Lighting II., az orosz Szuhoj PAK-FA (T-50), illetve a kínai Chengdu J-20-as és a Japán Mitsubishi ATD-X.”³

Ilyen repülőgép például az Eurofighter Thyphoon, a francia Dassault Rafale, a Szu-34, a J-10, valamint az F-16AM/BM/E/F/I, az F/A-18E/F Super Hornet és EA-18G Growler, a korszerűsített F-15C/D/E-k, az F-15I/K/SG-k és az orosz Szu-35.⁴ Ezekre a típusokra a többfeladatuság jellemző, amire a JAS betűszó is utal: Jakt (vadász), Attack (támadó), Spaning (felderítő) szavakból áll össze a repülőgép típusjelzése. Fontos képesség a multifunkcionalitás ezekben az eszközökben. A svédek által kifejlesztett prototípus először 1988-ban emelkedett a levegőbe, és a különböző tesztek után 1996-ban állították rendszerbe a Svéd Légierőnél az F7 Skaraborg Flyflottilj repülőezrednél. Egy érdekesség az ezredről, hogy a mai napig ez az ezred végzi a típusra való átképzést és a külföldi pilóták oktatását is.⁵

2. A JAS 39 Gripen változatai

Mint minden repülőgép esetében, a Gripen is egy nagyobb repülőgépcsaládból áll. Az alkalmazás közbeni tapasztalatok, a megrendelők kritériumai, a folyamatosan fejlődő technika megkövetelte, hogy létrehozzanak az alapváltozathoz kiinduló, de jóval fejlettebb, nagyobb teherbírású, korszerűbb harci vagy akár kiképző repülőgépet. Jelenleg 11 változatát ismerjük az eszköznek, de ebbe a számba a fejlesztés alatt lévők is beletartoznak. Az A variánstól egészen F betűig tart a különböző típusok megjelölése, és van néhány, amelynek feladatkörére jellemző szó adja a megjelölését. Illetve érdemes megemlíteni az együléses és a kétüléses típusok közötti különbséget is, amely a változatot jelentő betűből könnyen kivehető: az A, C, E változat együléses, a B, D, F pedig kétüléses, általában harci-gyakorló.

Az A változat a fent már említett 1996-os rendszerbe állításkor repülő alaptípus, a svéd légierő időközben átépítette a C típusnak megfelelő képességűre.

A B változat az A változat kétüléses verziója. Kifejezetten típusismereti oktatásra és olyan feladatok végrehajtására, amelyhez két pilóta szükséges. Fontos megemlíteni: ahhoz, hogy a Life Support Systems és a második hajózó elférjen, a gép sarkányát meg kellett hosszabbítani 0,66 m-rel, továbbá a fedélzeti gépágyút el kellett távolítani és az egyik belső tüzelőanyag-tartály méretét csökkenteni kellett.

³ Békési Bertold – Szegedi Péter: *Trendek a vadászipülőgépek legújabb generációinak fejlesztésére alkalmazására*. XIV. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem (NYME), 2015b. 151–162.; Békési Bertold – Szegedi Péter: *Ötödik generációs vadászipülőgépek fejlesztésének filozófiái*. In Bodzás Sándor (szerk.): *Műszaki tudomány az észak-kelet magyarországi régióban*. Debrecen, 2015a. 194–206.

⁴ Uo.

⁵ *JAS 39 Gripen*. Wikipedia The Free Encyclopedia. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Saab_JAS_39_Gripen (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.); *A JAS-39C/D Gripen repülőgépek fegyverzete, modernizációs lehetőségei*. Military Technology, 2019. Elérhető: https://military-technology.blog.hu/2019/12/28/a_jas-39c_d_gripen_repu-logepek_modernizacios_lehetosegei?fbclid=IwAR3gG9fdXlnZecUJuwSwGcutMyEtTkJ05mEpxVG79H-ITM8-gEjJgGcM (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

A C változat a NATO kompatibilitás feltételeinek megfelelő, amely alatt a megnövekedett harcértéket értjük, ez a változat képes a légi utántöltésre is.

A D változat a C változat kétüléses verziója, hasonló kialakítással, mint az előbb már tárgyalt B típus.

A további változatok már egy adott ország igényeihez lettek igazítva, mint például a Gripen NG, a JAS 39 E/F vagy akár az Agressor, amely a kiképzés keretén belül a légiharc oktatásakor a „Red-team” tehát az ellenség szerepét tölti be.⁶

Függesztési pontok száma	1	2	3	4	5	3	2	1
IR légiharc-rakéták	✘	✘	✘			✘	✘	✘
Lokátor önirányítású légiharc-rakéták		✘	✘			✘	✘	
Levegő-felszín rakéták		✘	✘			✘	✘	
Intelligens légbombák		✘	✘		✘	✘	✘	
Hajó elleni rakéták			✘			✘		
Légbombák		✘	✘		✘	✘	✘	

1. ábra

A JAS 39 függesztési változatai (nem teljes). Forrás: Thai Military and Asian Region. Elérhető: <https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2017/04/27/gripen-multirole-fighter-aircraft/> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

2.1. A JAS 39 EBS HU változat

Ez a típus kifejezetten a magyar fél igényeinek megfelelően kialakított verzió, amelyről érdemes tudni, hogy az első szerződés módosítás után ajánlotta fel a svéd partner. Az eszköz sárkányszerkezete a korai A típuson alapszik olyan átalakítással, hogy a törzs már a későbbi C/D változat kialakítását követi. Ezáltal a magyar repülőgépeket felszerelték légiutántöltő-képességgel, viszont a szárny szerkezete az A típus öröksége, így a külső függesztmények

⁶ JAS 39 Gripen. i. m. (5. l.); A JAS-39C/D Gripen repülőgépek fegyverzete, modernizációs lehetőségei. i. m. (5. l.)

tömege kisebb, mint a C/D esetében. Erre azért került sor, mert a svéd fegyvertörvények értelmében már nem lehetett egy teljesen új változatot megrendelni a szerződés módosítás keretein belül. Emiatt érdekességképpen megfigyelhető, hogy a magyar Gripenek között megtalálhatjuk az A és a B függőleges vezérsíkokat, mert egyes gépek az egyiket, a többi a másikat kapta meg. Így az eszközök felszereltségi szintje a NATO kompatibilis C/D-t követi, míg a sárkányában inkább az A/B-re hasonlítanak a Nemzet Szárnyai. Ezáltal a modernnek számít, minden légtérből indítható légiharc-rakétákkal lehet felszerelni.⁷

3. Általánosságban az irányítható légiharc-rakétákról

A Szilvássy László korábbi tanulmányai⁸ részletesen bemutatták a különböző rakéta-önirányítási módokat, amelyek jellemzőek az összes repülőfedélzeti rakétára.

Attól függően, hogy a rakéta röppályáját lehetséges-e megváltoztatni az indítás után, irányítható (IR) és nemirányítható (NIR) rakétákról beszélhetünk. Általánosságban e két csoportba tartozó rakéták nagyon sok dologban megegyezhetnek. Ilyen például a hajtómű, a harci rész a gyújtóval, a stabilizáló berendezés. Az irányítható rakétákat viszont valamilyen irányítóberendezéssel is fel kell szerelni, hogy megfeleljenek például a légi harc követelményeinek is, és változtatni tudják a térbeli pozíciójukat a cél mozgásának megfelelően.

Az irányítás típusa szerint megkülönböztethetünk táv-, ön-, program- és kombinált irányítású rendszereket.

Az első kategóriába azok az eszközök tartoznak, amelyek az irányításhoz szükséges jeleket egy külső helyről kapják, például egy rávezető állomásról, és parancsjel formájában dolgozza fel a rakéta az irányítás paramétereit.

Önirányításról akkor beszélhetünk, amikor az irányítás paramétereit a rakéta magának dolgozza ki és határozza meg különböző eszközök segítségével, ilyen például az optikai célkoordinátor.

Programvezérlés esetében egy előre meghatározott útvonalat, röppályát fog a rakéta bejárni, ezeket általában állandó koordinátájú célok leküzdésére használják.

A kombinált irányítást általában a közepes és nagy hatótávolságú légiharc-rakéták esetében alkalmazzák. Gyakorta ez egy aktív vagy félaktív irányítást és a program szerinti, vagy az inerciális irányítást kombinálják.

Továbbá fontos megkülönböztetni az eszközöket a cél kiválasztásának módszere szerint: aktív és félaktív önirányítási, passzív önirányítási és programirányítású rendszer.

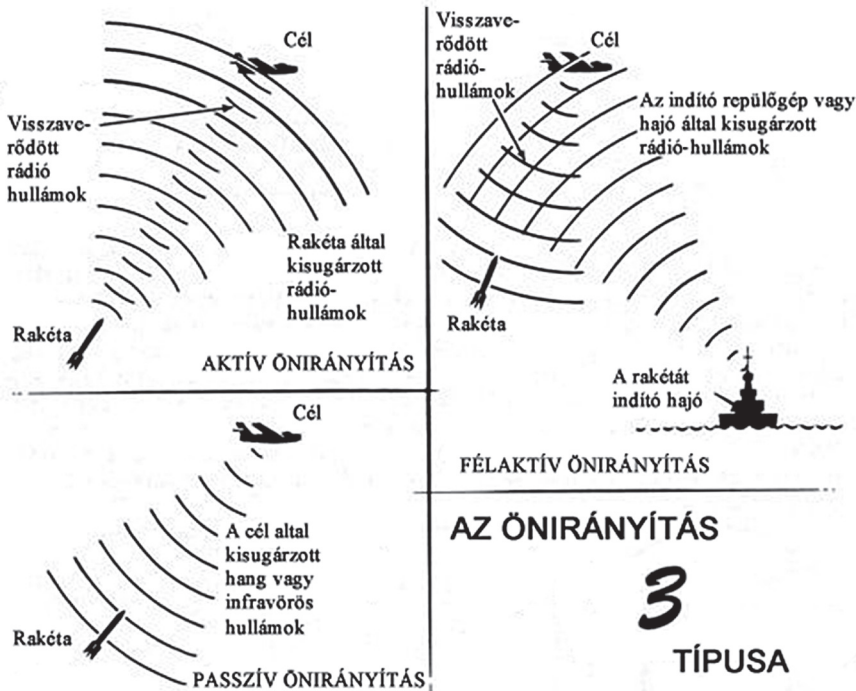
Az aktív és félaktív rendszer lényege az, hogy a célt elektromágneses hullámokkal „megvilágítják”, a visszavert elektromágneses energiát a rakéta célkoordinátora veszi, és a beérkező jelek alapján a fedélzeti számítógétség kidolgozza a mozgásra és a cél helyzetére vonatkozó paramétereit. Az aktív és a félaktív rendszer között a különbség annyi, hogy az aktív irányítási

⁷ A JAS-39C/D Gripen repülőgépek fegyverzete, modernizációs lehetőségei. i. m. (5. l.)

⁸ Szilvássy László: A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2008. 96–104.; Szilvássy László: Meteor rakéta. In Szilvássy László (szerk.): *Repüléstudományi Szemelvények*. Szolnok, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Intézet, 2018. 119–142. Elérhető: www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/RepSzem-2018.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

rendszerben a sugárzó és a vevőberendezés, míg a félaktív rendszerben csak a vevőberendezés található meg a rakéta fedélzetén.

A passzív önirányítási módszer esetében a célok által kisugárzott jeleket érzékelik a különböző célkoordinátorok, ilyen jelek lehetnek például: rádió, hang, fény, hő stb. A leginkább az infravörös célkoordinátorok terjedtek el, amelyek a hajtómű által kiáramló forró gázok viszonylag magas hőmérsékletét érzékelik, de a repülőgép belépőlelein, a sebességtől kialakuló felmelegedést is érzékelhetik. Az ilyen rendszerek előnye a magas zavarvédelem, illetve az, hogy az indítás után a repülőgép kiválhat a légi harcból („tüzeld és felejtsd el”). Viszont alkalmazásuknak a kedvezőtlen időjárás és a Nap sugárzása erősen korlátot szabhatnak.⁹



2. ábra

A 3 irányítási módszer. Forrás: Palash Choudhari: Prahaar Short Range Tactical Ballistic Missile. 2017. Elérhető: <http://fullafterburner.weebly.com/terrain-battle-machines/prahaar-short-range-tactical-ballistic-missile> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

⁹ Szilvássy (2008) i. m. (8. lj.) 96–104.; Kakula János: *Rakéták szerkezetana*. Kilián György Repülő Műszaki Főiskola, Szolnok, 1989. Papp, István – Óvári, Gyula – Szilvássy, László: Derivation of the Fundamental Missile Guidance. *Academic and Applied Research in Military Science – AARMS*, 14. (2015), 4. 341–348. Óvári Gyula – Papp István – Szilvássy László: Rakéta mozgásegységek. *Hadmérnök*, 10. (2015), 3. 56–63.; Szilvássy László: *A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédség-ben*. (A tanulmány a szerző ZMNE Katonai Műszaki Doktori Iskolában megvédett doktori [PhD-] értekezésének főbb eredményeit mutatja be). *Elektronikus Műszaki Füzetek X*. Debrecen, MTA DAB Műszaki Szakbizottsága, 2011. Elérhető: https://szilvacsi.hu/pub/2011-35_A_HH_fvrensz_mod_lehet_a_MH-ben.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

3.1. A JAS 39 EBS HU irányítható légiharc-rakétái

A Diehl Defence szállította a magyar Gripen-flotta passzív infravörös légiharc-rakétáját. A svédek és csehek a viszonylag korszerű AIM-9M változatú Sidewinder rakétát rendszeresítették. A svédek már az A/B változathoz is, a csehek pedig a Gripen rendszeresítése előtt már az L-159 ALCA repülőgépekhez is alkalmazták az említett típust. Magyarország olcsóbb megoldásként még az 1982-es falklandi konfliktus idején korszerűnek számított AIM-9L változatot választotta, amelyből szinte minden nyugati ország jelentős felesleges készlettel rendelkezett. Ennek a változatnak fő hibája, hogy csak a Gripen szárnyának törővégéről lehet indítani, mivel nem rendelkezik folyékonynitrogén-tartállyal, ami a rakéta célkoordinátorát hűti, ezért azt a törővégre szerelt tartállyal rendelkező indítósról lehet alkalmazni.¹⁰ A rakéta hossz tengely körüli forgását rolleronokkal – pörgettyűs csúrókkal – maximalizálják. Ez közel légiharc-rakétákon gyakran alkalmazott megoldás. Lényege, hogy a rakéta minden egyes szárnyán található egy rolleron, amelyeknek az a feladata, hogy repülés közben az x-tengely körüli forgásokat egy bizonyos maximum-szögsebesség alatt tartsa. Ez a megoldás passzívnak tekinthető az irányítás szemszögéből, hiszen a megfűvás sebességétől a szélkerék úgy fog viselkedni, mint egy giroszkóp, ami megakadályozza, hogy a rakéta kontrolálhatatlanul elkezdjen fogorni az x-tengely körül, és ezáltal rontsa a célkoordinátor hatáskörét. A valóságban ez a forgás nem képes teljesen lecsökkenteni és meggátolni, de könnyen két érték ($\pm \omega_{\max}$) közé fogja beállítani a rakéta forgását, amit már a célkoordinátor le tud követni.¹¹

3.1.1. AIM-9 L I-1 irányítható légiharc-rakéta

Az AIM-9 Sidewinder légiharc-rakétának a fejlesztése egészen az 1950-es évekre nyúlik vissza. Először az Amerikai Egyesült Államok Tengerészete állította rendszerbe 1956-ban, és ezután a légierő is hamar felvette fegyverarszenáljába. Az infravörös önirányítás gondolata már a II. világháborúban felvetődött a németeknél és a kor technikai színvonalához képest óriási előrehaladást értek el egyetlen infravörös fényelemmel. Habár a németek ezt a technológiát a siklóbombáknál alkalmazták, végül a parancsvezérelt Fritz X bombát alkalmazták teherszállító hajók ellen. A háború befejeztével a kétpólusú világtrend képviselői elkezdtek rohamos ütemben továbbfejleszteni a németek kutatási eredményeit, és az amerikaiak az AIM-4 Falcon megépítésével bebizonyították, hogy van létjogosultsága az infravörös önirányításnak. Mint ahogy már említettem, az AIM-9 család az 1956-os évben állt rendszerbe. Ezzel párhuzamban a szovjet oldal is kifejlesztette a saját „Sidewinderét” R-3Sz (az AIM-9B-re hasonlít), majd az R-13 néven (ez pedig az AIM-9M/L változatokra), ez a rakéta lényegében teljesen megegyezik a nyugati társával olyannyira, hogy a függesztési pontok is ugyanúgy lettek elhelyezve. Az AIM betűszó az *Aircraft Interception Missile* (repülőfedélzeti elfogó rakéta) szavakból áll össze. A nevét (*Sidewinder*) a szarvas csörgőkígyóról kapta, mert ez a kígyó is

¹⁰ A JAS-39C/D Gripen repülőgépek fegyverzete, modernizációs lehetőségei. i. m. (5. l.)

¹¹ *Rolleron*. Wikipedia The Free Encyclopedia. Elérhető: <https://en.wikipedia.org/wiki/Rolleron> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

testhőmérséklet alapján találja meg az áldozatát.¹² Ennek a családnak közel 7 tagját ismerjük, a Magyar Honvédségben az L változat lett rendszeresítve.¹³

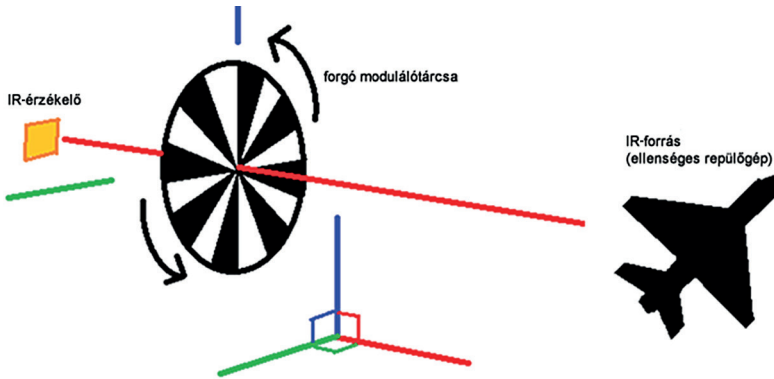
Az L változat

A „Lima” változat gyártását 1977 után kezdték meg. Ez volt az első minden légtérből indítható, beleértve a találkozó légi harcot is, ahol a rakétára akár ötvenszeres túlterhelés is hathat. Az első harci alkalmazása az L változatnak az 1981-es sidra-öbölbeli incidens során történt meg, mikor is két amerikai F-14 Tomcat és kettő líbiai Szu-22 a nemzetközi víz határainak feszegetése közben légi harcba bocsátkoztak. Összefoglalva, az F-14-ek sikeresen lelőtték a líbiai gépeket. A rakéta első nagyobb harci alkalmazása az 1982-es falklandi háborúban volt, mikor is ezekkel az eszközökkel már elérték a 80%-os találati arányt, megjegyezvén, ez a típus 10–15%-kal növelte a találati arányt a korábbiakhoz képest. Továbbá az is óriási fejlesztés volt, hogy hétszeres túlterhelés esetén is indítható volt, így egy manőverező légi harcban is alkalmazhatóvá vált. A sikeres harci alkalmazásnak az lett az eredménye, hogy körülbelül 16 000 db-ot rendeltek meg belőle, így licenz alapján gyártották Japánban és Németországban is. Elrendezése alapján fordított vagy más néven „kacsa”, tehát a kormányfelületek a rakéta elején találhatóak. A kormányfelületek méretét megnövelték a korábbi típusokhoz képest. Ekkor jelent meg a jellegzetes kettős nyilazási szögű belépő él. A rakéta tömege 86 kg, átmérője 127 mm, amely alumínium-ötvözetből készült, hossza 2,85 m. A rakéta orrán az infravörös sugárzás számára átlátszó magnézium-fluorid-burkolatot helyeztek el, e mögött található a gömbcsuklós felfüggesztésű, elektromágneses mozgatású „Cassegrain” célkoordinátor. A maximális kitérése eléri a 40°-ot, de a rakétát csak a hossz tengelyhez képest $\pm 27,5^\circ$ -os szögtartományon belül lévő célok ellen lehet indítani. A célkövetés során már a maximális 40° tartomány is kihasználható, amennyiben a megtámadott ellenséges gép intenzíven manőverezik. A célmegjelölés többféle módon történhet. A gömbcsuklós tükör kúpos letapogatást végez, és ha hőforrást észlel, akkor ezt hangjelzéssel tudatja a pilótával. A fedélzeti radarral felderített célra is rávihető a célkoordinátor, végül sisakcélzóval is megoldható a dolog, mindhárom lehetőség rendelkezésre áll. Pontosabban az utóbbi, vagyis a sisakcélzó csak átmeneti ideig állt szolgálatban az US NAVY Phantomjain (a világon elsőként), mert a rakéta és a fedélzeti radar együttműködése egyszerűbb volt. A fókuszált infravörös sugárzás a mélyhűtött, akár csak az R-13 esetében, 4 mikronos hullámhosszúságú sugárzásra, ami Celsius fokban olyan 500–600 °C, leginkább érzékeny indium-antimon ötvözetből készült detektorra jut, a másodpercenként 125 fordulattal pörgő modulálótárcsán keresztül. Ezen váltakozva helyezték el a sugárzást áteresztő és visszaverő sávokat.¹⁴

¹² *Thai Military and Asian Region*. Elérhető: <https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2017/04/27/gripen-multirole-fighter-aircraft/> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

¹³ *AIM-9L Sidewinder légiharc-rakéta*. Elérhető: www.superfighter.hu/Article/AzAIM9LSidewinderlgiharcraketa/index.html (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

¹⁴ *AIM-9 Sidewinder*. Wikipedia The Free Encyclopedia. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/AIM-9_Sidewinder (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.); *Az AIM-9L Sidewinder légiharc-rakéta*. i. m. (13. lj.); Békési–Szegedi (2015b) i. m. (3. lj.)



3. ábra

A modulálótárcsa működési alapelve. Forrás: Damien Perrier: Fox Two – Infrared Missile Target Tracking. 2017. Elérhető: <https://medium.com/@OpenSeason/1946-germany-has-been-defeated-and-its-military-technology-put-under-the-microscope-the-west-e60b82926b40> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

Mivel a kör alakú tárcsa szélein nagyobb a kerületi sebesség, az ott átjutó infrajel intenzíven pulzál. A tárcsa közepe felé egyre kisebb a frekvencia, ami arányos azzal, hogy a cél a rakéta hossz tengelyéhez képest merre helyezkedik el. Hogy a tárcsa melyik részére kerül az infrasugár, az attól függ, hogy a gömbcsuklós felfüggesztésű „Cassegrain” gyűjtőtükör merre „látja” azt. A DSQ-29 kormányparancs-kidolgozó egység elektromos jelekké alakítja a detektorra jutott szaggatott sugárzást, de még további tényezőket is figyelembe vesznek. Közvetlenül az indítás után még „csillapított” a rendszer, mivel a rakétának ekkor még túl alacsony a sebessége a manőverezéshez. Keresztező irányon haladó cél esetében automatikusan kiszámítja a rendszer a szükséges előretartást, vagyis a rakéta nem közvetlenül a cél felé, hanem egy elméleti találkozási pont felé repül. A legintenzívebb infravörös forrás változatlanul a hajtómű, vagyis a célba vett repülőgép hátsó része. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a törzsvégben bekövetkező találat az esetek egy részében nem okozott végzetes sérülést, így a gép vissza tudott térni bázisára, de legalábbis pilótájának volt ideje felkészülni a katapultálásra. Az AIM-9L vezérlőegységét ezért kiegészítették, a rakéta a találat előtti pillanatokban előbbre helyezi a találkozási pontot, vagyis a cél középső részén következik be a találat, ami nagyobb rombolást eredményez. Az argentin légierő a falklandi háború után sérelmezte is, hogy számos pilótájuk a találat következtében életét veszítette, mert nem volt módja a katapultálásra. Ha cinikusan, de racionálisan nézzük a kérdést, akkor háborúban éppen ez a cél, hiszen a pilóta elvesztése sokkal érzékenyebben érint minden légierőt. A kiképzett pilótát ugyanis nehezebb pótolni, mint a repülőgépet, számos háborúban előfordult, hogy a katapultálást követő napon már újra bevetésre küldték a lelovást túlélő hajózót. Az infravörös érzékelő mélyhűtésének többféle módját alkalmazzák. Mivel a USAF és a US NAVY eltérő típusú indítósinéket alkalmaz, ezért meg kellett oldani a hűtőközeg rakétában történő elhelyezését. A légierő módszere az egyszerűbb, a rakéta alsó felén a kormányfelületek közötti részen három csavarral rögzített kis fedél alatt található a kézzel, szerszám nélkül behelyezhető kis argontartály. A haditengerészetnél a LAU-7 indítósinben található a 6 l-es, tehát nagyobb kapacitású, akár 2,5 órányi mélyhűtést biztosító palack. Ennek azonban hátránya is van, ugyanis a rakétához

vezetett elektromos kábelkötegekben kellett elhelyezni a vékony gázvezetékét, amely könnyen eltömődhet. Az elektronikus blokk mögött található a kormányzórekesz. A kereszt alakban elhelyezett négy kormányfelület közül a szemben lévők közös tengelyen vannak, így két forrógázos munkahenger elegendő a mozgatásukhoz. Számukra egy gázgenerátor biztosítja egy percen keresztül a nyomást, a rakéta aktív szakasza is ettől függ, hiszen csak addig van értelme a fedélzeti rendszerek működésének, amíg a rakéta kormányozható. A kormányfelületek síkjában (vagyis négy helyen) lézerdiódákat helyeztek el, amelyek az indítás után megkezdik az impulzusok kibocsátását. Közvetlenül mögöttük található a vevőoptikák, amelyek a visszaverődéseket érzékelik. A cél közelébe tíz méteren belül kerülve a közelségi gyújtó jelet küld a 9,4 kg-os WDU-17/B harci résznek, amelyben felrobban a PBXN-3 típusú töltet, és a 194 db két rétegben hengerpalást mentén elhelyezett titánpálcát kúposan előre felé szétszórja.¹⁵



4. ábra

AIM-9L/I-1. (Jól láthatók a közelségi gyújtó optikai érzékelői.) Forrás: Analysis: The AIM-9L Sidewinder Purchase and Its Responsible Use. i. m. (15. l.)

A több ponton gyengített pálcák darabokra törnek és többszörös hangsebességgel csapódnak a célba. A gyakorló lövészetben felhasznált rakétáknak nincs szüksége ekkora romboló erejű harci részre, ezért azt lecserélik a WDU-9A/B változatra, amely a robbanásakor nagyot villan és füstöt képez, jelezve a találatot. A csere könnyen elvégezhető, ugyanis a Sidewinder rakéták négy különálló rekeszeit három, egy-egy csavarral rögzített acélbilincs tartja össze. A rakéta hátsó kétharmadában található a Hercules-Bermite Mk-36 típusú szilárd hajtóanyagú rakétahajtómű. A 27 kg Flexadyne típusú töltet hat másodperces égésidő alatt a hangsebesség 2,5-szeresére gyorsítja fel a rakétát. Az eredeti változatoknál még csak 2,2 másodperc volt az égésidő, ami az indítás sebességéhez mindössze plusz 1,7 Mach-ot tett hozzá. A megnövelt érzékenységű infraérzékelő és a szemből történő indítás lehetősége miatt volt szükség az azonos méretű, de sokkal nagyobb impulzusú hajtóműre, amely akár 17 km-es kinematikai hatótávolságot is biztosíthat. A gyakorlati indítási távolság azonban szemből nem haladja meg a 10 km-t, míg hátulról még a felénél is kevesebb.¹⁶

¹⁵ Az AIM-9L Sidewinder légiharc-rakéta. i. m. (13. l.); *The AIM-9L Sidewinder Purchase and Its Responsible Use*. 2017. Elérhető: <https://pitzdefanalysis.blogspot.com/2017/11/the-aim-9l-sidewinder-purchase-emphasis-roe.html> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.); Papp–Óvári–Szilvássy i. m. (9. l.)

¹⁶ AIM-9 Sidewinder i. m. (14. l.); Gripen: Az AIM-9L Sidewinder légiharc-rakéta. i. m. (13. l.); *The AIM-9L Sidewinder Purchase and Its Responsible Use*. i. m. (15. l.); Damien Perrier: *Fox Two – Infrared Missile Target Tracking*. 2017. Elérhető: <https://medium.com/@OpenSeason/1946-germany-has-been-defeated-and-its-military-technology-put-under-the-microscope-the-west-e60b82926b40> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.); Szilvássy László – Békési Bertold: Rakéta hajtóművek. *Repüléstudományi Közlemények*, 11. (1999), 1. 263–271.; Szilvássy László – Békési Bertold: Repülőfedélzeti rakéták hajtóművei. *Bolyai Szemle*, (2002), 1–11.; Szilvássy László – Szabó László: Rakéták reaktív hajtóművei. *Repüléstudományi Közlemények*, 18. (2006), 1. 209–216.

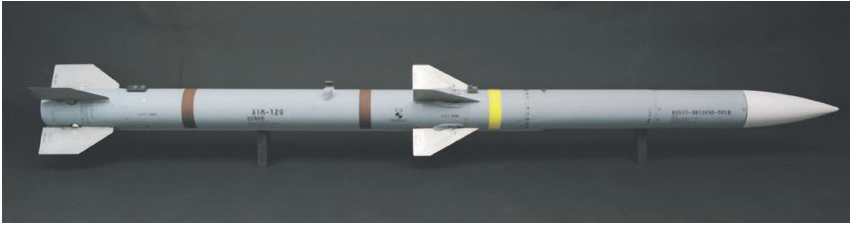
3.1.2. AIM-120C-5 közepes hatótávolságú légiharc-rakéta

Az AIM-120C-5 egy az Egyesült Államokban kifejlesztett AMRAAM-rakéta, amely az Advanced Medium Range Air-to-Air Missile szavak kezdőbetűiből áll, magyarul a felett közepes hatótávolságú levegő–levegő (légiharc-) rakétának felel meg. Az eszközt az 1980-as években fejlesztették ki az AIM-7 Sparrow leváltására, hogy képes legyen a rakéta látóhatáron túli célok leküzdésére is. Népszerűségének legjobb példája az, hogy több mint 14 000 db-ot gyártottak belőle az Amerikai Egyesült Államok légierőjének, haditengerészetének, és közel 33 más hadsereg légierői számára. 30 év alatt 10 légi győzelmet értek el a típussal. Irányítási rendszere szerint aktív lokátoros önirányítással van felszerelve, amelyet kiegészít egy tehetetlenségi navigációs rendszer. Ennek a rendszernek lényege az, hogy külső segítség nélkül képes a hordozóeszköz helyzetének megállapítására olyan formán, hogy az indítási helyet kell csak betáplálni az eszközbe. A mozgás közben bekövetkező változásokat, gyorsulásokat és elfordulásokat méri és azok alapján számítja ki a kiindulási pozícióból az aktuális helyzetét. Pontatlansága és viszonylagos bonyolultsága ellenére tengeralattjárókon, hajókon, űreszközökön és a fent említett rakétán is alkalmazzák.¹⁷ Az AIM-120 tömege 148 kg, amely nem nevezhető nehéznek a látóhatáron túli rakéták kategóriájában, hossza 3670 mm, törzsének átmérője 178 mm, szilárd hajtóanyagú, szuperszónikus rakétahajtóművel szerelt. A C-5 változattól csökkentették a szárnyfesztávolságot, hogy az F-22 belső fegyverteréből is indítható legyen. Sebessége közel négyszerese a hangsebességnek, a C-5-ös változat hatótávolsága pedig meghaladja a 105 km-t, harci része pedig 18 kg. Az indítást követően a rakéta és a hordozó rádióösszeköttetés segítségével pályamódosítást képes végrehajtani, amennyiben a cél helyzete jelentősen megváltozott az indítás előtti paraméterekhez képest. A rákurzus¹⁸ végén a tehetetlenségi navigáció helyébe az aktív rádiólokációs irányítási rendszer lép, és ez fogja az elfogást végrehajtani. Ez a kettős irányítási módszer adja meg a lehetőségét a „tüzelj és felejtse el” elvnek. Továbbá megkönnyíti a több célra való rakétaindítást is. Fontos megjegyezni, hogy az AIM-120 fel van szerelve egy olyan berendezéssel, amely érzékeli a cél által kibocsátott zavaró jeleket, és azok hatására az aktív rádiólokációs rendszerét átkapcsolja passzív önirányításúvá, hogy ne lehessen zavarni, de továbbra is a célra tartson. Érdekes, hogy ezeknek a rakétáknak bevezethetősége részben amerikai jóváhagyással történhet, elvileg nélküle a rakéta nem bevezethető. Pakisztán 2019-ben AMRAAM-rakétával lelőtt egy indiai MiG-21 BISON-t, és valószínűleg megrongált egy Szu-30 MKI harcászati repülőgépet. A fegyverhasználatáért az Egyesült Államok tiltakozó jegyzéket küldött decemberben a pakisztáni kormánynak.¹⁹

¹⁷ *A tehetetlenségi navigációs rendszer.* Wikipédia A szabad Enciklopédia. Elérhető: https://hu.wikipedia.org/wiki/Tehtetlens%C3%A9gi_navig%C3%A1ci%C3%B3s_rendszer (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

¹⁸ A cél rákurzusának nevezzük a cél haladási irányja és az irányzóvonal által bezárt szöveget, a cél irányszövegként is használatos.

¹⁹ *A JAS-39C/D Gripen repülőgépek fegyverzete, modernizációs lehetőségei* i. m. (5. l.); *A tehetetlenségi navigációs rendszer.* i. m. (17. l.); *AIM-120 AMRAAM.* Wikipedia The Free Encyclopedia. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/AIM-120_AMRAAM (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.); *AIM-120.* Directory of U.S. Military Rockets and Missiles. Elérhető: www.designation-systems.net/dusrm/m-120.html (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)



5. ábra

AIM-120C. Forrás: AIM-120. Directory of U.S. Military Rockets and Missiles. Elérhető: www.designation-systems.net/dusrm/m-120.html (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

4. Összegzés

Ebben a publikációban a JAS 39 Gripen légiharc-rakétái közül csak azokat tárgyaltuk, amelyek a Magyar Honvédségben is rendszerben vannak. Ezeken a rakétákon kívül számos más típust is integráltak a repülőgép fedélzetére. Néhány ismertebb típus: a) METEOR; b) AIM-9X; c) IRIS-T; d) AIM-120D.

Ezek a rakéták a legkorszerűbbeknek számítanak jelenleg a fegyverpiacon. Természetesen ez meghatározza a beszerzési költségeiket is. A jelenleg rendszerben álló Gripenjeink esetében, ha fejleszteni kellene a légvédelmi/légiharc-képességünket, célszerű lenne az említett típusok közül választani.²⁰

Felhasznált irodalom

Békési Bertold – Szegedi Péter: Ötödik generációs vadászipülőgépek fejlesztésének filozófiái. In Bodzás Sándor (szerk.): *Műszaki tudomány az észak-kelet magyarországi régióban*. Debrecen, 2015a. 194–206.

Békési Bertold – Szegedi Péter: *Trendek a vadászipülőgépek legújabb generációinak fejlesztésére alkalmazására*. XIV. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem (NYME), 2015b. 151–162.

Choudhari, Palash: *Prahaar Short Range Tactical Ballistic Missile*. 2017. Elérhető: <http://fullafterburner.weebly.com/terrain-battle-machines/prahaar-short-range-tactical-ballistic-missile> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)

Kakula János: *Rakéták szerkezetana*. Kilián György Repülő Műszaki Főiskola, Szolnok, 1989.

Papp, István – Óvári, Gyula – Szilvássy, László: Derivation of the Fundamental Missile Guidance. *Academic and Applied Research in Military Science – AARMS*, 14. (2015), 4. 341–348.

Óvári Gyula – Papp István – Szilvássy László: Rakéta mozgásegyenletek. *Hadmérnök*, 10. (2015), 3. 56–63.

Szilvássy László: A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2008.

²⁰ A JAS-39C/D Gripen repülőgépek fegyverzete, modernizációs lehetőségei. i. m. (5. lj.); Szilvássy (2018) i. m. (8. lj.)

- Szilvássy László: *A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben*. (A tanulmány a szerző ZMNE Katonai Műszaki Doktori Iskolában megvédett doktori [PhD] értekezésének főbb eredményeit mutatja be). Elektronikus Műszaki Füzetek X. Debrecen, MTA DAB Műszaki Szakbizottsága, 2011. Elérhető: http://store1.digitalcity.eu.com/store/clients/release/musz_fuz_jo_04.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- Szilvássy László: Meteor rakéta. In Szilvássy László (szerk.): *Repüléstudományi Szemelvények*. Szolnok, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Intézet, 2018. 119–142. Elérhető: www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/RepSzem-2018.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- Szilvássy László – Békési Bertold: Rakéta hajtóművek. *Repüléstudományi Közlemények*, 11. (1999), 1. 263–271.
- Szilvássy László – Szabó László: Rakéták reaktív hajtóművei. *Repüléstudományi Közlemények*, 18. (2006), 1. 209–216.
- Szilvássy László – Békési Bertold: Repülőfedélzeti rakéták hajtóművei. *Bolyai Szemle*, (2002), 1–11.

Internetes források

- AIM-120 AMRAAM. Wikipedia The Free Encyclopedia. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/AIM-120_AMRAAM (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- AIM-120. Directory of U.S. Military Rockets and Missiles. Elérhető: www.designation-systems.net/dusrm/m-120.html (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- Az AIM-9L Sidewinder légiharc-rakéta. Elérhető: www.superfighter.hu/Article/AzAIM9LSidewinderlgharcraketa/index.html (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- The AIM-9L Sidewinder Purchase and Its Responsible Use. 2017. Elérhető: <https://pitzdefanalysis.blogspot.com/2017/11/the-aim-9l-sidewinder-purchase-emphasis-roe.html> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- AIM-9 Sidewinder. Wikipedia The Free Encyclopedia. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/AIM-9_Sidewinder (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- A JAS-39C/D Gripen repülőgépek fegyverzete, modernizációs lehetőségei. Military-Technology, 2019. Elérhető: https://military-technology.blog.hu/2019/12/28/a_jas-39c_d_gripen_repulogepek_modernizacios_lehetosegei?fbclid=IwAR3gG9fdXlnZecUCjuwSwGcutMyEtTKJO5mEpzxVG79H-ITM8-gEjJjGcM (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- JAS 39 Gripen. Wikipedia The Free Encyclopedia. Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Saab_JAS_39_Gripen (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- Perrier, Damien: *Fox Two – Infrared Missile Target Tracking*. 2017. Elérhető: <https://medium.com/@OpenSeason/1946-germany-has-been-defeated-and-its-military-technology-put-under-the-microscope-the-west-e60b82926b40> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- Rolleron. Wikipedia The Free Encyclopedia. Elérhető: <https://en.wikipedia.org/wiki/Rolleron> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- A tehetetlenségi navigációs rendszer. Wikipédia A szabad Enciklopédia. Elérhető: https://hu.wikipedia.org/wiki/Tehetetlens%C3%A9gi_navig%C3%A1ci%C3%B3s_rendszer (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)
- Thai Military and Asian Region. Elérhető: <https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2017/04/27/gripen-multirole-fighter-aircraft/> (A letöltés dátuma: 2020. 06. 10.)