

Bozóki János<sup>1</sup>

## KATONAI REPÜLŐ ESZKÖZÖK AKTÍV ÉS PASSZÍV VÉDELEMI LEHETŐSÉGEI INFRAVÖRÖS ÖNIRÁNYÍTÁSÚ RAKÉTA TALÁLAT ELLEN<sup>2</sup>

### **Absztrakt**

*Az elmúlt évtizedek háborús tapasztalatai egyértelműen igazolják, hogy a megsemmisítő eszközök alkalmazását napszak, évszak, időjárási viszonyok már nem korlátozzák. A katonai repülő eszközökre a legnagyobb veszélyt az infravörös önirányítású levegő-levegő illetve föld-levegő rakéták jelentik, mivel a megcélzott repülő eszközök megsemmisítési valószínűsége az egyszerű, vizuális módszerekhez képest nagyságrendekkel nagyobb. A jelenlegi megsemmisítő eszközöket ugyan már felszerelhetik passzív vagy aktív rádiólokátoros, illetve lézeres önrávezetéssel is, de a legelterjedtebb vezérlési forma a passzív infravörös önirányítás.*

*Napjaink helyi háborúinak tapasztalatai alapján az infravörös önirányítású rakéta az egyik leghatékonyabb légvédelmi fegyver, amelyet valaha is alkalmaztak. A katonai repülő eszközök túlélését az infravörös önirányítású rakétákkal szemben nagyban befolyásolják a repülő eszközök által alkalmazott elektronikai védelmi eszközök és módszerek is, de ezek hatékonysága megkérdőjelezhető, ha nem ismerjük pontosan a lehetséges megsemmisítő eszközök típusait hatásait.*

### **ACTIVE AND PASSIVE PROTECTION OF MILITARY AIRCRAFT FROM HOMING PASSIVE INFRARED MISSILES**

### **Abstract**

*Experience gained during past wars prove weapons of destruction can be deployed regardless any part of the day, season or weather condition. It is the self-guided homing infrared air-to-air and ground-to-air missiles that pose the greatest threat to military aircraft since the possibility of destroying an aircraft in this way is a lot higher than with other visual methods. Present days' weapons are already equipped with passive and active radio locator and LASER homing guidance systems. Yet the most common way is passive infrared homing guidance.*

*Based on experiences gained from today's local armed conflicts/ wars infrared self-guided/ homing missiles are the most effective means of anti-aircraft weapons ever used. Aircraft combat survivability against self-guided/ homing missiles is greatly affected by the electronic anti-missile protection and methods applied on the aircraft itself. Although the effectiveness of these self-defence systems can be question marked in case the type of the possible weapon aimed against the aircraft is unknown.*

## **A KATONAI REPÜLŐ ESZKÖZÖK FENYEGETETTSÉGE A HARCTÉREN**

A korszerű hadseregekben számos repülőgépet, helikoptert, pilótanélküli eszközt, léggömböt és léghajót alkalmazhatnak a harctéren különböző felderítési, harci, szállítási és egyéb feladatokra. Bár napjainkban a katonai repülő eszközökre a legnagyobb veszélyt a passzív infravörös

<sup>1</sup> okleveles mérnök ezredes, MH Légijármű Javítóüzem parancsnoka bozoki@fibermail.hu

<sup>2</sup> Lektorálta: Dr. Szilvássy László okl. mk. alez; egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyeteme Katonai Repülő és Légvédelmi Tanszék

rös önirányítású légiharc és/vagy légvédelmi rakéták jelentik, nem szabad elfeledkezni a földi telepítésű légvédelmi gépágyúk, kézi fegyverek, illetve a repülőgépek gépágyúinak romboló hatásaitól sem. Ezen eszközök pusztító hatásait alapvetően a repülési útvonalak helyes megtervezésével és manőverek végrehajtásával kerülhetjük el.

Természetesen tudomásul kell venni, hogy az infravörös irányítású rakéták rövid hatótávolsággal (légiharc: 1-30 km; légvédelmi: 1-15 km) rendelkeznek, illetve alkalmazhatóságukat erősen befolyásolják a látási viszonyok (köd, füst, eső stb.), de alkalmazásuk eredményessége önmagukért beszél. Vietnámtól kezdve Falklandon és Afganisztánon keresztül az Öböl háborúig az infravörös önirányítású rakéták sorra szedték az áldozataikat. Még a nagy hagyományokkal rendelkező légierők is kénytelenek voltak gyökeresen megváltoztatni a harcászati elveiket, hogy kikerüljék az ezen egyszerű, olcsón előállítható rakéták által jelentett fenyegetést.

A helyi háborúkban 1973 óta bekövetkezett repülőgép veszteségek 49 %-a az infravörös önirányítású légvédelmi rakétáknak tudható be. Más kutatások szerint az utóbbi 15 évben a lelőtt repülőgépek 90 %-át a vállról indítható infravörös önirányítású rakétákkal lőtték le. Az első öbölháborúban bekövetkezett 29 USA repülőgép veszteségből 12 írható az SA-14, SA-16 (Sztrela-3/Igla) számlájára. Természetesen mindez annak ellenére történt, hogy a lelőtt repülőgépek az elérhető legmodernebb aktív és passzív infravörös védelmi eszközökkel is rendelkeztek.

A hidegháborús korszakot követő új helyzetben a béketeremtő és humanitárius feladatokat ellátó repülőgépek személyzetét is fenyegeti az a veszély, hogy valaki valahol úgy dönt, hogy előveszi a bőröndből a vállról indítható infravörös rakétáját és kilövi azt. A lövész lehet akár egy terrorista is 10 percnyi kiképzés után, ami abból áll, hogy le kell venni a fedősapkát a rakétáról, rákapcsolni a feszültséget, lehűteni a fejet, célozni, befogni a célt, tüzelni és eltűnni. [1]

Napjainkban az egész világon kb. 700 ezer infravörös fejjel ellátott vállról indítható rakéta van katonai kézben, ugyanakkor kb. 5-150 ezer rakéta, különböző terrorista és gerilla csoportok kezében, ami igazán nagy fenyegetettséget jelent a katonai és polgári repülőgépeknek. [2]

## **AZ INFRAVÖRÖS ÖNIRÁNYÍTÁSÚ RAKÉTÁK FEJLŐDÉSI IRÁNYA**

Az infravörös önirányítású rakéták alkalmazási módja szerint beszélhetünk légiharc és légvédelmi rakétákról. A közös bennük az, hogy a repülő eszközök hajtóműveinek vagy egyéb forró alkatrészeinek infravörös tartományú hőkisugárzását használják fel információként a rávezetéshez.

A katonai repülő eszközök nagyteljesítményű hajtóművei igen jó hőkontraszttal rendelkeznek a hideg égbolt háttér előtt. A katonai repülő eszközök hőkisugárzásának nagysága folyamatosan változik az oldalszög függvényében, ugyanakkor, ha az AH-64 helikopter hőkisugárzását 1-nek vesszük, akkor a C-130 légszárnyos szállító-repülőgép 10-szer, az F-16 vadászipülőgép 35-ször és a C-17 sugárhajtóműves szállító-repülőgép, pedig 100-szor nagyobb hősugárzással rendelkezik. [1]

A kezdeti infravörös önirányítású rakéták esetében a kellő találati valószínűség eléréséhez egyenes rálátás kellett a repülő eszköz magas hőmérsékletű hajtóművére, ezért csak korlátozottan, a hátsó légtérből voltak alkalmazhatóak. A legújabb típusok már nagyobb érzékenységgel rendelkeznek és képesek hatékonyan feldolgozni a repülő eszköz hajtóműből kiáramló

gázsugár, valamint a repülő eszköznek viszonylag hidegebb részeinek infravörös sugárzását. Ilyenek lehetnek a hajtómű külső burkolata, a szárnyak belépő élei, sőt elegendő maga a repülő eszköz infravörös kontúrja is, ezért az új fejlesztésű rakéták bármely irányszögből sikerrel alkalmazhatók úgy közeledő, mint távolodó repülő eszközök ellen.

A hagyományos infravörös önirányítású rakétáknál alkalmazott optikai vezérlés elve igen egyszerű. Az érzékelő egység a rakéta orr részében nyer elhelyezést. Az érzékelő érzékeli céltárgy rakéta tengelyéhez viszonyított szögeltérését és olyan hibajeleket ad a vezérlő számára, amely úgy korrigálja a rakéta irányát, hogy az mindig a cél felé haladjon.

Egyes rakéta típusokban álló modulátortárcsát alkalmaznak és a modulátorra érkező fénysugarat térítik ki valamilyen módszerrel. Például a Stinger típusú rakétánál alkalmazott megoldás az úgynevezett rózsza típusú letapogatás. Ebben az elrendezésben a modulátortárcsa áll, a célról beérkező jelet a modulátor előtt forgó prizma térítik ki, így létrehozva a körkítérítést. A rózsza típusú letapogatás előnye, hogy kiszűri a nagy kiterjedésű vonalas objektumokat és nagyfokú védettséget biztosít az infracsapdákkal szemben.

A találati valószínűség és az infracsapdákkal szembeni ellenálló képesség növelésére a korszerű rakétákhoz az eddigiektől eltérő elveken működő, kétdimenziós hőkép alapján történő rávezetést dolgoztak ki. Az ilyen képalkotáson alapuló rávezetésnek előnye, hogy az infravörös sáv azon, nagyobb hullámhosszú, tartományában működik, ahol nemcsak a repülő eszköz hajtóművei, de egyéb más kevésbé meleg alkatrészek is elegendő hőt sugároznak ki a modern rávezetőfejek számára. A kialakuló kétdimenziós, monokróm képen a céltárgy hőképe látható, az egyes képpontok fényessége képviseli a céltárgy adott pontjának hőmérsékletét.

A korszerű rakétáknál már a kétdimenziós hőkép szerint történő követést és rávezetést részesítik előnyben. Ennél a követési módnál a rávezetőfej a céltárgyat és a közvetlen környezetét is letapogatja egy infravörös érzékelő mátrixszal. A kétdimenziós érzékelő mátrix a távoli infravörös sávban üzemel, ezzel biztosítva, hogy a repülő eszköz teljes képét érzékelje. Az érzékelőn a céltárgy alakjának megfelelő hőkép alakul ki. Természetesen a kétdimenziós infravörös érzékelés és rávezetés nagy teljesítményű mikroprocesszor alkalmazását feltételezi. A céltárgy mozgásakor a létrejött hőkép változása alapján a mikroprocesszor dolgozza ki a rávezetéshez szükséges pályaadatokat.

A hőkép alapú rávezetés esetén a rakéta már nagy biztonsággal különbséget tud tenni a nagyméretű céltárgy és az infracsapda között, így az ilyen rakéták igen jó infracsapda elleni védelemmel rendelkeznek. Az 1. ábra az infravörös önirányítású rakéták fejlődési irányát mutatja.



1. ábra Az infravörös önirányítású rakéták fejlődési iránya [3]

Napjaink legvalószínűbb fenyegetésének a vállról indítható légvédelmi infravörös önirányítású orosz SA-7, -14 -16 (Sztrela/Igla) és az USA FIM-92 (Stinger) tűnik, mert ezek a típusok terjedtek el világszerte az utóbbi években.

Az SA-7 rakéta viszonylag egyszerű, vietnámi háború korabeli fegyver, amely számtalan modernizáción ment keresztül a közelmúlt háborúk tapasztalatai alapján, aminek következtében képes ellenállni a legmodernebb ellenrendszabályoknak is.

A modernebb érzékelő anyagok alkalmazásának köszönhetően az infravörös keresőfejek alkalmazási sávja a  $\lambda=3-5$  mikron tartományból eltolódott abba a  $\lambda=8-13$  mikron tartományba, ahol a repülő eszköz hajtóművek már nemcsak hátrafelé, de oldalirányba jelentős mértékben sugároznak.

A légiharc rakéták közül a legelterjedtebb típus az USA AIM-9 (Sidewinder) család, amely legmodernebb változata az AIM-9X. A rakéta passzív infravörös célkoordinátorral, arányos közelítő rávezető algoritmussal és zárt hurkú rávezetéssel rendelkezik. A rakéta egy köldökzsinórral kapcsolódik az indítórendszerhez. Az AIM-9X három működési fázissal rendelkezik, befogási szakasz, indítás és a szabad repülés szakasz.

Az AIM-9X felderíti az infravörös kisugárzást és rávezeti magát a kisugárzó célra. Amikor az infravörös kisugárzó cél a keresőfej látószögébe kerül, a rendszer egy figyelmeztető jelet ad a pilótának, hogy a rendszer potenciális céltárgyat észlelt. Ezután többféle módszer is van a

célzásra, az egyik szerint a pilóta a repülőgép manőverezésével állítja a rakétát a célirányra, majd amikor a célról érkező jel meghaladja a befogási küszöbértéket, indíthatja a rakétát.

A másik módszer az úgynevezett SEAM<sup>3</sup> üzemmód, amelyek lényege, hogy a keresőfej bizonyos határok között mozgatható és kapcsolatban áll a repülőgép radarral, amely a célra vezérli a keresőfejet. A keresőfejet addig mozgatják, amíg az hangjelzéssel nem jelzi, hogy befogta a célt, azután a rakéta indítható.

A harmadik módszer szerint a pilóta a sisakcélzó készülékkel vezérli a keresőfejet. Valószínűleg ez a módszer az, amely biztosítani tudja a leggyorsabb reagálást, a „vedd észre elsőnek és lódd le elsőnek” módszer alkalmazásának lehetőségét a vizuális láthatóság határain belül. [1]

## **A VÉDELEM PASSZÍV LEHETŐSÉGEI**

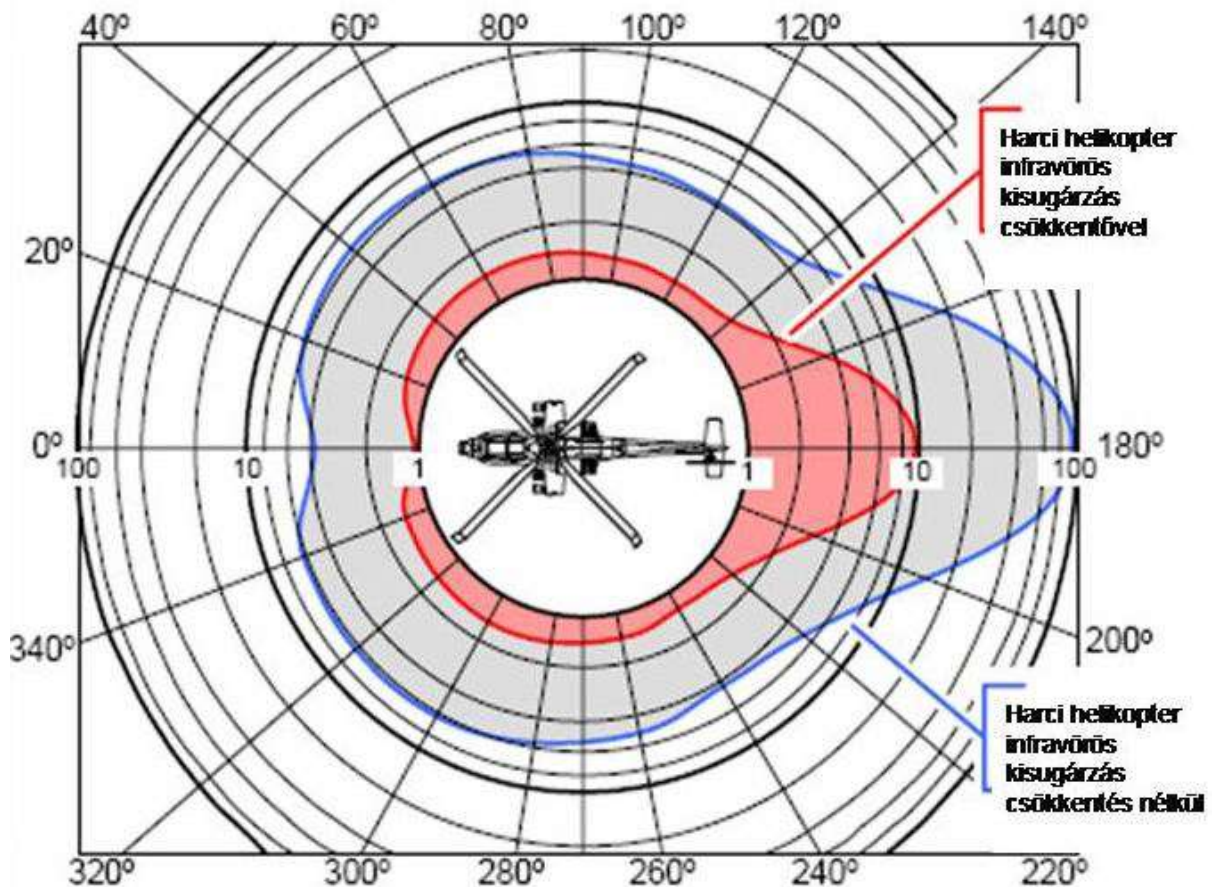
Az infravörös sugárzás csillapítása a levegőben kisebb, mint a látható fény tartományban, ezért infravörös tartományban kétszer-háromszor nagyobb a felderítés távolsága. A katonai repülő eszközök infravörös felderítés elleni védelme alatt olyan passzív megoldásokat értünk, amelyek az infravörös tartományban a repülő eszközök egész életében csökkentik felderíthetőségük távolságát.

A katonai repülő eszközök infravörös sugárzásának „álcázása” azért nehéz, mert a repülő eszközök működésekor felszabaduló hő nyomtalanul nem szórható szét a környezetben. Például a vadászgépek az infravörös sugárzásuknak 70-90 %-át a hajtómű fűvócsöveinél 3,2-4,8 µm tartományban, 2-3 méternyi távolságban sugározza ki. A repülő eszközök hajtóműveinél alkalmazott hőmérsékletcsökkentő technikák elsődleges célja az, hogy a magas hőmérsékleten ionizálódó gáz mennyiségét csökkentsék, hiszen ez nagymértékben visszaveri az elektromágneses hullámokat. A hajtóművek hőkibocsátását csökkentő technikáknak köszönhetően a korszerű repülőgépek alig bocsátanak ki a környezetüknél melegebb levegőt, még hangsebesség fölött sem, mivel azt képesek utánégető nélkül is elérni. Hangsebesség fölött már a súrlódás is termel gyenge hőt, amelyet az érzékeny célkoordinátorral ellátott infra rakéták érzékelhetnek. A 2. ábrán egy harci helikopter hőkisugárzásának változása látható az infravörös kisugárzást csökkentő eszköz alkalmazásával.

---

<sup>3</sup> Sidewinder Expanded Acquisition Mode



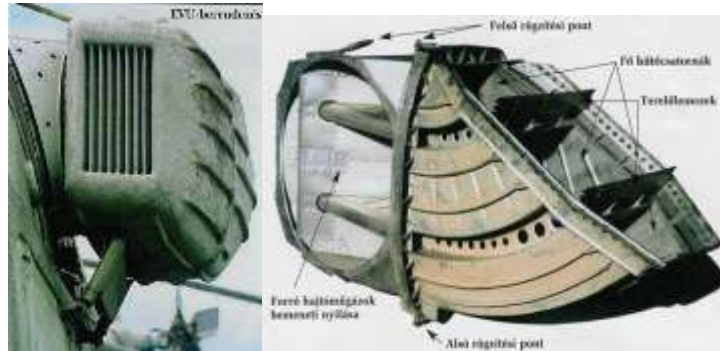


2. ábra harci helikopter hőkisugárzásának eloszlása [4]

A katonai repülő eszközök infravörös sugárzásának a környezeti sugárzáshoz viszonyított értéke csökkenthető:

- a fűvocsövek körkörös árnyékolásával;
- az árnyékoló szerkezeti elem belső falának infravörös sugárzást át nem eresztő réteggel való bevonásával;
- a hajtómű kiáramló gázainak hűtésével még a kilépés előtt, jelentős mennyiségű hideg levegőt hozzákeverve (harci üzemmódon még járulékosan víz-alkohol keverék hozzáadásával), hogy azok minél kevésbé tudják a szerkezeti elemeket felmelegíteni;
- a kiáramló hűtött gáz irányának olyan megváltoztatásával, hogy azok minél korábban a forgószárny által megmozgatott nagytömegű környezeti levegő áramlásában elkeveredjenek;
- a fűvocső szívóhatásának felhasználásával a hajtómű és a hajtómű-borítás közötti, valamint a főreduktor teréből a meleg levegő kiszívásával, akadályozva a borító sárkány elemek átmelegedését.[5]

A ma korszerű harci helikopterek mindegyike kielégíti ezeket a követelményeket, e segédeszközök a sárkányszerkezet részei. A „Mi” típusú orosz helikopterekhez az infravörös sugárzás-csökkentő berendezéseket pótlólag fejlesztették ki (3. ábra). (Ezzel hasonló elven működőket alkalmaznak a Tiger, S-70, S-76, Gazella, Cougar, AH-64A Apache, Bell AH-1 Cobra, Augusta A-129A, Aerospetiale Panther, stb. típusokon.)[5]



3. ábra infravörös sugárzáscsökkentő berendezések

Harcéri körülmények között, e berendezések általában a helikopter saját infravörös sugárzását a hadszíntér egyéb infravörös sugárzási elemeinek szintje alá csökkentik, ami megnehezíti az eszköz infravörös felderítését és infra célkoordinátorral szerelt rakéta indítását.[5]

## A VÉDELEM AKTÍV LEHETŐSÉGEI

Az elmúlt évtizedekben az infravörös önrávezetésű rakéták áldozatául esett repülő eszközök többségénél elmondható, hogy a repülő eszközök egyáltalán nem, vagy nem a megfelelő védelmi eszközökkel rendelkeztek. Természetesen lehetetlen megvédeni minden egyes repülőgépet az összes rakéta típus ellen. Figyelembe kell venni, hogy egyes védelmi eszközök, módszerek csak a rakéták bizonyos típusai ellen hatékonyak. Az egyik fő probléma az adott rakéta ellen megfelelő hatékonysággal bíró védelmi eljárás kiválasztása.

A modern repülő eszközök rendelkeznek megfelelő fenyegetés-értékelő és kijelző rendszerrel, amely érzékeli és besorolja a repülő eszközökre leselkedő veszélyeket és kijelzi azokat a pilóta számára, aki a kapott adatok alapján választja ki és alkalmazza a megfelelőbb védelmi eszközöket.

Az infravörös légvédelmi rakéták nagymértékű elterjedése mellett már egyetlen 5000 m alatt repülő eszköz sem engedheti meg magának, hogy ne alkalmazzon valamilyen védekezési módszert az infravörös rakéták ellen. A merevszárnyú gépek számára megfelelő megoldás lehet az rakétaindítás jelző infracsapda kivetővel kiegészített alkalmazása. A helikopterek és bizonyos nagyméretű szállítógépek számára pedig a rakéta indításjelző – infravörös zavaró kombináció tűnik kézenfekvőnek. Az viszont kijelenthető, hogy az infravörös rakéták új nemzedéke elleni tevékenység első lépésének mindenképpen a rakéta indítás észlelésének és jelzésének kell lennie.

A védelem lényege hogy, rakéta indítás észlelése esetén, a helikopter a saját termikus jellemzőit szimuláló, megtévesztő infravörös forrásokat bocsát ki, automatikus, kézi, vagy kombi-

nált indítással. Ezek hatékonyságát jelentősen befolyásolja az alkalmazott infra töltetek száma, elhelyezése a sárkányon és a működtetés módja. [5]

## ÖSSZEGZÉS

Napjaink katonai konfliktusai alapján megállapítható, hogy a katonai repülő eszközök számára a legnagyobb veszélyt továbbra is a vállról indítható infravörös légvédelmi rakéták jelentik. Az aszimmetrikus hadviselés kialakulása miatt a vállról indítható rakéták gyors elterjedésével egyre több terroristacsoport jut ilyen fegyverhez. A terroristák kezében a viszonylagos olcsó és a könnyen kezelhető eszköz, hatékony fegyveré válhat a katonai repülő eszközök ellen.

A katonai repülő eszközök túlélése az infravörös önirányítású rakéták támadásai ellen, csak korszerű infravörös zavaró eszközök és vegyes felépítésű (különleges) infracsapdák együttes alkalmazásával is csak „nagy valószínűséggel” biztosítható. Ugyanakkor az infravörös önirányítású rakéták továbbra is folyamatos modernizáción mennek keresztül, általánossá válik a két szintartományú célkoordinátor és már megjelent infravörös képalkotó célkoordinátor is. Természetesen az infravörös védelmi eszközök korszerűsítését sem lehet elhanyagolni, újabb védelmi eszközöket és alkalmazási módszereket kell kidolgozni.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Tandari Ferenc: Elektro-optikai és infravörös vezérlésű fegyverek alkalmazása és az ellenük való védekezés lehetőségei, MHLP, Veszprém, 2003.
- [2] Homeland Security: Protecting Airliners from Terrorist Missiles, <http://www.fas.org/irp/crs/RL31741.pdf> 2010-06-23
- [3] Advancing EO/IRCR Threat, [http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/equip/docs/Industry\\_Day\\_Overview\\_00-02-04/sld004.htm](http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/equip/docs/Industry_Day_Overview_00-02-04/sld004.htm) 2010-06-23
- [4] Electronic Warfare Self-Protection of Battlefield Helicopters: A Holistic View <http://lib.tkk.fi/Diss/2005/isbn9512275465/isbn9512275465.pdf> 2010-06-23
- [5] Dr. Óvári Gyula: Biztonság- és repüléstechnikai megoldások katonai helikopterek harci túlélőképességének javítására. [http://www.szrfk.hu/konf2005/cikkek/ovari\\_gyula.pdf](http://www.szrfk.hu/konf2005/cikkek/ovari_gyula.pdf) 2010-06-23