

A STEALTH TECHNOLÓGIA HATÁSA A XXI. SZÁZAD KATONAI REPÜLŐESZKÖZEINEK ALKALMAZHATÓSÁGÁRA

Keszthelyi Gyula mk. ezredes
MH Logisztikai főigazgató helyettes
Dr. Óvári Gyula mk. alezredes, egyetemi docens
ZMNE, BJKMFK, Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék

A XXI. század katonai repülőeszközeinek létrehozásánál meghatározó konstrukciós elv a stealth (lopakodó) technológia alkalmazása. Ennek eredményeként átalakul a fegyveres küzdelem tartalma, formája, várható eredményessége. A néhány év múlva repülő fegyverzetváltás előtt álló Magyar Honvédségnek e tény — a felelős döntés-előkészítés és beszerzés során — nem célszerű figyelmen kívül hagynia, amennyiben a kor színvonalának megfelelő honvédelemre és egyenrangú partner-kapcsolatra törekszik.

BEVEZETŐ

A XXI. század várható háborús tevékenységének formáira és eszközeire vonatkozó kutatások az *alacsony felderíthetőségű (lopakodó = STEALTH) légi járművek* és a *precíziós fegyverek* alkalmazásának túlsúlyát prognosztizálják. A előrejelzések helyességét az Öböl- és Balkáni háborúk tapasztalatai, trendjei egyértelműen igazolják. A megsemmisítő eszközök találati pontossága, pusztító ereje ugyanis olyan mértékben megnövekedett, hogy az ellenük való hatékony védelemre — legalább is repülőeszközök esetében — kevésnek bizonyultak az eddig alkalmazott passzív és aktív módszerek (páncélozás, rendszerek dublázása, dipól- és infracsapda alkalmazása, rádióelektronikai zavarás stb.). Megnyugtató védelmet csak a megsemmisítési folyamat — *felderítés, észlelés → azonosítás → célzás → fegyver működtetés (rávezetés) → találat* — elemeiből már az első(k) konstrukciós kiküszöbölése jelentheti.

Az elmúlt évtizedek tudományos-technikai fejlődése lehetővé tette a felderítést, észlelést a hagyományos vizuális és auditív módszerek mellett lokátorok, lézerek, hőpelengátorok stb. segítségével. Ennek következményeként szükségessé vált a *felderítést, észlelést kizáró új módszerek* kutatása, e tevékenység tudományos igényű komplex vizsgálata. Ennek eredménye, a Stealth technológia megjelenése, melynek

elterjedése, alkalmazása gyökeresen megváltoztatja a harctevékenység formáját, tartalmát, eszközeit, vezetésének lehetőségeit, biztonságpolitikai értelemben a *támadó fegyverek dominanciájához vezet*.

A hozzáférhető hézagos információk ellenére is biztosan megállapítható, hogy a *STEALTH technológia* nem egyetlen csodamódszer vagy anyag felhasználását jelenti, hanem azon *elméletek, műszaki megoldások és anyagok komplex gyakorlati alkalmazását*, amelyek segítségével a légi jármű a repülési *magasságtól és sebességtől függetlenül teljesen*, vagy döntő részben *rejtve marad valamilyen felderítő eszközzel szemben az észlelhetőség teljes spektrumában*.

A STEALTH-TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA

Ismert, hogy a hagyományos repülőeszközökről széles frekvencia-tartományban nyerhető felderítésre alkalmas információ, melyek közül:

- sárkány és hajtómű tükröző felületeiről visszavert fény- és rádióhullámok;
- a fedélzeti berendezések által kibocsátott elektromos, elektromágneses jelek, a hajtómű hő- és hang jelenségei, a kondenzcsík, áramlási turbulenciák alkalmasak leginkább detektálásra.

Ezeket célszerű rangsorolni a felderítés és a megsemmisítő fegyverrendszerek vezérlésére szolgáló eszközök működési elve, hatékonysága, hatótávolsága stb. alapján. E szerint a *lokátor* és a *hőpelengátor* jelenti a legnagyobb veszélyt felderítő-, illetve megsemmisítő eszköz (vezérlő) elemeként, így a védelem konstrukciós biztosításánál is ezekre kell a legnagyobb figyelmet fordítani [5].

Ebből adódóan a STEALTH-technológiával épült légijárműveknél:

- nagymértékben csökkenteni szükséges a sárkány és a hajtómű lokátorhullámokat visszaverő felületeit olyan formai kialakítás, illetve szerkezeti anyagok, berendezések felhasználásával, amelyek visszatükrözési tulajdonságai gyengék, és az őket érő lokátor-hullámok teljes vagy döntő részét elnyelik;
- a repülőgép és rendszerei által kibocsátott hő, elektromos, mágneses, fény, hang stb. kisugárzásokat meg kell szüntetni (vagy gyengíteni!).

A fenti elveknek megfelelő STEALTH építési mód néhány ismertté vált megoldása az alábbiakban foglalható össze.

A SÁRKÁNY VISSZATÜKRÖZŐ FELÜLETEI NAGYSÁGÁNAK ÉS VISSZAVERŐ KÉPESSÉGÉNEK CSÖKKENTÉSE HAGYOMÁNYOS SZERKEZETI ANYAGOK ALKALMAZÁSÁVAL

A különböző méretű és szerkezeti kialakítású repülőgépek rádiólokációs felderíthetőségének elemzése nyomán kiderült, hogy a legerősebb jelek a sárkány nagy összefüggő sík fémfelületeiről (szárny, vezérsíkok, törzs, szívócsatornák külső és belső falai, a hajtómű kompresszorának első fokozata stb.), valamint a külső függesztményekről, főként oldalirányba verődnek vissza. A felderíthetőség a *céltárgy hatásos visszatükröző keresztmetszetétől* függ. (A dB-ben megadott reflektált jel nagysága arányos a hatásos keresztmetszettel, amely egyebek között függ még a céltárgy geometriai méreteitől, valamint ezek arányától az alkalmazott elektromágneses hullámok hosszához képest, a hullámok polarizációs síkjától, a gép felületi egyenetlenségeitől, a megvilágítás irányától stb.).

A repülőgépről visszaverődő rádióhullámok intenzitása nagymértékben csökkenthető, ha a sárkány külső felületét olyan ívelt és/vagy egymással szöget bezáró síklapból alakítják ki (ld. F—117!), melyek a rájuk eső lokátor sugarakat a tér minden irányába (de döntően a világűr felé!) szétszórják. A hagyományosan külső függesztményeket (rakéták, póttartályok) a sárkányon belül helyezik el, a hajtómű szívócsatorna belépő-keresztmetszetét — lehetőleg — a törzs felső részén alakítják ki (bár ez a szívócsatorna és a hajtómű hatásfokát is csökkenti!).

Azoknál a konstrukciónál, amelyeknél nem lehet eltekinteni a szívócsatorna, hajtómű vagy külső függesztmények törzson, szárnyon kívüli elhelyezésétől, körültekintő meghatározást igényel a sárkány-elemek olyan optimális elrendezése, amelyekkel a gépet érő hullámok legnagyobb mértékű belső áttükrözése biztosítható. A visszatükrözési tulajdonságok tovább gyengülnek, amennyiben a rádióhullámokat átbocsátó áramvonalas borítólemezek alatt a sárkány fém teherviselő elemeinek (pl. bordák) kialakításánál is belső áttükrözést biztosító felületeket képeznek ki.

A SÁRKÁNY VISSZATÜKRÖZŐ KÉPESSÉGÉNEK MEGSZÜNTETÉSE (GYENGÍTÉSE) SPECIÁLIS ESZKÖZÖK, ANYAGOK ÉS BEVONATOK ALKALMAZÁSÁVAL

A korszerű rádiólokátorok általában széles frekvenciatartományban üzemelnek, így a repülőgép szerkezeti elemeit, illetve az alkalmazott speciális anyagokat az

ehhez tartozó sugárzás elnyelésére kell optimalizálni. A lokátor-technika fejlődése és az üzemi frekvenciatartomány kiszélesedése is szükségessé teszi az elnyelési tartomány kiszélesítését, ennek eredményeként az utóbbi években gyors fejlődésnek indult a rádióhullámokat elnyelő anyagok gyártási technológiája.[6]

A repülőgép rádiólokátor hullámokat átbocsátó-, illetve a kompozitok visszautükröző képessége anyaguk fizikai jellemzőitől, mindenekelőtt a *dielektromos permittivitásuktól* (ϵ) és *mágneses permeabilitásuktól* (μ), valamint az elektromos karakterisztikáiktól függ (utóbbihoz értve az R-L hullámok elhajlási szögét is). További fontos jellemzők a dielektromos állandó és a *veszteség szögének tangense* ($\tan \delta$), amely az alkalmazott kompozit szálának és mátrixának anyagától függ. A mágneses kompozitok elnyelő-képességét a mágneses hiszterézis fajtája határozza meg.

Ennek megfelelően az *R-L hullámokat elnyelő anyagok* kétfélek, *dielektromosak* és *mágnesesek* lehetnek. A dielektromos és mágneses sajátosságuk, vastagságuk, veszteségeik, impedanciájuk, belső optikai tulajdonságaik szabályozásával optimalizálható a rádióhullám elnyelő képesség egy, több, vagy a teljes frekvenciatartományban. (A jel teljesítményének 99 %-a elnyelődik, visszautükrözési együttthatója 20 dB.)

A *rezonáns-elnyelők* szendvics szerkezetében a visszautükröző felülettől a beeső hullámhossz egynegyedének ($\lambda/4$) megfelelő távolságra vékony ellenállásréteget (ekránt) helyeznek el, amely felületi ellenállásának impedanciája megközelelti a külső tér impedanciáját, ezáltal minimális lesz az elektromágneses anyagról a visszaverődés. Az ekránt érő sugárzás egy része közvetlenül visszaverődik (R), további része a felületen megtörve a fémrétegről tükröződik vissza. Mivel az ekrán és a fémfelület távolsága $\lambda/4$, az utóbbi hullám 180° -os fáziskésésbe kerül az R hullámhoz képest, interferálnak és kioltják egymást.

A *raszteres sugárzáselnyelő* (PD) olyan többrétegű dielektromos bevonat, amit fémek vagy szilícium (fémkerámia) gőzeinek kicsapásával állítanak elő. Felületére a rádiólokációs sugarakat gyengítő, négyzethálós mintázatot maratnak, amelyek a hullámhossztól függően egy-, vagy több frekvenciát visszavernek, míg a többit átbocsátják.

Fizikai-kémiai elven működő *sugárzást elnyelő anyag*, ún. *ATRSBS-bevonat* (Anion Transverse Reduction of Salt on Base Schiff) is. A Schiff-bázisú sók csoportjába tartozó, bonyolult vegyület szénláncához ún. perklorát ionok kapcsolódnak. A három oxigén és egy klóratomból felépülő ionok elektrosztatikus kötése annyira labilis, hogy akár már egyetlen fényfoton becsapódásának hatására is felbomlik csekély mennyiségű hőenergia felszabadulása közben és terjed szét, majd a perklorát ion visszakapcsolódik a szénlánchoz. A fény adszorbeálódása és a visszarendeződés a másodperc tört része alatt tetszőleges gyakorisággal, reverzibilisen, végbemehet.

A szárny éles belépőéle és a kilépőél között több millió volt feszültségkülönbségű elektrosztatikus mezőt létesítve számottevően kisebb a hatásos visszatükröző felület, miközben az ionizált levegőben megszűnik, illetve lecsökken a lökeshullámok intenzitása, ezáltal kisebb a légellenállás és így szükséges hajtómű teljesítmény is [8].

A REPÜLŐGÉP SAJÁT KISUGÁRZÁSAINAK CSÖKKENTÉSE

A repülőgép *hőkisugárzását* alapvetően az üzemelő forró hajtómű és annak fűvócsöve, valamint a belőle távozó gázok okozzák, mely a hozzájuk vezetett, illetve kevert környezeti hűtőlevegővel csökkenthető leghatékonyabban. A felderíthető hőkisugárzás csökkentésének további, az előzővel kombinálva is alkalmazható módszerei:

- a törzs felső részén, lehetőleg a függőleges vezérsíkok között elhelyezett, szabályozható keresztmetszetű fűvócső és hőcserélő pajzs (rács) beépítése;
- hangsebesség feletti repüléshez is utánégetés nélküli hajtómű-üzemmód alkalmazása.

A hajtóműből távozó gázokba klór-fluor szulfonsav adagolásával a kondenzcsík képződés megelőzhető, így a *vizuális észlelhetőség* csökken. (E módszer hátránya, hogy a sav erőteljesen korrodáló hatása és a kiáramló gázok ultraviola tartományban változatlanul észlelhetők).

A repülőeszközök valamennyi *bekapcsolt elektromos berendezése* működés közben mérhetően *kisugároz*. Kedvezőtlen, hogy többségüket harctevékenység közben, az ellenség aktív felderítésének idején kell üzembe helyezni. Ezenkívül a rádió és lokációs berendezések antennái kikapcsolva is jelentős sugárzásmenyiséget képesek visszaverni. E berendezések felderíthetőségének csökkentésére (megszüntetésére) az alábbi főbb módszerek kínálkoznak:

- a jelenleg használatos berendezések cseréje kisebb kisugárzásúra, vagy más elven működőre (pl. Doppler-elven működő helyett lézer);
- a kisugárzást végző berendezések lehető legrövidebb idejű, legalacsonyabb energiaszintű működtetése és kisugárzását át nem bocsátó konténerbe történő elhelyezése a sárkányon belül;
- többségében passzív (vevő üzemi) navigációs, rávezető és parancsadó rendszerek használata;
- műholdas és asztronavigációs rendszerek alkalmazása;
- a rádió és lokátor antennák törzsbe történő bevonása vagy a földfelszínrel ellentétes irányba fordítása üzemen kívüli, esetleg rádióhullámot elnyelő, mozgatható zsaluzat mögé történő beépítése.

A STEALTH technológiával épült gépek felderíthetősége csak a felsorolt megoldások célszerű kombinációjának következményeként is több nagyságrenddel csökkenthető. Például 100 m²-nek véve hagyományos építésű B—52-es bombázó hatásos visszatükröző felületét, a STEALTH követelmények szerint kialakított B—1B-é ennek már kevesebb, mint 1/100-a, a B—2-é 1/1000-e, az F—117A-é pedig nem éri el az 1/10 000-et.

A STEALTH REPÜLŐESZKÖZÖK FELDERÍTÉSÉNEK, ALKALMAZÁSÁNAK ÉS MEGSEMISÍTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

A lopakodó repülőeszközök felderítés elleni védelmét döntően földi telepítésű lokátorokkal szemben optimalizálták. Ennek eredményeként egy hagyományos frekvencia tartományban üzemelő lokátor, amely a vadászrepülőgép típusú célt 350 km-es távolságról képes észlelni, a B—2 megjelenését 50 km-nél kisebb távolságról jelzi, ami alig több mint három perces hátralévő repülési időt (illetve helyzetértékelést, ellentevékenységet!) jelent. Figyelembe véve, hogy az ún. "radargyilkos" AGM—88 (HARM), vagy az AGM—45 (Shrike) L-F rakéták a lokátor állomásoktól 16, illetve 29–40 km távolságról, M>2-vel indíthatók, az 50 km-es távolság és hárompercnyi rendelkezésre álló idő is inkább csak hipotetikus adatnak tekinthető.

A jelenlegi és eljövendő *lopakodók elleni védelmet* a további mérhető jelek keresése, a hagyományos mérési módszerek mérési intervallumának kiszélesítése, új detektálási eljárások kimunkálása biztosíthatja. Belátható, hogy a Stealth harceszközök alkalmazása, illetve az ellenük való hatékony harceljárások kimunkálása a jövő harctevékenységének eredményességét alapvetően befolyásolják..

A FELDERÍTÉS ESZKÖZEI

A hagyományos lokátorok felderítési hatékonysága (távolsága) teljesítményük 2–3 szorosára és antennaméreteik növelésével, jelfeldolgozó-képességük és iránykarakterisztikájuk javításával fokozható. Repülőgép fedélzeten telepített, fázisvezérelt rácsantennák esetében a méretnövelés lehetőségei korlátozottak (a szárny belépőél és/vagy a törzs oldala mentén), ezért legjobb esetben is csak 60–70%-os felderítési távolság növekedést (+10 dB) eredményezhet. Így e módszer inkább a földi telepítésű állomásoknál és az AWACS rendszernél realizálható.

Utóbbi a felülről történő "rálátás" és saját térbeli helyzetének változtathatósága miatt további 10–13 dB-es jelnövekedést képes elérni. A bejövő jeleket keskeny sávokra bontva, nagy műveleti sebességű számítógép digitális szűrőin keresztül dolgozzák fel.

A felderítési távolság hagyományos módszerrel történő növelésének másik lehetősége a *horizonton túli rádiólokátorok* bejövő jeleinek felerősítése. Kedvezőtlen, hogy ez az eljárás alacsony felbontóképességű és zavarvédetségű, időjárás függő, nem tesz lehetővé pontos helymeghatározást, valamint nem megoldott a céltárgy átadása más működési elvű közel-felderítő lokátornak.

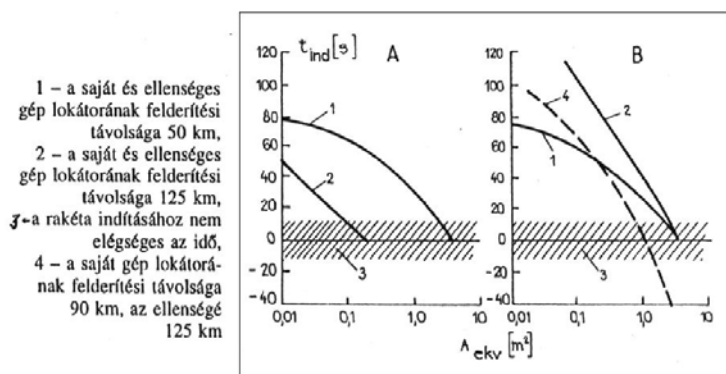
Mivel a Stealth technológiát döntően a jelenleg alkalmazott, földi telepítésű lokátorok üzemi frekvenciatartománya ellen fejlesztették ki, azok szokásos üzemi mérés tartományának kiterjesztésével (1–20 GHz-ig) növelhető a Stealth repülőeszközök felderíthetőségének távolsága. A repülőgépekről 30 MHz és 10 GHz-es frekvencia közelében nyerhetők a legjobb felderítési adatok. 30 MHz közelében a sárkány egyes geometriai méretei (pl. 0,75–10 m, szárny-, stabilizátor kilépőél, stb.) a lokátor rezonancia frekvenciájának megfelelő hosszúságú visszatükröző elemet alkotnak, ami nagymértékben növeli a jelvisszaverődést. Ilyenkor a sárkányelemek éles csatlakozásai nem befolyásolják a visszatükröző képességet. Amennyiben a lokátor kisugárzási frekvenciája meghaladja a 10 GHz-et a sárkány éles, szögletes csatlakozó elemeinek, valamint felületi egyenetlenségeinek visszatükröző képessége növekszik rohamosan, hasonló ok miatt. Számítások szerint a *lopakodó repülőgépek felderíthetősége* 1-2 GHz tartományban 1,75-szerese a 2–4 GHz-nél elérhetőnek és 2,2-szerese a 4–8 GHz intervallumban mérhetőnek. Így valószínűsíthető a méteres és deciméteres lokátorok újjászületése. A felderítés ez a formája a repülőgép „konstrukciós-oldaláról” nehezen hárítható el, mivel például a szűk hullámsávban (300 MHz körül) 99%-os védelmet biztosító ferrit alapú, súlyos *ecosorb*-ból 5–6 mm vastagságú réteget kell a sárkányra felvinni, míg a könnyebb fenoplasztból, az 1 GHz-es besugárzás „semlegesítésére” 300 mm-es védőrétegre lenne szükség.

A *perspektivikus felderítő lokátorok* várhatóan széles frekvencia tartományban pásztázva, térben tagoltan telepítve, nem szinuszos jeleket kibocsátva működnek. A pásztázás 0,5–10 GHz tartományban, 0,1–1 ms időközönként, Δ 0,15-0,015 m-es hullámhossz intervallumokban történik. Az eddig alkalmazott bevonatok a nem szinuszos jeleket csak alacsony hatásfokkal képesek elnyelni, gyengíteni. A közvetlen besugárzás által generált felharmonikus jelek detektálására és feldolgozására speciális „nonlineáris” lokátorok fejlesztése folyik. Az együttműködő lokátorok térbeli tagolásával, más felderítő eszközökkel történő összekapcsolásával (pl. infrakereső) és szinkronizált üzemével (beleértve föld- és vízfelszín, repülőgép fedélzetet, léghajót és üreszközöket), a felderítés hatékonysága lényegesen javulhat.

A STEALTH REPÜLŐESZKÖZÖK ALKALMAZHATÓSÁGA ÉS AZ ELLENÜK FOLYTATOTT TEVÉKENYSÉG LEHETŐSÉGEI

A hatásos rádiólokációs visszaverő felület (A_{ekv}) csökkentésével csökkenthető a felderítési távolság (L_{lok}) is. Célszerű azonban megvizsgálni a hatásos rádiólokációs visszaverő felület (A_{ekv}), a lokátor felderítési és rakéták indítási távolságai, valamint az utóbbiak indításához rendelkezésre álló idő (t_{ind}) közötti összefüggéseket is (Northrop kutatások feltételezik, hogy a rakétákat 50km-es távolságról indítják és ehhez 15 mp-es előkészület szükséges).

A saját és ellenséges gépek egyaránt $M=0,9$ -el haladva szemből közelednek, az utóbbiak hatásos lokátor sugárzás visszaverő felülete $A_{ekv} = 4 \text{ m}^2$ (MIG—21/29!). (1. ábra)



1. ábra

Az 1. A. ábra 1-es görbéje alapján megállapítható, hogy a saját gép számára a legkedvezőbb a kölcsönösen 50 km-es felderítési távolság. Ez az előny rohamosan csökken a felderítési távolság növekedésekor (2-es görbe), mivel az indítás nem valósítható meg csak 50 km-es távolságon belül. Amennyiben a felderítési és az indítási távolság lényegesen növekszik, úgy kisebb visszaverő felülettel rendelkező gép kerül kedvezőbb rakétaindítási pozícióba (2. B. ábra 2-es görbe). Abban az esetben, ha az ellenség felderítési távolsága meghaladja a saját repülőgépet, úgy az utóbbinak minél kisebb rádiólokációs visszaverő felület nyújthat hatékony védelmet (4-es görbe). Gyakorlatilag $A_{ekv, saját} \leq 1 \text{ m}^2$ esetén a saját repülőgép megsemmisül.

lési valószínűsége elhanyagolható. Vagyis a jó „Stealth” tulajdonságok lényegesen javítják a harci hatékonyságot, illetve túlélőképességet.

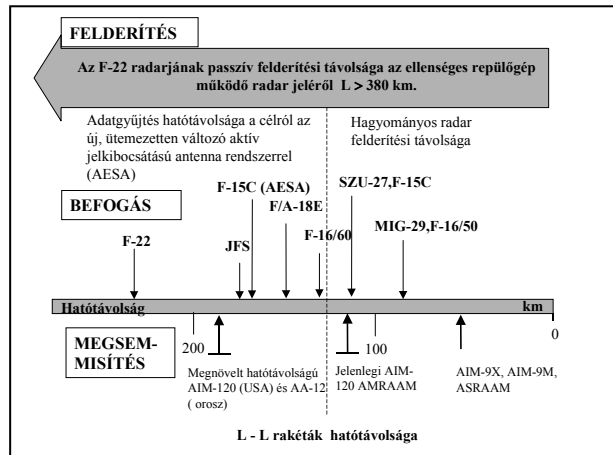
Az egyénileg kiváló manőver, felderítési és megsemmisítési jellemzők mellett a korszerű vadászgépekkel szemben meghatározó *követelmény a kötelékben vívott légi harcban való hatékony részvétel képessége*. Természetesen az ilyen légi harc kimenetelét még számos további tényező befolyásolhatja, melyek közül csak néhány fontosabb:

- a résztvevő repülőeszközök számbeli és minőségi jellemzőinek egyezése vagy eltérése;
- a támadó és oltalmazó repülőgépek harcrendjének, alkalmazott fegyverzetének, tüzelőanyag feltöltési mennyiségének és módozatának, a rávezetés módjának stb. megválasztása;
- a repülőgép-vezetők kiképzettsége és kreativitása.

Kötelékek közötti légi harcnál — adott korlátozások mellett — olyan modellek alkothatók, melyek segítségével meghatározhatók a jövő csoportos légi harcban résztvevő korszerű repülőeszközökkel szembeni elvárásokról.

Amennyiben a szemben álló feleknek különböző manőverező képességű, de azonos fegyverzetű és felderítési távolságú lokátorral felszerelt repülőgépei vannak, úgy megállapítható, hogy minél nagyobb a résztvevők száma, annál kevésbé érvényesíthető a jobb manőverező képességből adódó fölény, mivel a nagy célsűrűség miatt a fedélzeti fegyvereké a meghatározó szerep. Az előző ok miatt, ha a gyengébb manőverező képességű repülőgépekkel rendelkező fél számszerű fölénybe kerül, úgy győzelmi esélyei is lényegesen javulnak. Amennyiben a jobb manőverező képességű repülőgépek fedélzeti fegyverei vagy/és lokátorai lényegesen jobb minőségűek az ellenfélénél a számbeli fölényből adódó előny nem, vagy csak lényegesen magasabb arányok mellett érvényesíthető.

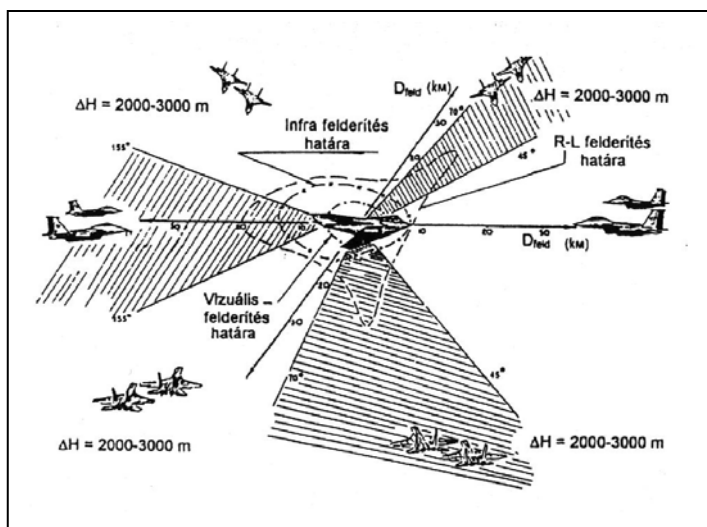
Markánsan szemléltetik ezt az F—22 és JSF radarjának lehetőségei. (2. ábra) A nagy jelfeldolgozó képességű számítógéppel összekapcsolt lokátor *passzív* és *aktív üzemmódon* is képes dolgozni. Az első esetben saját kisugárzás nélkül, több mint 380 km-es távolságról képes fogni és azonosítani az ellenség működő lokátorának jeleit, miközben maga „láthatatlan” marad. Aktív üzemmódban a hagyományosnál jóval szélesebb hullámhossz tartományban kibocsátott, rendkívül rövid időtartamú jelek, sztochasztikusan változva amplitúdó és frekvencia moduláltak, miközben a jel karakterisztikák is változnak, így az ellenfél lokátorán sok különböző sugárforrásként jelentkeznek. Az azonos hullámparaméterekkel bíró jelek rövidegsége, változása és a lokátorral megvalósított zavarás miatt az ellenség a mért adatai birtokában sem képes rakétát indítani.



2. ábra

Mivel a lopakodó repülőeszközök felderíthetősége hagyományos eszközökkel nem, illetve csak alacsony határfokkal megoldott, jelenleg még, döntően másodlagos jelek, ismérvek (azonosíthatatlan, de határozott irányba haladó „légköri zavarok” időszakosan megjelenő jelei, élénk harctevékenység körzetében az ellenséges repülőeszközök teljes hiánya, rövid ciklusú „forrás nélküli” radar jelek, stb.) nyújtanak lehetőséget a lopakodó repülőgépek (várható) tevékenységének közvetett felismerésére, esetenként a kisszámú mérhető jellel összegezve az oltalmazási tevékenység algoritmizálására [2].

A jelenleg hadrendbe állított egyetlen *Stealth vadászrepülőgép (F-117A)*, korszerű fedélzeti lokátorokkal, hőpelengátorokkal mérhető és vizuális *felderíthetőségi határait* a 2. ábra szemlélteti. *Lokátor* esetében e a határok is csak felelülről, $\Delta H=2000-3000$ m-es optimális magasságkülönbség esetén, a gép hossz tengelyéhez képest hátulról $\pm 35^\circ$ -os, mindkét oldalról $45^\circ-70^\circ$ -os szög tartományban igazak. A lokátorhoz képest maximum 75%-os felderítési távolságú *hőpelengátor* csak hátulról képes érzékelni a forró gázkiáramlást, a *vizuális felderítést* pedig a döntően éjszakai alkalmazás gyakorlatilag lehetetlenné teszi. (A repülőgép-vezetők számára az utóbbi esetre javasolt (pót)cselekvés, nevezetesen a "lopakodó" repülőgép Hold előtti, vagy nagyterületű égő harcmező feletti átrepülését szabad szemmel felfedezni [3], alacsony felderítési határfokot sejtet.). Mindezek alapján belátható, hogy külső rávezetés nélkül, még optimális őrjáratozási magasságban is meglehetősen nehéz felkutatni, de még inkább leküzdeni az elfogót fedélzeti "datalink" rendszerével már nagyságrenddel nagyobb távolságról érzékelő, szükség szerint aktív manőverezést, zavarást folytató, vagy L-L rakétát indító – Stealth típusú célt.



3. ábra

Eredményes felderítésre és elfogásra csak az oltalmazandó sáv, magasság és mélység szerint tagolt teljes lokációs lefedése esetén van esély. A feladat megoldásához szükséges repülőgépek száma a sáv szélesség és az adott típus lokátora által "lefedhető" terület nagyságának ismeretében határozható meg. Az elfogást nehezíti, hogy az információs előnnyel rendelkező lopakodó, intenzíven manőverezve jó eséllyel, időben képes kitérni minden támadás elől, illetve áthatolni az esetlegesen be nem sugárzott zónán. A kitérés egyébként meghatározó jellemzője az F—117 légi harcmodorának, mivel gyakorlatilag valamennyi manőver-jellemzője elmarad a korszerű, hagyományos vadászrepülőgépektől.

Valós harc helyzetet szimuláló harcászati gyakorlatok adatai szerint, még AWACS-el támogatott, kötelékben történő elfogás esetén is nagy jelentősége van az időtényezőnek. Eredményességre csak abban az esetben lehet számítani, ha *megettévesztő csoport* intenzív emelkedő manőverrel képes magára vonni a figyelmet, ezzel közel egy időben az *oltalmazó csoporttal* támogatott *csapásmérő kötelék* megbízható látótávolságba (!) kerül a lopakodó(k)hoz és begyakorolt "koreográfia" szerint azonnal laza géppár kötelékekre bontakozik szét. Amennyiben az első támadás eredménytelen, az F—117-es rendszerint eredményes ellencsapást mérve, rejtőzködő sajátosságait kihasználva, sértetlenül képes kitérni a további légi harc elől.

Az előzőekben felvázolt harc helyzetek, nehezen prognosztizálható kimenetelés tovább bonyolítja a vezető NATO országok részéről 2005 utánra ígért F—22, EFA, Rafale és a várhatóan gyártásra kerülő orosz MIG—1.42 vagy kínai F—10 hangsebesség-feletti, lopakodó (vagy ilyen tulajdonságokkal fokozottan rendelkező) vadászrepülőgépek hadrendbe állítása és esetleges szembekerülése.

BEFEJEZÉS

A jelenleg hozzáférhető ismeretek birtokában megállapítható, hogy századunk első évtizedének végére a lopakodó repülőeszközök egyre növekvő számban történő hadrendbe állítása várható. Megbízható felderítésük és leküzdésük módszerei még nem kellően kimunkáltak, rendkívüli költségigényei miatt ez rövidtávon nem is várható. Így valószínűsíthető, hogy a Stealth- és "ellen-Stealth"-technológiák versengése, fejlesztése és alkalmazása a XXI. század hadseregeiben, légierőiben meghatározó lesz. Ezért a néhány év múlva kezdődő magyar repülő fegyverzet-váltás e tény nem célszerű figyelmen kívül hagyni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] FULGHUM, David A.: New F-22 Radar Unveiled Future, Aviation Week and Space Technology, pp (50-51), 02. 07. 2000.
- [2] KRASZNOV, A. – BESSZARABOV, N.: Vzgládi na vedenie vozdušnogo boja obicsnih izstrebitelej szamoletami „Stealth”, Zarubezsnoe Voennoe Obozrenie, 1998/6. p. 22-28.
- [3] KRASZNOV, A.: – Szisztema PVO: malozametnie szredsztva vozdušnogo napadenija Zarubezsnoe Voennoe Obozrenie, 1995/5., p. 46-51.
- [4] ÓVÁRI Gy.,dr.: Az MH repülőeszközei típusváltásának és üzemeltetésének lehetőségei gazdaságossági, hatékonysági kritériumok, valamint a NATO csatlakozásunk figyelembevételével, A légierő fejlesztése, (tanulmánygyűjtemény) HM kiadás 1997., (11-127) o.
- [5] ÓVÁRI Gy.: A Stealth repülőgépek szerkezeti kialakításának néhány kérdése, Haditechnika, 1991/4., (3-7) o.
- [6] ÓVÁRI Gy.: A nagyhatalmak hosszú távú katonai repülőgép-fejlesztési programjai (2025-ig) és ezek lehetséges hatása a légi harcra valamint a kis országok fegyverzet-vásárlására, Repüléstudományi Közlemények, 1999/1, (17-30) o.
- [7] STOINER, Roger A.: Stealth Aircraft Technology from World War II to the Gulf, Sample Journal, 1991/5., pp(9-18).
- [8] Stealth, Air International, 2000 January, pp (40-419).
- [9] Tájékoztató a többfeladatú vadászrepülőgépről, Janes Defence Weekly, 1996. 05. 08. p. 23. (RMI ford.)

The advent of Stealth technology has a great influence on the future aircraft development and its employment in combat. This fact should be taken into consideration in the planned procurement for the Hungarian Defense Forces if we want to keep pace with modern technology and create a compatible force.