

Óvári Gyula

Régi gondok új közelítésben: vadászrepülőgép-beszerzés 2000 után

Hazánkban a repülőfegyverzet-váltás több mint egy évtizede napirenden van. Ehhez kapcsolódva a kilencvenes évek elejétől több koncepció is napvilágot látott, melyek a repülőgép- beszerzés, illetve a meglévő orosz eredetű és a perspektivikus nyugati repülőeszközök együttes üzemeltetését voltak hivatottak körültekintően előkészíteni. Napjainkra egyértelművé vált, hogy új repülőgép leghamarabb 2010 körül kerülhet honvédelmi rendszerünkbe, ami több szempontból is megkérdőjelezi a 10-15 évvel korábban kidolgozott beszerzési, felhasználási tervek és alapelvek későbbi alkalmazhatóságát. Az alábbiakban a két évtizedes késéssel bekövetkező fegyverzetváltás legkölségesebb eleméhez, a vadászrepülőgép-beszerzéshez kapcsolódó néhány, hasznosítható harcászati-technikai megfontolásra kívánom felhívni a figyelmet.

Napjainkra - politikai döntés alapján - valószínűsíthető, hogy a honvédség részéről nyolcvanas évek második felétől folyamatosan javasolt vadászrepülőgépfegyverzet-váltásra csak 2010 körül kerülhet sor. E terminusból az is következik, hogy a beszerzés nem a MIG-29-esek kiegészítését, hanem azok pótlását fogja szolgálni, mivel kicsi az esélye két ezred egyidejű megvásárlásának. Így:

- egyetlen - várhatóan két századból álló - vadászrepülő-ezreddel(?) kell(ene) megoldanunk a szuverenitásunkat szavatoló, valamint koalíciós kötelezettségeinkből ("air policing", légi harc, légi támogatási, felderítési stb.) adódó feladatainkat;
- a kilencvenes évek elején általunk annyira áhított - egyébként valóban kitűnő - repülőgéptípusok többsége 2010 körül már egy 30-40 éves alapkonstrukció végletekig és meghatározóan csak exportra "tuningolt" változata lesz;
- a tudományos-technikai fejlődés eredményeként, 2015-2025 között új hadügyi forradalom bekövetkezése várható, melynek hatására gyökeresen átalakulnak a hadseregek technikai eszközei, hadszínterei, harceljárásai, létszámviszonyai és szervezeti struktúrái.

Mindezek akkor együttesen megkérdőjelezik a tizenöt-húsz évvel korábbi - egyébként 20-30 évre szóló - beszerzési, felhasználási elképzeléseink alkalmazhatóságát. Azok az országok, amelyek közép- és hosszú távú honvédségi fejlesztéseiknél a fenti tényeket figyelmen kívül hagyják, akár egy-két évtizedre is reménytelenül elmaradhatnak környezetükhöz, szövetségeseikhez, de mindenekelőtt potenciális ellenfeleikhez képest.

A 21. századi lehetséges háború tartalma, formája, eszközei

A jövő háborújának általános ismérvei az alábbiakban foglalhatók össze:

- új stratégiai pusztítóeszközök megjelenése (nagy pontosságú, nem nukleáris, romboló-, információs és bakteorológiai fegyverek, az utóbbiak döntően a génmanipuláció termékei);
- az új és hagyományos harceszközök rendkívüli pusztító ereje megszünteti a harctevékenység megszokott földrajzi, területi korlátait, eszkalálhatja azt, dimenzióit kiterjesztve a világűrre és a tenger felszíne alá. Ezáltal bármely szférában megnehezíti a fölény kivívását és megtartását, lerövidíti a harc lefolyásának idejét, a közvetlen csapáskörzetben szükségessé teszi a katonák fokozott kiváltását harci robotokkal;
- a nagy hatótávolságú, "intelligens" rakétafegyverek és a stealth (lopakodó) technológia mind szélesebb körű elterjedése a támadófegyverek túlsúlyához, illetve az immobil és stacioner mozgású katonai objektumok (repülőterek, kikötők, harcálláspontok, hírközpontok, nagy szárazföldi csapatösszevonások, hagyományos alacsony röppályájú mesterséges holdak, hagyományos repülőgépek stb.) nagymérvű sebezhetőségéhez vezet;
- a háború teljes folyamatában az információs szféra válik meghatározóvá, az automatikus vezetési rendszerek dezinformálása, bénítása, vírussal való fertőzése a harctevékenység sikerét döntően befolyásolja;
- elkerülhetetlen a hadügy, a hadművészet elméletének átértékelése, mivel számos hagyományos fogalom rövidesen eltűnik vagy jelentős korrekcióra szorul.

A jövő század második negyede háborújának megvívását:

- a levegőben: az alacsony felderíthetőségű, pilóta nélküli repülőszervezetek alkalmazásának túlsúlya;
- a világűrben és a világűrből folytatott harctevékenység;
- a szárazföldön a nem lineáris, széttagolt hadrendben mért, nagy mélységű csapások;
- a tengereken felszín alatti, földi és kozmikus telepítésű csapásmérő eszközök együttes alkalmazása jellemzi.

A vázolt ismérvek gyökeresen átalakítják a hadseregek információs és irányítási rendszerét. A nagyfokú automatizálás, a vertikális információáramlás "hálózativá"

alakulása mindenekelőtt a személyi állomány létszámának nagymérvű csökkenését, az irányítási szintek egy részének megszűnését eredményezi [11].

Az ezredforduló időszakában végrehajtandó légierő-korszerűsítésnél egyetlen ország sem hagyhatja figyelmen kívül az USA-ban - mint világviszonylatban az első számú nagyhatalomnál - kidolgozott fejlesztési trendeket, eredményeket és megfontolásokat [7]. Ez természetesen senki számára nem jelenthet szolgai másolást - sőt az igényes adaptáció mindenképpen gondos kritikai elemzést feltételez -, de főként a kisebb országokat mentesíti az önállóan finanszírozhatatlan kutatási költségek többségétől, illetve az átalakítás esetleges "zsákutcáitól".

A fejlesztés fő irányainak kijelölésénél az USA-nak össze kellett egyeztetnie a katonai fölénye megtartására irányuló törekvéseit a megváltozott világpolitikai realitásokkal, a kialakuló új veszélyforrásokkal és saját anyagi lehetőségeivel. Mindezek egyértelművé tették, hogy a mennyiséget csak minőséggel kompenzálva hajtható végre a fegyverzetváltás. Ennek megfelelően például a hadrendben lévő 790, különböző modifikációjú F-15 cseréjére "csak" 438 db F-22-es lett előirányozva, míg a 250 db C-141 helyébe 120 C-17-es lép. A elkövetkező évek haditechnikai innovációját meghatározó TDA (Technology Development Approaches) program a már meglévő típusok közül 2010-ig csak hatnak a következőknek biztosít fejlesztési, gyártási prioritást [25].

Valamennyi alapvetően új fejlesztés esetében a legnagyobb nehézséget a felvevő piac korlátozott kapacitása, a megnövekedett követelmények és az alacsonyan limitált vételárak egyidejű teljesítése jelenti. A megismert kutatási eredmények és a belőlük levont következtetések közül több is hasznosítható az eljövendő hazai repülőfegyverzet-váltásnál, mindenekelőtt a vadászrepülőgépek esetében.

Az eljövendő háborúban alkalmazandó korszerű vadászrepülőgépek tulajdonképpen a 3-4. generációs elődeik tulajdonságaiból azokat szintetizálják, amelyekkel a tényleges helyi háborúk, valamint modellezett légi harcok főként extrém harc helyzetekben az optimális harci hatékonyságot, vagyis a legnagyobb megsemmisítési valószínűség mellett a saját gép minimális felderíthetőségi és megsemmisülési valószínűségét biztosítják. Ennek eredményeként a korszerű többfeladatos vadászrepülőgéppel szemben támasztott elsődleges követelmény légi harcban a fölény kivívásának képessége úgy, hogy közben földi célok hatékony megsemmisítésére is alkalmas legyen (mint másodlagos elvárás). Mindezt sokoldalúan variálható, "mindenidős", nagy találati pontosságú fegyverzetnek, komplex felderítő, célzó (célmegjelölő) és rávezető rendszernek kell biztosítania.

E gépek légi harcukat nagy (60-140 km) vagy közepes (20-60 km) távolságon kezdik, majd közel-légi harcban fejezik be, mely várhatóan 80%-ban meghatározza eredményességüket. Eközben intenzíven, gyakran a korlátozási határaikat közelítve, esetenként azt meghaladva manővereznek és a kis távolságról, tetszőleges rákurzusról indítható rakétaikat, fedélzeti gépágyújukat együttesen

alkalmazzák. Ezért a korszerű vadászpilóta nélküli repülőgépeknek - mind hangsebesség alatt, mind felette egyaránt - jó manőverjellemzőkkel kell(ene) rendelkezniük, bár a légi harc perspektívájában is döntően hangsebesség alatt ($v=140-250$ m/s sebességtartományban) fog lezajlani. A nagy pontosságú fedélzeti fegyverzetének eredményes működtetéséhez szükséges tűzmegnyitási pozíciót a gépek statikus instabilitásával és vezérelhető tolóerővektorával támogatott "szuper manőverező-képesség" hivatott biztosítani.

A harci túlélőképesség meghatározó tulajdonságeggyüttesét alkotják a stealth jellemzők. Ezek közül is megkülönböztetett figyelmet érdemel a rádiolokációs besugárzást elnyelő/visszaverő képesség, amit a hatásos visszaverő felület (A_{ekv}) jellemez. Csökkentésével a felderítési távolság (L_{lok}) is csökken. Célszerű azonban megvizsgálni a hatásos rádiolokációs visszaverő felület, a lokátorfelderítési és a rakéták indítási távolságai, valamint az utóbbiak indításához rendelkezésre álló idő közötti összefüggést.

Vagyis megfelelő költségkihatások mellett a jó "stealth"-tulajdonságok lényegesen javíthatják a légi harc eredményességét, illetve a túlélőképességet. Ennek mérlegelésénél azonban nem hagyható figyelmen kívül, hogy hagyományos repülőgépen a hatásos visszaverő felület 50-75%-os - rendszerint igen költséges, a manőverjellemzők romlásával együtt járó - csökkentése, a felderítési távolságot csak 25-30%-kal csökkenti.

A légi harc kimenetele nem csak a résztvevők számszerű arányától, hanem a jobb manőverező képességtől, a korszerűbb fedélzeti fegyverzettől és elektronikától, stealth-jellemzőktől, valamint az ellenségről időben kapott, pontos információtól is függ. Mindezek ismételten igazolják, hogy az ellenséghez képest meglévő számbeli (mennyiségi) hátrány csak a repülőeszközök és az azt biztosító, kiszolgáló rendszer korszerűségével (minőségével) kompenzálható.

A felsorolt tulajdonságokból és jellemzőkből minél többet kívánnak realizálni, annál magasabbak lesznek a repülőgép előállítási, illetve eladási költségei. Így a fejlesztésnél, gyártásnál, beszerzésnél a vételár, a legkedvezőbb hitelkonstrukció esetén is meghatározó jelentőségű marad.

1. táblázat

<i>Típus</i>	<i>Ár (mill. USD/db)</i>	<i>Megjegyzés</i>
JAS-39	32-34	'97-es ár, opciótól függően
SZU-35	85	'97-es teljes programcsomag (rg.+fegyverzet+infrastruktúra+kiképzés), csak néhány prototípus létezik!
I-1.44	70-80	'99-es becsült ár, leghamarabb 2010 után kerülhet rendszeresítésre

Rafale C	51,4	'96-os ár, tartalék alkatrészekkel együtt (első 100 db gép átlagára), exportlehetőség esetén csökken
EFA	62,8	'96-os ár (600-700 db), módosulhat a német megrendelés nagysága és a beépített elektronika függvényében
F-22	94	'96-os ár (438 db építése esetén), fedélzeti elektronikától függően (ami a teljes vételár 40-50%-a)
JFS - STVOL - haditeng. vált.	28-32 35 38	'97-es limitált árak, 3000 db-os rendelés esetén

A 1. táblázatban a jövő század elején rendszeresítendő legkorszerűbb katonai repülőeszközök egy csoportjának közelítő árjegyzéke található. Az árak nagyságát a kereslet-kínálat viszonya, az infláció mértéke, a típusra bevezetett technikai módosítások, a vevő tőkeereje, hitelképessége, tárgyalási pozíciója és keresztfinanszírozási lehetőségei, valamint a vásárolni kívánt mennyiség jelentősen módosíthatják. A közölt árak csak az elektronikai standard felszerelést foglalják magukban, a fegyverzetet (géppuska és/vagy gépágyú kivételével), valamint infrastruktúrát nem, azok a repülőeszköz tényleges beszerzési költségét további 30-60%-kal növelik.

Az elektronika és a fegyverzet esetében az infláció adta árnövekedésen kívül jelentős költségnövelő hatása van a találati pontosságnak, a zavarvédelemnek, illetve a megsemmisítési valószínűségnek. Egyazon megsemmisítőeszköznél, amennyiben a találati pontossága számottevően növekszik, úgy az ára is akár nagyságrenddel növekedhet. A vonatkozó kutatások viszont egybehangzóan a nagyobb találati pontosságú fegyverek hatékonyságát és gazdaságosságát igazolják.

Az 1. táblázat további elemzése során szembeűnő, hogy az 5. generációs vadászrepülőgépek vételára meghaladja az 50 millió USD-t. Tapasztalatok szerint az ilyen volumenű katonai fegyverzetek még a legtehetősebb államok civil döntéshozó testületei számára is "eladhatatlanok", így a továbblépés elengedhetetlen feltétele a - lehetőleg minőségi engedmények nélküli - költségcsökkentés. Az előzetesen rögzített árú JSF repülőgépek fejlesztése már ennek következménye. A harci hatékonysági mutatók, (megsemmisítő- valamint túlélőképesség) lényeges javítása és további érdemi költségcsökkentés együttesen csak a repülőgép autonóm fedélzeti szenzorai többségének eltávolításával, helyette külső információk begyűjtésével és adaptálásával, vagy/és a gépszemélyzet eltávolításával, "inteligens" robotrepülőgépek létrehozásával lehetséges.

A perspektivikus vadászrepülőgépek műszaki kialakítása

Az Öböl-háború és a jugoszláv béketeremtő intervenció összevetése egyértelműen jelzi a precíziós fedélzeti fegyverek alkalmazásának általánossá válását. (Az

előbbiben kb. 20%-os, míg az utóbbiban közel 100%-os volt felhasználásuk.) A tapasztalatok alapján azonban, a hatékonyság további javítása érdekében, minden bizonnyal megfontolást érdemel a célzó-navigációs-felderítő-megsemmisítő komplexum (szabályozási kör) pillanatnyilag legkevésbé megbízható elemének, a működtető ember szerepének csökkentése, a folyamatok további automatizálása.

Minőségileg új hardver- és szoftverigényeket támaszt a tolóerővektor-vezérléssel támogatott "szuper manőverező-képesség" biztosítása, mely elsőként az F-22-esen kerül bevezetésre. Segítségével a légi jármű eddig ismeretlen manőverelemeket képes végrehajtani (vízszintes és/vagy függőleges sebesség teljes elvesztése közben a kormányozhatósága megőrzésével, függőleges tengelye körüli irányított önforgású süllyedés vízszintes haladó mozgás nélkül, kereszt- és hossz tengely körüli elfordulással ellentétes haladási irányba történő megindulás, öt-hat szabadságfokú kormányvezérlés stb.). Ennek alkalmazásával a konvencionális irányíthatóságú vadászpilóta gépekkel szemben közel száz százalékra növekszik megsemmisítési valószínűsége (X-31 és F-15 gyakorló légi harcai, NASA-DASA kutatások).

Az Öböl-háborúban először igazolták meggyőzően a lopakodó (STEALTH) repülőgépek harci hatékonyságukat, fejlesztésük elméleti és gyakorlati helyességét. Az elmúlt évtizedek tudományos-technikai fejlődésével - a hagyományos vizuális, auditív módszerek mellett - mind hatékonyabbá vált a felderítés és a tűzvezetés, lokátorok, lézerek, hőpelengátorok stb. segítségével. Mindezekkel szoros kölcsönhatásban az álcázás is tudományos alapokra helyeződött. Ennek konkrét megjelenési formái a stealth-technológiával épülő haditechnikai eszközök, melyek konstrukciós kialakítását az álcázás abszolút prioritása jellemzi. Ez természetesen 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 valamennyi felderítő eszközzel, eljárással szemben az észlelhetőség teljes spektrumában.

Az e technológiával épült gépek felderíthetősége - az F-L rakétával történő megsemmisítés szempontjából leginkább frekvenciátartományában is - több nagyságrenddel csökken. 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 lopakodó repülőeszközök felderítés elleni védelmét földi telepítésű lokátorokkal szemben optimalizálták. Mindezek eredményeként a hagyományos, lokációs felderítő rendszer egyáltalán nem vagy csak késve jelzi e légi járművek megjelenését. {Például egy hagyományos frekvenciatartományban üzemelő lokátor, amely a vadászpilóta (MIG-21) típusú célt 350 km-es távolságról képes észlelni, a B-2 megjelenését 50 km-nél kisebb távolságról jelzi, ami alig több mint

háromperces hátralévő repülési időt jelent. Figyelembe véve, hogy a fedélzeten elhelyezett ún. "radargyilkos" AGM-88 (HARM), vagy az AGM-45 (Shrike) L-F rakéták a lokátor állomásoktól 16, illetve 29-40 km távolságról, M2-vel indíthatók, az ellentévékenységre rendelkezésre álló hárompercnyi idő is inkább csak hipotetikus adatnak tekinthető [16].

Az előzőekben felsorolt hatékony módszerek, kedvező tapasztalatok ellenére is megállapítható, hogy belátható időn belül konstrukciósan egyetlen repülőgép számára sem biztosítható az abszolút felderíthetlenség, "láthatatlanság" (ld. Jugoszlávia!). Ennek ellenére is a lopakodó harceszközök alkalmazása, illetve az ellenük való hatékony harc eljárások a jövő harctevékenységének eredményességét alapvetően befolyásolják, így a stealth-technológia fejlesztése és az ellene való hatékony védelem kimunkálása a 21. század haditechnikájának meghatározó eleme lesz.

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 távolságnövekedést (+10 dB) eredményezhet. Így e módszer inkább a földi telepítésű állomásoknál és az AWACS-rendszerrel célravezető. Az utóbbi a felülről történő "rálátás" és saját térbeli helyzetének változtathatósága miatt további 10-13 dB-es jelnövekedést képes elérni.

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, időjárásfüggő, nem tesz lehetővé pontos helymeghatározást, valamint nem megoldott a széles magasságtartományban ($H_{rep}=150-7500$ m), nagy távolságon felderített ($L_{lok}=2800$ km), $v=600-750$ km/óra sebességű, kis visszatükröző felületű ($A_{ekv}=0,1-0,3$ m²) céltárgy átadása más működési elvű közelfelderítő lokátorok [18].

Mivel a stealth-technológia döntően a földi telepítésű lokátorok meghatározott frekvenciatartományára van optimalizálva, a lokátorok szokásos üzemi méréstartományának (1-20 GHz) kiterjesztésével növelhető a stealth-repülőeszközök felderíthetőségének távolsága. Számítások szerint a lopakodó repülőgépek felderíthetősége 1-2 GHz tartományban 1,75-szöröse a 2-4 GHz-nél elérhetőnek és 2,2-szerese a 4-8 GHz intervallumban mérhetőnek. Így valószínűsíthető a méteres és deciméteres lokátorok újjászületése (kikonzerválása). A felderítésnek e formája a repülőgép sárkányszerkezetének átalakításával 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 kellene a

borításra kívülről felvinni, míg a könnyebb fenoplasztból az 1 GHz-es besugárzás "semlegesítésére" 300 mm-es védőrétegre lenne szükség.

A perspektivikus felderítő lokátorok várhatóan széles frekvenciatartományban pásztázva, térben tagoltan telepítve, nem szinuszos jeleket kibocsátva működnek. A közvetlen besugárzás által generált felharmonikus jelek detektálására és feldolgozására speciális "nonlineáris" lokátorok fejlesztése folyik. Az együttműködő lokátorok térbeli tagolásával, más felderítő eszközökkel (pl. infrakereső) történő összekapcsolásával és szinkronizált üzemével (beleértve föld- és vízfelszínt, repülőgép-fedélzetet, léghajót és üreszközöket) a felderítés hatékonysága lényegesen javulhat.

A felsorolt lehetőségek gyakorlati megvalósítását - a még megoldásra váró technikai nehézségeken kívül - az is nehezíti, hogy a minőségi adatfeldolgozás a felderítendő objektum harcászati, műszaki, geometriai jellemzőinek részletes ismeretét is feltételezi (ami a legszigorúbban őrzött hadititkok közé tartozik!).

Napjainkban a lopakodó repülőeszközök felderítése hagyományos eszközökkel nem vagy csak alacsony határfokkal megoldott. A hatékony új rendszerek, berendezések még elméletben kimunkáltak, esetleg kísérleti stádiumban vannak, miközben párhuzamosan a stealth-technológia is fejlődik. Jelenleg a 2. táblázatban összefoglalt - döntően másodlagos - jelek, ismérvek nyújtanak lehetőséget a lopakodó repülőgépek (várható) tevékenységének közvetett felismerésére, esetenként azt a kisszámú mérhető jellel összegezve az oltalmazási tevékenység algoritmizálására [17].

A jelenleg hadrendbe állított egyetlen stealth-vadászrepülőgép (F-117A) korszerű fedélzeti lokátorokkal, hőpelengátorokkal mérhető és vizuális felderíthetőségi határait a 1. ábra szemlélteti. Lokátor esetében e a határok is csak felülről, $dH=2000-3000$ m-es optimális magasságkülönbség esetén, a gép hossz tengelyéhez képest hátulról $\pm 35^\circ$ -os, mindkét oldalról $45-70^\circ$ -os szögtartományban 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 nagy területű égő harcmező feletti átrepülését szabad szemmel felfedezni [18], alacsony felderítési határfokot sejtet.] Mindezek alapján belátható, hogy külső rávezetés nélkül, még optimális őrzőjáratozási magasságban is meglehetősen nehéz felkutatni, de még inkább leküzdeni - az elfogót fedélzeti "data-link" rendszerével már nagyságrenddel nagyobb távolságról érzékelő, szükség szerint aktív manőverezést, zavarást folytató, vagy L-L rakétát indító - stealth-típusú célt.

Stealth repülőeszközök alkalmazásának taktikai jellemzői

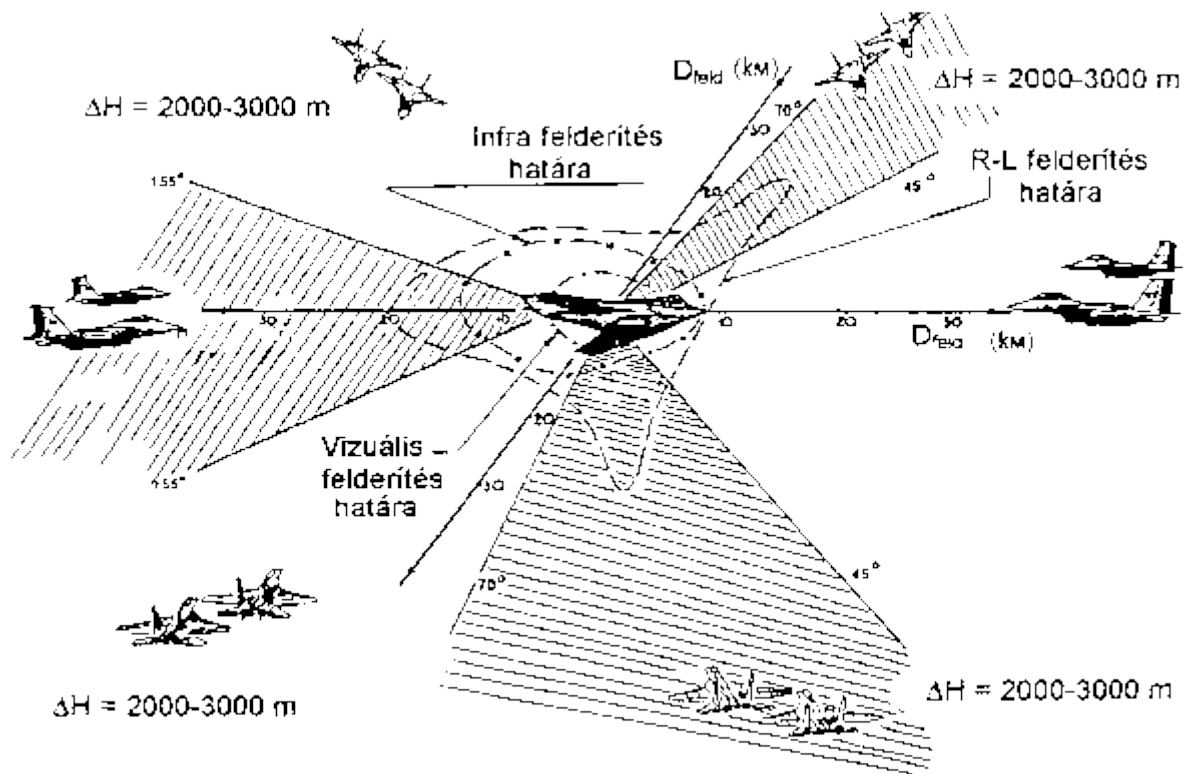
2. táblázat

<i>Jellemző</i>	<i>Magyarázat</i>
Stratégiaiilag fontos objektumok irányába (rendszerint éjjel) magányosan szálló repülőgép. A közelben más repülőeszköz nem található.	A kötelékrepülés növeli a hatásos visszatükröző felületet és (nappal) a vizuális felderítés valószínűségét. Az autonóm feladat-végrehajtás megakadályozza a saját együttműködő repülőgéppel történő ütközést, amelyek nem képesek észlelni a lopakodót.
A repülési magasság vadászrepülőgépek esetében legalább 6300 m, bombázóknál 15 000 m-ig (statikus magasság), robotrepülőgépeknél a földfelszín feletti H_{\min} -on.	Az első kitérést biztosít a csapatlégvédelem optikai célzóberendezései előtt, a második lehetőséget nyújt a távoli célok elérésére, pontos célzásra és a csapás hatásának felmérésére, a harmadiknál a földfelszín és a tereptárgyak nehezítik a lokátorsugarakkal történő felderítést.
A repülőeszköz komplex (EHC) zavarótevékenysége.	Imitált jelek kisugárzása, amelyek a felderítő lokátoron meghibásodást vagy fizikai hatást jeleznek. Sikeres tűzérségi felderítés vagy vadászrepülőgép-támadás esetén minimális energiakisugárzású aktív zavarás.
A fedélzeti rádióelektronikai berendezések rövid ciklusú működtetési.	A mozgó földi cél megközelítésekor szükséges a célzó-ráveztő berendezések és a rádió-magasságmérő működtetése. Vadászrepülőgép támadásakor az aktív zavarás alkalmazása mérhető energiakisugárzást eredményez.
A harcászati vadászrepülőgépek tevékenységének aktivizálódása, zavarási zónák megjelenése és kiterjedése különböző irányokba, földi lokátorállomásokra mért csapások.	A lopakodó repülőeszköz támadási útvonala mentén a légvédelem koordinálni és koncentrálni törekszik annak közelében tartózkodó csapásmérő-, zavaró-, megtévesztő eszközeinek tevékenységét.

Eredményes felderítésre és elfogásra csak az oltalmazandó sáv, magasság és mélység szerint tagolt teljes lokációs lefedése esetén van esély (2. ábra). A feladat megoldásához szükséges repülőgépek száma a sáv szélesség (L) 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 előtt, illetve áthatolni az esetlegesen be nem sugárzott zónán. A kitérés egyébként meghatározó jellemzője az F-117 (légi)harcmodornak, mivel gyakorlatilag valamennyi manőverjellemzője elmarad a korszerű, hagyományos vadászrepülőgépektől.

Valós harc helyzetet szimuláló harcászati gyakorlatok adatai szerint, még AWACS-szel támogatott, kötelékben történő elfogás esetén is nagy jelentősége van az időtényezőnek. Eredményességre csak abban az esetben lehet számítani, ha megtévesztő csoport intenzív emelkedő manőverrel képes magára vonni a figyelmet, ezzel közel egy időben az oltalmazó csoporttal támogatott csapásmérő

kötélék megbízható látótávolságba(!) kerül a lopakodó(k)hoz és begyakorolt "koreográfia" szerint azonnal laza géppár kötelékekre bontakozik szét. (3. ábra). Amennyiben az első támadás eredménytelen, az F-117-es rendszerint eredményes ellencsapást mérve, rejtőzködő sajátosságait kihasználva, sértetlenül képes kitérni a további légi harc elől.



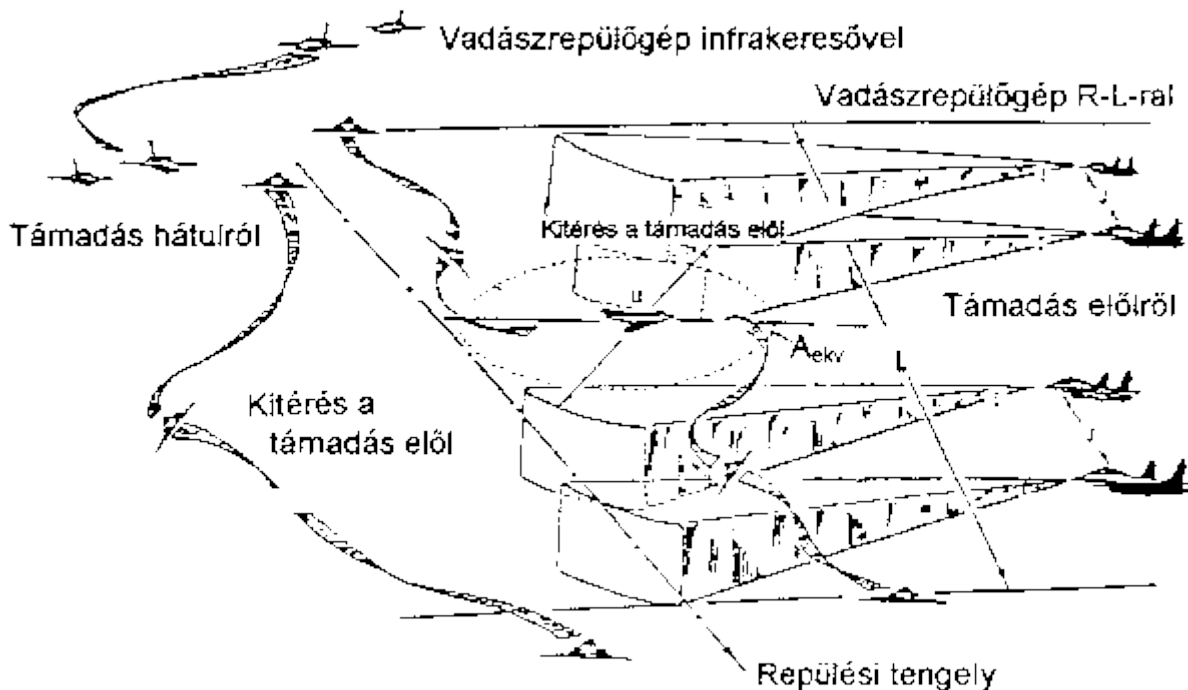
1. ábra

Szaktevélemények szerint a lopakodók elleni harcra történő felkészítés megkülönböztetett eleme a pilóták pszichológiai tréningje, mivel a hagyományos harc helyzetben megengedhetőnél lényegesen nagyobb, tartós stresszt élnek át, a viszonylagosan kiszolgáltatott helyzetükből adódó megfeszített figyelem koncentráció miatt.

Az előzőekben felvázolt harc helyzetek, nehezen prognosztizálható kimenetelét tovább bonyolítja a vezető NATO-országok részéről 2005 utánra ígért F-22-es, EFA, Rafale és a várhatóan gyártásra kerülő orosz MIG-1.44 (MFI) vagy a kínai F-10 hangsebesség feletti, lopakodó (vagy ilyen tulajdonságokkal fokozottan rendelkező) vadászrepülőgépek hadrendbe állítása és esetleges szembekerülése.

A jelenleg hozzáférhető ismeretek birtokában megállapítható, hogy a lopakodók megbízható felderítésének és leküzdésének módszerei még nem kellően kimunkáltak, rendkívüli költségigényei miatt ez rövid távon nem is várható. Így valószínűsíthető, hogy a stealth- és "ellen-stealth"-technológiák versengése,

fejlesztése és alkalmazása a 21. század hadseregeiben, légierőiben meghatározó lesz.



2. ábra

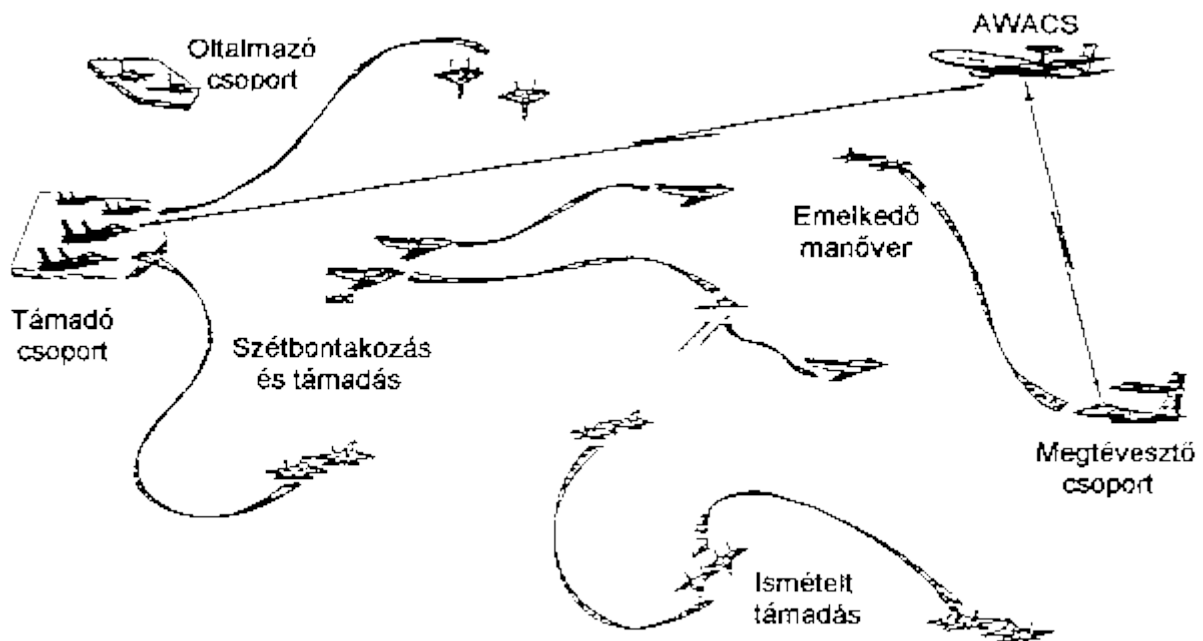
A XXI. század első harmadában várható új katonai repülőeszközök konstrukciós és üzemeltetési követelményei

A 2005-2010 között rendszerbe állítandó vadászrepülőgépeknek (beleértve az F/A-18E/F-et is) a jelenlegi harmadik-, negyedikgenerációs típusokhoz viszonyítva az alábbi harcászati, technika-, gazdaságossági jellemzőkkel kell rendelkeznie [12]:

- 25%-kal magasabb aerodinamikai jóság ($K=F_y/F_x$);
- 45%-kal alacsonyabb telemetrikus, 40%-kal kisebb rádiolokációs felderíthetőség;
- 50%-kal nagyobb üzemeltetési megbízhatóság;
- 20%-kal kisebb üzemeltetési költségek;
- 20%-kal jobb gyorsulási és vízszintes manőverjellemzők;
- 30%-kal nagyobb hatósugár és hasznos terhelhetőség;
- 10%-kal magasabb élettartam.

A Pentagon előzetesen elvégzett számításai elsőként egy új típus létrehozásának és a meglévő legjobb, komplex korszerűsítésének pénzügyi ráfordításait vetette össze. Az F-15 vadászrepülőgép "lopakodhatóságával" kapcsolatos átalakítások, a hajtóművek teljesítményének növelése és az avionikai berendezések korszerűsítése legalább 42 milliárd USD-ba kerül, míg a 438 db F-22 hátralévő fejlesztéséhez és előállításához 45 milliárd USD szükséges. Mindezek egyértelműen igazolták, hogy

az új típus létrehozása egy régi nagymérvű korszerűsítéséhez képest nem jelent tetemes többletkiadást, de azt is egyértelművé tették, hogy költségvetési megfontolásból repülőfegyvernemenként csak egy, többfeladatos típus rendszerbe állítása lehetséges. Emellett maximum egy korábbi, modernizált típus fenntartása fogadható el. (A tervek szerint a haditengerészetnél ez az F/A-18E/F lesz.)



3. ábra

A Pentagon 2009-től, 12 év alatt, a közös fejlett támadó technológia (JAST - Joint Advanced Strike Technology) program keretében, 3000 db közös támadó vadászpilóta (JSF - Joint Strike Fighter) beszerzésével tervezi lecserélni a teljes meglévő vadászpilóta parkját. A biztos hazai és a várható külföldi megrendelésekért a három nagy amerikai katonai repülőgépgyártó vállalat (Boeing, McDonnell Douglas, Lockheed Martin) versenyezett egymással. Mindhárman feladatuk, hogy tanulmányterveik egyazon repülőgép hagyományos felszálló CTOL (Conventional Take-Off and Landing) és STOVL (Short Take-Off and Vertical Landing) változatával kapcsolatos elképzeléseiket is tartalmazzák. Az első legyen alkalmas a légi harcok vadászszerepkörre, a tengerészgyalogságnál szárazföldi csapatok támogatására, valamint földfelszíni célok megsemmisítésére; a másodikat a haditengerészetnél lehessen hajófedélzetről üzemeltetni [22, 24].

A JSF repülőgépek még csak terv, illetve épülő teszttípusok stádiumában léteznek, ezért repülési tulajdonságaikról sem állnak rendelkezésre adatok. Az alacsony beszerzési ár és életciklusköltségek biztosítására mindhárom változatnál számos közös berendezést, szerkezeti elemet, megegyező gyártás technológiát és üzemeltetési stratégiát kívánnak alkalmazni, valamint drasztikusan csökkentik az önálló fedélzeti érzékelők számát, a gépek számítógépei kívülről kapott jeleket fognak feldolgozni. A különböző tervezési koncepciók összevetése azonban

mindenképpen tanulságos, mivel érzékelteti, hogy a megrendelő részéről kitűzött szigorú harcászati, műszaki, gazdaságossági peremfeltételeknek, sarokszámoknak hány különböző módon lehet megfelelni, egyben modellül szolgál az igényes választásra is [7, 22].

A robotrepülőgépek (UCAV - Uninhabited Combat Air Vehicle) a haditechnikai fejlődés pragmatikus és logikus következményei. Létrehozását politikailag az célszerűsíti - legalább is a katonai vezetés szerint -, hogy a közvélemény reakciója már egyetlen pilóta elvesztése esetén is kockázatosná teheti egy katonai akció támogatását, míg robotrepülőgépet alkalmazva pilótavesztéssel, hadifogsággal nem kell számolni. A Lockheed Martin egy értékelése szerint: "modern harctéri körülmények között, amennyiben a túlélés valószínűsége kisebb 98%-nál, nem szabad pilóta által vezetett repülőgépet alkalmazni." Harci potenciál szempontjából sem elhanyagolható előny, hogy gépvesztés esetén annak pótlása pusztán anyagi, technikai kérdés, a költséges és időigényes repülőgépvezető kiképzésről nem kell gondoskodni [1].

A gépszemélyzet hiánya egy sor további előnnyel is jár. Lehetővé teszi a repülőeszköz manőverjellemzőinek javítását, hiszen a fiziológiailag limitált függőleges túlterhelés $n_{y,max}=9$ értéke 20-ig növelhető, indítás és leszállás alakalmával a gyorsítás, lassulás okozta $n_{x,max}$ is lényegesen magasabb lehet (startrakéta, fékezőháló alkalmazhatósága!). Javulnak a stealth-jellemzők a geometriai méretek csökkenése miatt, valamint olyan megoldások következményeként mint a radar-visszatükröződés szempontjából különösen kedvezőtlen futómű-, bombarekesz stb. nyitható fedelének törzs felső részén történő elhelyezésével. (Mivel nincs repülőgépvezetőfülke, a törzs alsó és felső része közel azonosra képezhető ki, így leszállás, bombázás stb. előtt a gép hossz tengelye körül félorsót végrehajtva nyithatja futó-, illetve bombarekeszeit és úgy hajthatja végre a megfelelő feladatát.) Ugyancsak nem kell UCAV-ok esetében számolni a harceszközök személyzetének bénítására, megsemmisítésére kifejlesztett (az Öböl-háborúban ki is próbált!) nagy teljesítményű, rádiófrekvenciás- (HPRF - High Power Radio Frequency), valamint impulzusüzemű lézerfegyverek okozta veszteséggel.

Természetesen a robotrepülőgépek költségösszetevői is kedvezőbbek a pilóta által vezetett repülőeszközökénél. Beszerzési árak - felszereltségüktől, teljesítményüktől, méreteiktől függően - 1-15 millió USD között változhat. Mivel kiképzőrepülést nem kell folytassanak (az szimulátorral közel 100%-ban kiváltható), üzemeltetési és élettartamköltségeik alacsonyak. Számítások szerint már 75%-os túlélési valószínűség esetén is gazdaságosabb az alkalmazásuk, mint az egyfeladatos robotrepülőgépeké.

Az UCAV eszközök nagyfokú rugalmasságot is biztosítanak a hadvezetésnek. A katonai költségvetés általános csökkentése miatt a légierő mind kevésbé képes különböző célok támadására alkalmas, specializált, nagy hatótávolságú

fegyverekből raktárkészletet felhalmozni. A többnyire légi utántöltés lehetőségével, eleve hosszú távú, nagy magasságú repülésre létrehozott, lényegesen olcsóbb UCAV viszont képes még erősen védett célok támadására is olyan rövid hatótávolságú, egyszerű fegyverekkel (mint pl. a JSOW, JDAM), melyekből jelentős készlet képezhető és nagyobb mennyiségben szállítható a hadszíntérre [22].

Lényeges költségcsökkentő elem, hogy az UCAV, UTA, JSF repülőeszközök csak korlátozott számú (költséges) saját szenzorral rendelkeznek, döntően külsőket használnak. A céladatokat műholdak, földi lokátorok és légi szenzorplatformok gyűjtik és juttatják át az AWACS-ra, amely azokat elemzi, szűri és továbbítja a szenzorok nélküli támadó robot (JSF) repülőgépre. Mindez a rendszer valamennyi elemétől igen nagy jelfeldolgozási és továbbítási sebességet igényel.

A fejlesztési elképzelések szerint légi harcra és szárazföldi célok megsemmisítésére specializált robotrepülőgépek szériagyártásának megkezdéséhez szükség van az ellenséges rakéták közeledésére figyelmeztető rendszerek (MAWS - Missile Approach Warning Systems) létrehozásán kívül az ellenséges vadászrepülőgép támadását felismerő és arra automatikusan reagáló rendszerek kimunkálására is. A különböző aktív védelemre szolgáló anyagok (dipol, infracsapda stb.) kiszórása már jelenleg is automatikusan történik, de a hatékonyság lényegesen javulna, ha működésbe lépésükkor egy gyors, éppen "odailló" kitérő manőver is végrehajtásra kerülne. A Boeing tervei szerint pilóta nélküli harcászati repülőgépekkel (UTA - Unmanned Tactical Aircraft) kell végrehajtani a csapásmérő repülőgépekre kijelölt feladatok közül a veszélyesebbeket. Az UTA irányítását a veszélyeztetett zónától távol lévő repülőgépekből vagy földi harcálláspontokról operátorok végzik.

Az L-L rakétákkal felszerelt, légi harc megvívására specializált UTA eszközök közül hármat irányíthat például egy F-22-es pilóta, melyek "legyező formában", 30-50 km-re repülnének előtte. Ilyen helyzetben az F-22 teljes rádió és lokációs csendben haladva, a célra vonatkozó információkat az UTA repülőgépektől, nagy magasságon haladó felderítő repülőgépektől és műholdaktól kapná. A felderítéskor és befogáskor két rövid impulzus-parancsjel hatására megtörténik a fegyverzet beélesítése és a tüzmegnyitás. Ilyen feltételek mellett az F-22 képes megsemmisíteni egy hozzá hasonló nagy teljesítményű repülőgépet anélkül, hogy maga veszélyes helyzetbe kerülne.

A földi célpontok támadására specializált UTA változat irányítását várhatóan nagy méretű szenzorhordozó repülőgépeken (B-767, B-777) elhelyezkedő operátorok fogják végezni. Alkalmazásuk főként két veszélyes területen várható: mélyen az ellenséges vonalak mögött lévő célok ellen és az ellenség légvédelmének bénítására, megsemmisítésére.

A hadműveletek megkezdésekor az UTA operátor-pilóták valószínűleg az AWACS repülőgépek fedélzetéről fognak tevékenykedni. Amikor a saját földi erők a

hadszintér belsejébe nyomulnak, az operátor-pilóták földi telepítésű irányítópontokról folytathatják munkájukat.

Tervek szerint azUCAV/UTA repülőeszközök létrehozásának egyik költségkímélő lehetősége, a használatból kivont F-16-osok átalakítása lehet.

Nem hagyhatók figyelmen kívül a robotrepülőgépek ellenzőinek aggályai, sem. Ilyenek például:

- a többször felhasználhatóUCAV mérete nagyobb, stealth-sajátosságai gyengébbek az egyszer felhasználhatóénál;
- nem minden nagy hatótávolságú fegyver ára éri el az egymillió USD összeget, ami felett már azUCAV lehetne költséghatékony;
- az $n_{y,max}=20$ érték tényleg jobb manőverezést biztosít a pilótával irányított repülőgépnél, de kevés az $n_y=40-50$ -nel manőverezni képes, korszerű L-L rakéták ellen;
- nem biztos, hogy harctéri viszonyok között, a zsúfolt (zavart) éterben is biztosítható a hatékony működéshez elengedhetetlen, nagy mennyiségű, nagy sebességű információ maradéktalan, zavarvédett áramlása;
- a fedélzeten kívüli szenzorok az ellenség fokozott támadásának lesznek kitéve, így esetleges eredményes bénításuk, megsemmisítésük nagyszámú repülőeszközt tehet egy időben harcképtelenné. (Ld: iraki MIG-29-esek az Öböl-háborúban!)

Összegezés

Napjainkban a hadügyben tudományos-technikai forradalom zajlik, melynek eredményeként új haditechnikai eszközök és hozzájuk (is) kapcsolódóan új harceljárások jelennek meg. Negyedszázados távlatot vizsgálva megállapítható, hogy minden haderőnem, fegyvernem, szakcsapat jóformán valamennyi meglévő eszközét érinti ez az átalakulás, illetve ezek mellett eddig ismeretlen, új fegyverek, fegyverhordozók hadrendbe állítása is várható.

A repülésben is a fentebb vázolt tendenciák érvényesülnek. Valamennyi repülőfegyvernem, légi járműveinek mennyiségi és minőségi mutatói lényeges változáson mennek át. Az új haditechnikai eszköz kialakítását meghatározza a stealth-technológia alkalmazása, még ha ezzel párhuzamosan legalább olyan intenzitással folyik a különböző "ellen-lopakodó" technológiák kutatása is. Valójában ha egyáltalán van értelme valamilyen címkézésnek, akkor a haditechnikában a 21. század mindenképpen a stealth évszázada.

Amennyiben az új eszközök megjelenésének hatását vizsgáljuk hazánkra és általában a kis és közepes országokra, megállapítható, hogy az meghatározó jelentőségű. Nem szükségszerűen azért, mintha 20-30 év távlatában várhatóan a nagyhatalmaknál már hadrendben lévő hiperszonikus repülőgépek, óriás szállító-

repülőgépek, lézerfegyverrel felszerelt B-767-esek rendszeresítésével kellene számolnunk repülőcsapatainknál, de az valószínűsíthető, hogy ellenfélként, együttműködő partnerként ilyenekkel is találkozhatunk.

Egy esetleges perspektivikus fegyveres konfliktusban a mennyiségi hiány kompenzálására - mindenekelőtt kevés repülőeszközzel rendelkező országok számára - egyedüli esélyt a minőség alkalmazása adhat. (Bármilyen technológia szerint legyen is felújítva pl. egy MIG-21-es, ebben a "súlycsoportban" nincs és nem is lehet helye, esélye.) Teljes értékű hon- és légvédelmet, légierőt építve meg kell barátkozni az újjal és azt alkalmazni is célszerű. A valamilyen okból nem vagy hiányosan megoldott honvédelmi feladataink "kiváltására", elodázására nem biztos, hogy gyakorlatban is maradéktalanul működtethető a több évtizedes "jön a nagy testvér, aki majd úgyis megvéd" ideológia (ami vélhetően így korábban sem volt igaz!). Külső agresszió esetén az egyesített hadigépezet beindulása hónapokat is igénybe vehet, hiszen valamennyi szövetséges parlamentjének "áldása" szükséges hozzá. A NATO történetét tanulmányozva az is kiderül, hogy a szövetséghez tartozás nem szünteti meg azonnal két vagy több szövetséges ország évszázados feszült viszonyát, az alkalmasint koalíciós keretek között is folytatódhat, akár fegyveres konfliktusba torkolva (görög-török viszony!). Ráadásul ennek szövetségi kezelése nincs megoldva. Egy esetleges agresszor, korszerű támadófegyverekkel végrehajtott támadását, csak hasonló korszerűségű saját védelmi fegyverekkel lehet azonnal visszaverni. Ehhez ismerni kell az ellenség támadóeszközeinek harcászati-technikai jellemzőit, az elhárítás lehetséges módjait pedig be kell gyakorolni! (Ez egyáltalán nem a XXI. század sajátos követelménye, jelenleg is így kell/ene működjön!) Mindez igaz a koalíciós keretek kötött megvalósított együttműködésre is.

A fejlesztés alatt álló új haditechnikai eszközök közül a JSF és robotrepülőgépek új kiindulási koncepciót jelenthetnek hazánk számára is a 2010 körül valószínűsíthetően bekövetkező vadászrepülőgép-fegyverzet váltásához. A jelenleg korszerűnek számító, akkorra azonban negyvenéves alapkonstrukciójú F-16, F-18, Mirage-2000 utolsó modifikációinak is leáll a szériagyártása, a típusokat utolsóként megvásároló országoknál lévő példányok legalább fele üzemidejüket leszolgálják. A még akkor is korszerűnek számító F-22, EFA, Rafale elkövetkező években is folyamatosan növekvő árai akkor pontosan annyira elérhetetlenek lesznek számunkra, mint napjainkban. A jelenlegi kínálatból egyedül a JAS-39 beszerzése lehet még 5-10 év múlva megfontolás tárgya, amit akkora már remélhetően széles körű üzemeltetési tapasztalatok is támogatnak. Eljövendő árát viszont nem ismerjük, csak az biztos, hogy a jelenleginél lényegesen több lesz, valamint hogy a számunkra most felajánlott gazdasági támogatási csomag elemei többségében akkora már nem realizálhatók.

Mindezek alapján célszerű lenne gazdaságossági számításokat végezni arra vonatkozóan, hogy mibe kerül 2010-15-ig "kihúzni" a jelenlegi, de modernizált MIG-29-eseinkkel, azok üzemidejének lejártakor pedig "megcélozni" az akkor

legmodernebbnek és legolcsóbbnak ígérkező vadászrepülőgépet, a JSF-et. (E lehetőség életképességét bizonyítja, hogy a Benelux államok, Németország, Anglia 1999-ben JSF-fejlesztési együttműködési szerződést írt alá az USA-val, ami a beszerzést is kedvezményezi!) Felderítő-repülőgépekre hazánkban is már régen szüksége lenne, az alacsonyabb árfekvésű robotrepülőgépekkel a hiány pótlására remélhetőleg már 2010 előtt is lehetőség nyílik. Emellett akár a csapásmérő változatuk perspektivikus hadrendbe állítása is megfontolást érdemel.

Végezetül - nem csak magyar specifikumként - megállapítható, hogy önmagában a legkorszerűbb repülőeszköz beszerzése sem garanciája a magas színvonalú hon-, illetve légtérvédelemnek. Az csak egy megbízható korszerű honvédelmi illetve üzemeltetési rendszerben realizálható, melynek a légi jármű is része. A legmegfelelőbb típust megtalálni e célra, majd azt gazdaságosan és hatékonyan alkalmazni csak hosszas, sokoldalú elemzések és számos kompromisszum eredményeként sikerülhet. A legkorszerűbb repülőgép hatékonysága sem haladhatja meg az őt befogadó rendszer leggyengébb elemét.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. A BOEING cég pilóta nélküli vadászrepülőgépet tervez; AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY 1996. 03. 04., p. 20. (RMI)
2. Alesin, A.: Lazernoje oruzsije szamoljotnogo bazirovanyia; ZARUBEZSNOJE VOJENNOJE OBOZRENYIE, 1997/11., p. 35-38.
3. Alekszejev, A.: Razrabotka giperzvukovih BLA v SzSA; ZARUBEZSNOJE VOJENNOJE OBOZRENYIE, 1997/6.
4. A Lo Flyte repülőeszköz bemutatása; AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 1996. 08. 12., p. 70. (RMI)
5. A PENTAGON 1998. évi költségvetési terve a modernizálások helyett a perspektivikus csúcstechnológiai programokat favorizálja; AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 1996. 08. 12., p. 29. (RMI)
6. A Pratt & Whitney F 119 típusú hajtóművek képezik a JSF repülőgépek hajtóműrendszerének alapját; AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 1996. 11. 25., p. 25. (RMI)
7. Az USA vizsgálja a technológiai határokat; INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW, JANES IDR EXTRA, Vol. 1. 1996/6., (RMI)
8. Bokov, A.: Problema obnoruszenia letatyelnih apparatov tyipa "STEALTH"; ZARUBEZSNOJE VOJENNOJE OBOZRENYIE, 1998/7., p. 37-42.
9. Hagen, H.: Die künftige Rolle von Jagdflugzeugen; EUROPÄISCHE SICHERHEIT, 1997/6., p. 28-34.
10. Iljin, Vlagyimir: Sag v tretye tiszicsletyije; AVIACIJA I KOSZMONAVTYIKA, 1996/19., p. 2-19.
11. Kőszegvári Tibor, dr.: Hadviselés a 21. században; HADTUDOMÁNY, 1999/1 p. 41-54.
12. Kővári László: Az Öböl-háború alulnézetből; TOP GUN 1998/3. P. 2-8.

13. Krasznov, A.-Besszarabov, N.: Vzgládi na vegyenyije vozdosnogo boja obicsnih isztrebityelej sz szamoljotami "STEALTH"; ZARUBEZSNOJE VOJENNOJE OBOZRENYIE 1998/6. P. 22-28.
14. Krasznov, A.: Szisztjemo PVO: malozametnie szredsztva vozdsunogo napagyenyija; ZARUBEZSNOJE VOJENNOJE OBOZRENYIE, 1995/5., P. 46-51.
15. Military budget a mix of cuts and steadiness; AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY 1997/7., p. 28-30, 34, 39, 41.
16. Mulholland, David: U. S. Studies UCAVs For Risky Combat Missions; DEFENSE NEWS 1998. 09. 14-20., p. 18.
17. Óvári Gy.,dr.: Az MH repülőeszközei típusváltásának és üzemeltetésének lehetőségei gazdaságossági, hatékonysági kritériumok a NATO-csatlakozásunk figyelembevételével; A LÉGIERŐ FEJLESZTÉSE (tanulmánygyűjtemény) HM kiadás 1997., p. 11-127.
18. Óvári Gy. dr.: A Stealth-repülőgépek szerkezeti kialakításának néhány kérdése; HADITECHNIKA 1991/4., p. 3-7.
19. Pilóta nélküli felderítő eszközök; HADITECHNIKAI FÜZETEK 1., HTI, 1999
20. Schwarz, Karl: Moderner Dreikampf; FLUG REVUE 1996/2., p. 52-55.
21. Sweetman, Bill: ARPA starts push for joint-service ASTOVL; INTERAVIA/AEROSPACE WORLD, 1993/5., p. 68-70.
22. Stoiner, Roger A.: Stealth aircraft technology from world war II. to the Golf; SAMPLE JOURNAL, 1991/5., p. 9-18.
23. Tájékoztató a többfeladatú vadászrepülőgépről; JANES DEEFENCE WEEKLY 1996. 05. 08., p. 23. (RMI ford.)
24. Vasinin, I.: Vzgladi v SzSA na razvitie VVSz v nacsale XXI. veka; ZARUBEZSNOE VOENNOE OBOZRENIE, 1998/1., p. 17-25.
25. Warwick, Graham: Joint endeavour; FLIGHT INTERNATIONAL 1996. 07. 3-9., p. 25-28.
26. Warwick, Graham: Persistent ambitions; FLIGHT INTERNATIONAL 1997. 10. 15-21., p. 36-37.