

Kísérlet egy repülőgép-katasztrófa meteorológiai viszonyainak rekonstrukciójára - a Malév HA-MOH repülőgépnél balesete

1. BEVEZETÉS

Közismert tény, hogy a repülőgép-katasztrófákat több, egymás után bekövetkező - a baleset irányába ható - történés okozza. A baleseti kivizsgálók jelentésükben - amennyiben lehetőségük van rá - meg is nevezik ezeket a történéseket. Számos esetben azonban nem sikerül egyértelműen megnevezni a katasztrófa kiváltó okát (okait), csak hipotézisek maradnak a kivizsgáló bizottság jelentésében. Ebbe a körbe tartozik a Malév HA-MOH lajstromjelű (Helén becenévre hallgató), IL-18V típusú repülőgépnél ferihegyi balesete is, mely 1975. január 15-én történt.

Munkánkban kísérletet teszünk az MA-801/A járat utolsó útjának **meteorológiai viszonyainak** bemutatására a berlini felszállástól a ferihegyi katasztrófaig. Tesszük ezt azért, mert a baleseti kivizsgálók által készített jegyzőkönyvben fellelhető információk értékelése után jó okunk van feltételezni, hogy a katasztrófa egyik alapvető tényezője a rendkívül gyorsan változó (romló) **időjárási helyzet** volt. Dolgozatunkban a MS Flight Simulator X program segítségével vizuálisan is be fogjuk mutatni a repülés végső fázisában tapasztalható környezetet, ahogyan a személyzet több mint 34 évvel ezelőtt láthatta azt. A repülés meteorológiai viszonyainak rekonstrukciójához az alábbi adatokat, információkat és forrásokat használtuk fel:

- a katasztrófa kivizsgálásakor készült jegyzőkönyvet, a benne foglalt részletes meteorológiai adatokkal (METAR-ok, TAF-ok az útvonal által érintett repülőterekre vonatkozóan) [1],
- az OMSZ meteorológiai napjelentéseinek és SYNOP táviratainak adatait [2],
- az ECMWF ERA-40 reanalízis mezőinek adatait [3] és
- a MS Flight Simulator X programot.

Szeretnénk leszögezni, hogy célunk nem a személyzet vagy bárki más felelősségének taglalása, megállapítása, hanem sokkal inkább a tények bemutatása és elemzése, hogy a jövőben a repülés még biztonságosabb legyen!

2. A HA-MOH utolsó repülésének általános leírása

A Malév 801/A járata 9 fős személyzettel, utasok nélkül indult Berlin Schönefeld (ETBS) repülőtérrel Budapest Ferihegyre (LHBP) 1975. január 15-én 15.50 LT-kor. A repülőgép a szovjet gyártmányú IL-18V volt, amely akkoriban a Malév légiflottájának egyik alaptípusa (*1.ábra*).



1.ábra

A Malév HA-MOH lajstromjelű IL-18V repülőgépe a stockholmi repülőtéren

A járat az utat az NDK, Csehszlovákia és Magyarország légtereiben tette meg, pontosan a Berlin-Fürstenwalde-Beeskow-Boxberg-Hermsdorf-Prága-Benesov-Polna-Brno-Nyitra-Párkány-Tápióság-Budapest útvonalat repülve. Az utazó magasság 7600 méter volt. A gép a jelzett útvonalat egészen a ferihegyi megközelítésig minden probléma nélkül tette meg, semmilyen rendkívüli esemény nem történt. A járat ILS eljárással és radar bevezetéssel repült a 31-es leszállópálya felé és a leszállási fázis megszakítása közben a pálya előtt a földnek ütközött és felrobbant. Sajnos a szerencsétlenséget senki nem élte túl. A katasztrófa feltételezett időpontja: 17.21.53 LT.

3. Az időjárás alakulása a repülési útvonalon és Ferihegyen

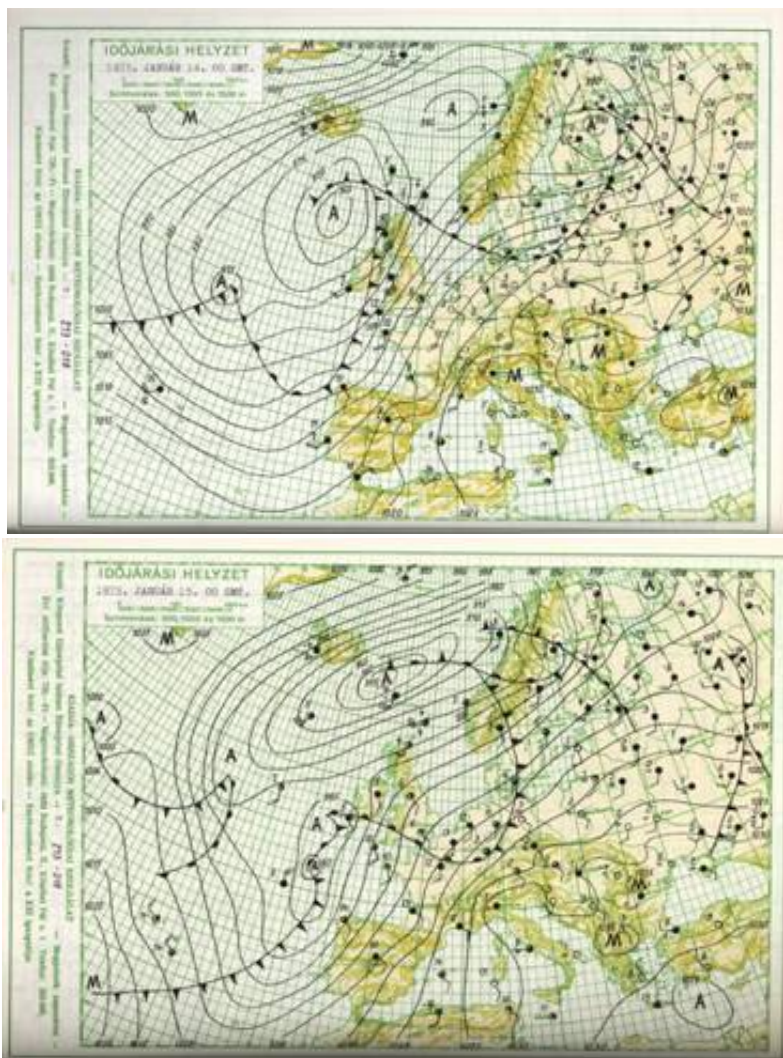
Bár a járat már két napja vesztegelt Schönefeld repülőtérén a budapesti rossz idő miatt, a berlini indulás előtt úgy tűnt, hogy Ferihegyen **javul a meteorológiai helyzet**. Ezt alátámasztotta a budapesti TAF előrejelzés (érvényes 14.00 LT-23.00 LT) is, mely szerint gyenge szél (3 m/s) 100 fokról, 900 méter látástávolság és 60 méteren teljes borultság várható, de 14.00 LT és 16.00 LT között, a látástávolság 1200 méterre nő és a felhőzet teljes borultságban felemelkedik 90 méterre. Sőt, az előrejelzés szerint, 20% valószínűséggel, felhőtlen éggel és 4000 méteres látással találkozhatnak a repülőtéren a jelzett időszakban. A berlini időjárással semmi probléma nem volt, ahogy azt az indulási adatokból tudjuk: 180 fokról 5 m/s-os szél, 7000 méteres horizontális látás, 3 okta Ac 3900 méteren és 5 okta Ci felhőzet 7800 méter magasban és további javulást vártak a látástávolságban.

Azonban, a személyzet felszállás előtt közvetlenül rádión a **budapesti időjárás romlásáról** kapott tájékoztatást, mely szerint Ferihegyen gyenge szél mellett a látás 700 méter, az RVR 1700 méter és a 8 okta St felhőzet 40 méter magasan észlelhető. Tekintve, hogy a prágai és különösen a debreceni kitérő repülőtereken a meteorológiai helyzet lényegesen jobb volt, elindultak hazafelé. Meg kell említeni, hogy az IL-18V repülőgép időjárási minimuma 1000 méteres látástávolság és 90 méteres felhőalap volt akkoriban.

Az útvonalon nem volt ugyan probléma a meteorológiai viszonyokkal sem, de cseh szlovák légtérben 16.07 LT-kor a személyzetet a **ferihegyi időjárási helyzet további romlásáról** tájékoztatták: a látás 500, az RVR 1000 méterre csökkent, a korábbi nyitott köd bezárult és csak függőleges látást lehetett megállapítani, melynek értéke 30 méter volt! 16.45 LT-kor a MA 801/A járaton szolgálatot teljesítő megkapták a budapesti 16.30 LT-kor mért adatokat, melyek szerint a horizontális látástávolságot már 300, az RVR-t (erősen ingadozva) 1700 méterre, a függőleges látást, pedig 30 méterre észlelték! Ugyanekkor Debrecenben a látástávolság 6000 méter és 220 fokról 1 m/s-os szél fúj, ami nagyságrendekkel kedvezőbb időjárás a budapestinél. Ezen adatok birtokában a személyzet tovább repült Ferihegy felé azzal a meggondolással, hogy ha nem tudnak leszállni ott, akkor Debrecenbe mennek.

17.06 LT-kor kapják az utolsó teljes METAR táviratot Budapest Approach-tól, melyben a **horizontális látás továbbra is 300, az RVR 1500, a függőleges látás 30 méter, szél 70 fokról 2 m/s**. Az utolsó meteorológiai adat, amit a személyzet kapott 17.20.35 LT-kor érkezett és 1500 méteres RVR-ról tájékoztattott, mintegy másfél perccel a katasztrófa előtt.

4. Az időjárási helyzet elemzése

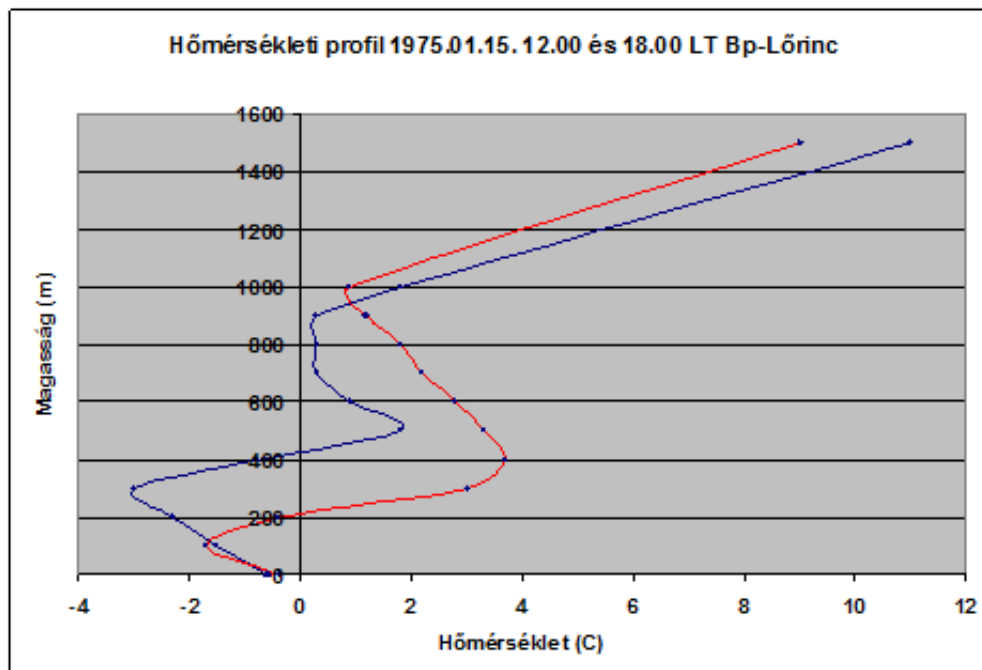


2. ábra

A szinoptikus helyzet alakulása a katasztrófa előtti napon (1975. január 14., felső kép) és a katasztrófa napján (1975. január 15., alsó kép) 00 GMT-kor.

A szinoptikus meteorológiai helyzetet Európában az adott (és az azt megelőző) napon, az **izlandi ciklon** előoldalán történő, rendezett nagytérségű enyhe légtömegeket mozgató feláramlás, valamint a Balkán-félsziget felett uralomra jutott, alapvetően leáramlást generáló **anticiklon** határozta meg (2. ábra). Közép-Európában (így hazánkban is) az időjárást alapvetően az anticiklon alakította, melynek hatására gyenge légmozgás és erős kisugárzás volt megfigyelhető, ami rendkívül kedvezett szinte az egész Kárpát-medencében a **talajközeli kisugárzási ködök** kialakulásának.

Ugyanakkor, a magasabb régiókban erőteljes **meleg advekció zajlott** a nap folyamán, aminek eredményeképpen a 12.00 LT-kor Budapest-Lőrincen felbocsátott rádiószonda 1100-1500 méter között egy rendkívül erős (több mint 10 °C-os!) **inverziót** észlelt! Az anticiklonális helyzetnek köszönhetően, volt egy másik inverzió is, mely a talaj felett kb. 300 métertől mintegy 500 méterig volt észlelhető (3. ábra). Az alsó 450 méteren a réteg hőmérséklete negatív tartományban volt, ráadásul 100%-os relatív nedvesség mellett, melyben adva voltak az erős **felületi és hajtómű jegesedés** feltételei.

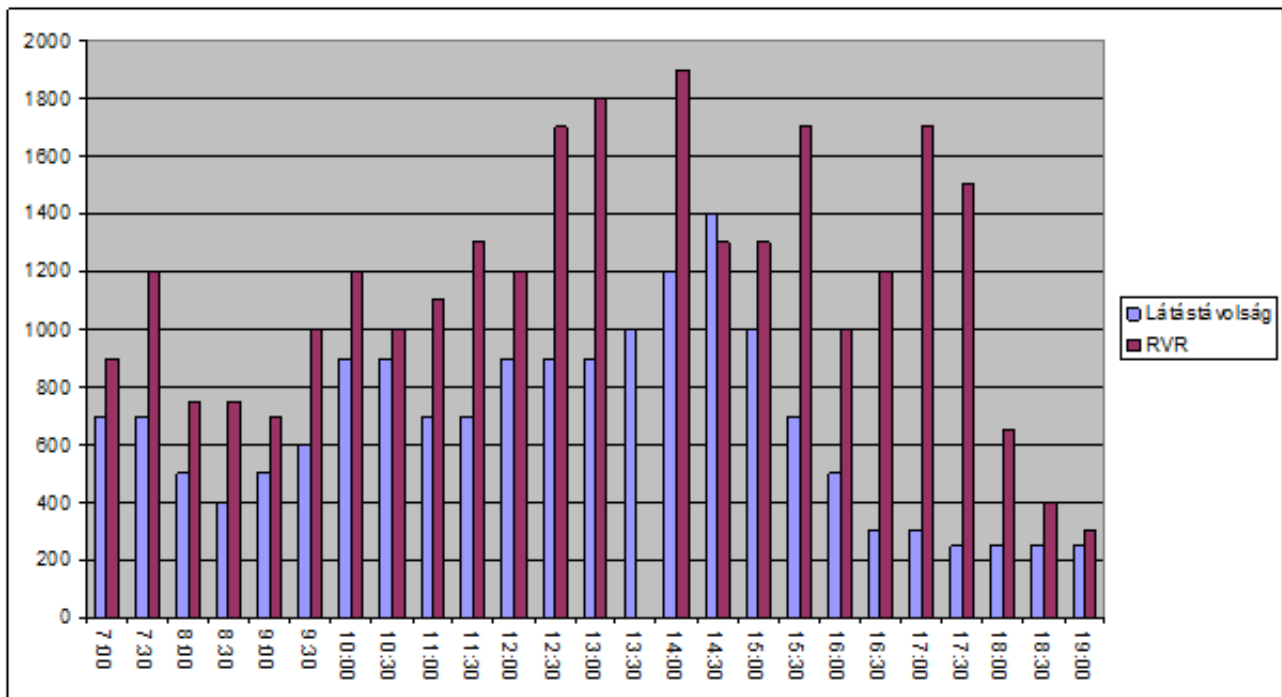


3. ábra

A hőmérsékleti profil alakulása Budapest-Lőrincen 1975. január 15-én 12.00 LT-kor (kék görbe) és 18.00 LT-kor (piros görbe)

A 18.00 LT-kor felbocsátott szonda mérési eredményét megvizsgálva elmondhatjuk, hogy a katasztrófát megelőzően - az alsó 300 métert kivéve - az erős meleg advekció a **pozitív hőmérsékleti tartományba** toltta el a felszállási görbét (3. ábra). Fontos megállapítani, hogy az alsó 800-1000 méteren telített volt a levegő, felette viszont kiszáradás zajlott. Ebből adódóan a talaj felett kis magasságban napközben alacsony felhőalappal rendelkező **stratus (St) réteg alakult ki**, majd a naplemente közeledtével teljesen lesüllyedt a talajig. A stratus teteje kb. 500 méter magasan volt és az alsó 250-300 méteres szintben egész nap 0°C alatt maradt a hőmérséklet.

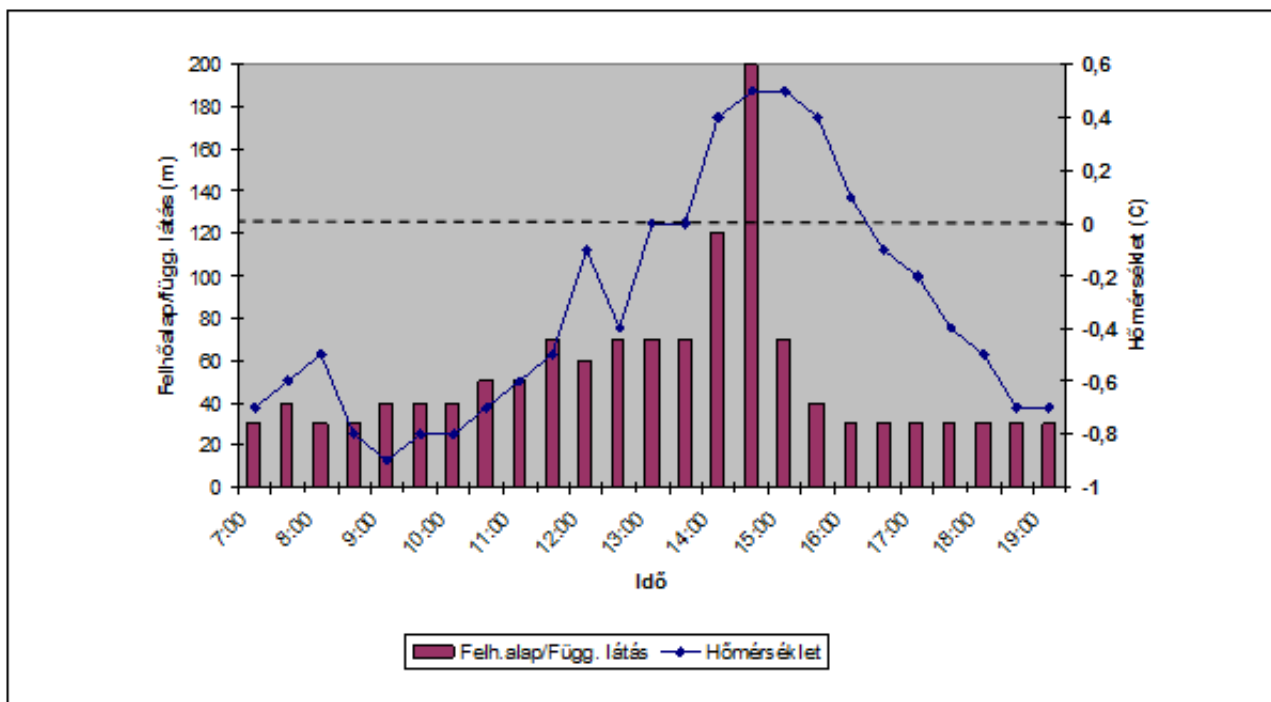
Jóllehet, az adott napon az ország D-DK-i területein az enyhe levegő áramlása miatt a felszín közeli régiókban is megszűnt a köd (pl. Debrecenben is CAVOK időjárás volt a délutáni órákban), Ferihegy - az Alföld felől lassan emelkedő domborzat hatása és a városi tagolt felszín geometriája miatt - egész nap megmaradt ködben [4]. A nap folyamán **ingadozó látástávolság** és felhőalap értékek arra engednek következtetni, hogy a repülőtér **a ködös terület határához közel** helyezkedett el és a D-DK felől érkező melegebb és nedvesebb légtömeg keveredett az ottani hidegebb levegővel. Az átkeveredés tovább erősítette a ködöt, amit igazol az a tény is, hogy Ferihegyen a nap során a legmagasabb horizontális látástávolság érték mindössze 1400, az RVR pedig 1700 méter volt (3. ábra). Az is világosan látható - amint ezt korábban már jeleztük - hogy a fentebb említett okok miatt 14.30 LT-tól kezdve, a horizontális látás gyorsan csökkent 1400 méterről 300 méterre (2 óra alatt 1100 métert)! A látástávolság és az RVR értékek ingadozása a levegő keveredéséből, mozgásából adódó, rendkívül **inhomogén eloszlású** lebegő vízcseppeknek köszönhető. A horizontális látás és az RVR értékek közötti különbség, pedig az intenzív pályafények megvilágító hatásából és az észlelések eltérő helyéből, környezetéből fakad.



3. ábra

A horizontális látástávolság és a pályamenti látástávolság (RVR) alakulása Ferihegyen 1975. január 15-én 07.00 LT- 19.00 LT-ig.

A meteorológiai állapotjelzők közül a **felhőalap** magasságának és a **hőmérsékletnek** a napi menetét láthatjuk a 4. ábrán. A felhőzet alapja egész nap rendkívül alacsonyan helyezkedett el, de 13.30 LT és 14.30 LT között hirtelen magasabbra emelkedett (egészen 200 méterig, bár foszlányok maradtak ekkor is 120 méteren), majd ugyanolyan gyorsan vissza is csökkent! A hőmérséklet napi menete is ebben az időben mutatta a maximumot (+0,5 °C), de nagyrészt **fagypont alatti** értékeket mértek. Az átkeveredés és az alsó, mintegy 300 méteres rétegben tapasztalható negatív hőmérsékleti érték miatt ebben a légrétegben, a katasztrófa időpontjában relatíve nagy mennyiségben lehetnek **túlhűlt vízcseppek** (SLD, Supercooled Large Droplet), ami a jegesedés szempontjából rendkívül veszélyes faktor! Fontos azonban megjegyeznünk, hogy az adott magasságban kialakult stratus (St) felhőzet rendkívül éles határvonallal jelenik meg a felhőtetőnél, ami azt jelenti, hogy a **folyékony** - esetünkben nagyrészt túlhűlt - **víztartalom** (LWC, Liquid Water Content) a felhőbe való berepüléskor hirtelen megnő! Ez a meteorológiai feltétel a hajtóműre akár több fokkal a fagypont feletti hőmérséklet esetén is rendkívül veszélyes. Ugyanakkor, 0 C alatt a felületi, szerkezeti jegesedést is magában hordozza [5]. Sajnálatos módon, hasonló ködös időjárási körülmények szenvedett katasztrófát egy MD-500-as helikopter, szintén Ferihegy közvetlen közelében 1994. november 22-én. Ennél az esetről egyértelműen kijelenthetjük, hogy a katasztrófa alapvető oka a nem várt, rendkívül gyors **hajtómű-eljegesedés** okozta teljesítmény-csökkenés volt. A ködbe való besüllyedés után az ott lebegő 10-15 µm átmérőjű felhőelemek (vízcseppek) nagy száma miatt robbanásszerűen megkezdődött a jég kiválása a hajtómű oldalán [4].



4. ábra

A felhőalap/függőleges látás és a hőmérséklet alakulása Ferihegyen 1975. január 15-én 07.00 LT-19.00 LT-ig.

(A szaggatott vonal a 0 °C-os hőmérsékletet jelzi.)

5. Az időjárási körülmények hatása a repülés utolsó fázisára

A repülési útvonal meteorológiai szempontból csak a ferihegyi megközelítéskor kezdett problémássá válni. Korábban, a gép utazómagasságon (7600 méter) mintegy -33 °C és -38 °C közötti hőmérsékleti tartományban haladt (kb. 70-75 percig volt a gép ezen az alacsony hőmérsékleten), de más említésre méltó időjárási körülmény nem állt fenn. A magassági előrejelzésekből kiolvasható, hogy Budapest térségére a 0 °C-os izoterma magassága 3000 méter körül volt, köszönhetően a már korábban említett **magassági meleg advekciónak** (1. táblázat).

Repülőtér	Magasság (m)	Hőmérs. (°C)	Szélirány (fok)	Széleseb. (km/h)
LKPR	3000	-1	240	80
	5500	-19	240	90
	7000	-32	240	110
LHBP	3000	0	VRB	25
	5500	-19	VRB	30
	7000	-32	260	50

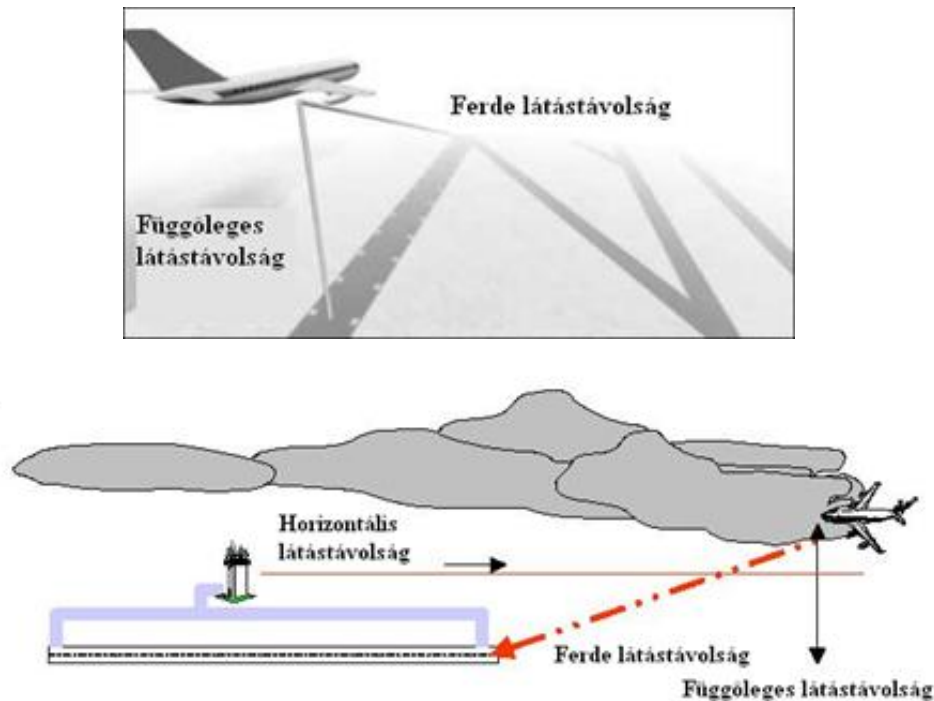
1. táblázat

Magassági hőmérséklet és szélelőrejelzés a katasztrófa napjára LKPR (Prága, Ruzyne) és LHBP (Budapest, Ferihegy) repülőterekre. Érvényesség: 12 GMT - 21 GMT.

Tény, hogy a repülőgép a katasztrófa pillanatát megelőzően csak kevesebb, mint 15 perccel került pozitív hőmérsékletű tartományba, valamint útjának utolsó 6-8 percében ismét fagypont körüli vagy az alatti rétegben repült. Az ismert meteorológiai helyzet és repülési útvonal alapján feltételezhető, hogy a gépen **jegesedési folyamat** zajlott, melynek intenzitása kezdetben alacsony lehetett (esetleg a személyzet nem is vette észre, hiszen a napnyugta 16.20 LT-kor megtörtént), de a folyamat felgyorsulhatott a felszín feletti stratus (St) felhőzetbe való besüllyedéskor. Természetesen nem állíthatjuk, hogy a gép szerkezetén nagyon vastag jégréteg rakódott volna le ennyi idő alatt, de tudjuk, hogy bizonyos alkatrészek (antennák, Pitot-csövek, szélvédők, belépő élek stb.) különösen ki vannak téve a jegesedés veszélyének. A gép és az irányítás közötti párbeszédben ugyan nem esik szó a

jegesedésről, vagy arra utaló tényről, de a kritikus utolsó 6-8 percben a folyamat **gyorsan és észrevétlenül** mehetett végbe. Ronthatta a helyzetet, hogy az adott hőmérsékleti tartományban az **átlátszó, tiszta jégbevonat** (clear ice) kialakulásához voltak kedvezőek a feltételek, melynek detektálása a legnehezebb a különböző típusú jégbevonatok közül. Másfelől, ez a jegesedési típus a legveszélyesebb, mert tapadása a felülethez rendkívül erős és nagy felületre kiterjedhet a hatása [6] [7].

Amennyiben az érzékelők jegesedése **valóban megtörtént**, nagy valószínűséggel, a baleset előtti kritikus 0-3 percben a sebességmérő hibás adatot jelzett! (Ennek azért van jelentősége, mert a fedélzeti adatrögzítő szerint, a repülés utolsó percében látszólag indokolatlan (érthetetlen) manőverek történtek és a kivizsgálási jegyzőkönyvben nem találtak rájuk magyarázatot.) A hibás sebességi adat odavezethetett, hogy a gép áteséshez közeli állapotba került a leszállás utolsó fázisában, és a pilótának nem volt már lehetősége ennek korrigálására (sem magassága, sem sebessége nem volt az egyensúly visszaállítására).



5. ábra

A repülésmeteorológiában használt látástávolságok.
Az alsó kép jól illusztrálja a horizontális és ferde látás közötti különbséget pl. alacsony rétegfelhő (stratus) esetén

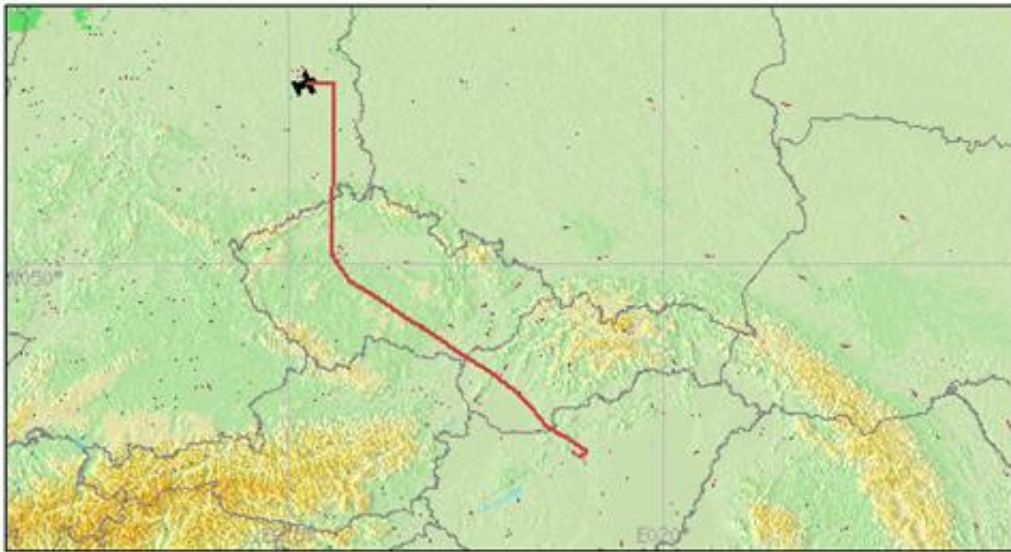
A másik nagyon fontos meteorológiai tényező a **látástávolság és annak időbeli változása**, mely szintén fontos szerepet játszhatott a katasztrófa bekövetkezésében. A repülésben használatos látástávolság értékek mindegyike lényeges információt hordoz a hajózó személyzet számára. A vizuálisan észlelt **függőleges, vízszintes és ferde látástávolság** (slant visibility) kapcsolata az 5. ábrán látható. (Fontos megjegyeznünk, hogy az IL-18V repülőgéppel a végső megközelítési és leszállási repülési fázist robotpilóta nélkül hajtották végre, azaz a pilóta manuálisan vezette a gépet, figyelve a radarbevezetés adatait és az ILS berendezést. Ilyen körülmények között a személyzet összehangolt munkája alapvetően fontos a repülőgép vezetése közben.) Mivel a repülés utolsó 6-8 percét leszámítva, a horizontális, vertikális és ferde látás rendkívül jó volt a repülőgépből nézve, a meteorológiai feltételek lehetővé tették a VFR repülést. A nem túl vastag felhőzetten keresztül **ferdén vagy függőlegesen** átlátszottak a települések fényei is, ahogyan azt más személyzet jelentette is. Am ahogy elérték a mintegy 450-500 méter magasan kezdődő felhőzetet és belesüllyedtek, a látástávolság egy szemvillanás alatt drasztikusan lecsökkent minden irányban! Innentől kezdve csak a műszerekre és a radarbevezetés információira hagyatkozhattak, azaz tisztán IFR körülmények közé kerültek, a repülés legveszélyesebb fázisában. A vizuális kontaktus a leszállópályával, már nem történhetett meg, hiszen már korábban a földhöz csapódott a repülőgép.

A látástávolság hirtelen lecsökkenése (pl. sűrű felhőzet vagy köd miatt), az egyik legjelentősebb faktor a **térbeli tájékozódás elvesztéséhez** vezető úton. Kimondottan veszélyes helyzetet hordoz magában, ha ez éjszaka (napnyugta után) történik, leszállás közben. A látás elvesztése mellett nagy probléma, hogy **optikai csalódások** is felléphetnek ilyen helyzetben, melyek tovább rontják a korrekt térbeli helymeghatározás esélyét. Nem zárhatjuk ki, hogy a HA-MOH személyzete szintén küzdött ezekkel a problémákkal is.

6. A repülés utolsó fázisának vizuális rekonstrukciója

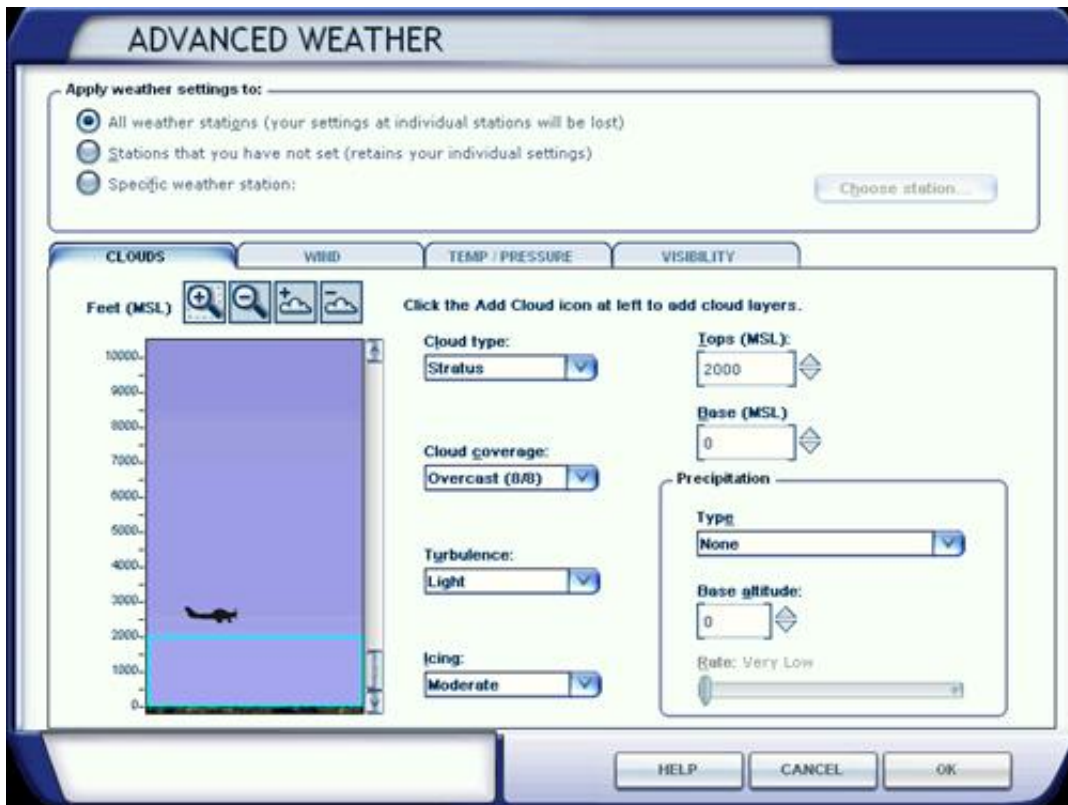
Annak illusztrálására, hogy milyen látási viszonyok uralkodhattak a katasztrófát szenvedett repülőgép

vezetése során, a Microsoft Flight Simulator X szoftver segítségével **rekonstruáltuk a repülési útvonal környezetét**. A szimulátor, melynek rendkívül fejlett vizualizációs (grafikai) és meteorológiai alrendszere van, - véleményünk szerint - alkalmas ilyen jellegű problémák vizsgálatára is. Munkánkban csak a ferihegyi 31-es pályára történő megközelítés során fellépő, jelentős látástávolság-változással járó fázisokat mutatjuk be, mert a részletes elemzést egy későbbi munkánkban végezzük el.



6. ábra
A HA-MOH repülőgép útvonala Berlinből Budapestre,
a MS Flight Simulator útvonaltervező paneljében

A rendelkezésre álló adatok alapján előállítottuk a pontos repülési útvonalat (6. ábra). Ennek mentén - minden olyan pontban, ahonnan volt meteorológiai adatunk - elvégeztük a meteorológiai helyzethez tartozó adatok beállítását (felhőzet, szél, nyomás, hőmérséklet, látástávolság több szintben). A 7. ábrán látható a szimulátor program meteorológiai jellemzőinek beállítási lehetőségeit tartalmazó panel. A meteorológiai adatok hozzárendelése után a konkrét dátum és idő beállítását is elvégeztük, melynek eredményeként a szoftver a csillagászati jellemzőket is beállítja (pl. napnyugta időpontja). Az adatok pontosítása után végigrepülhető az útvonal az adott környezeti körülmények között.



7. ábra

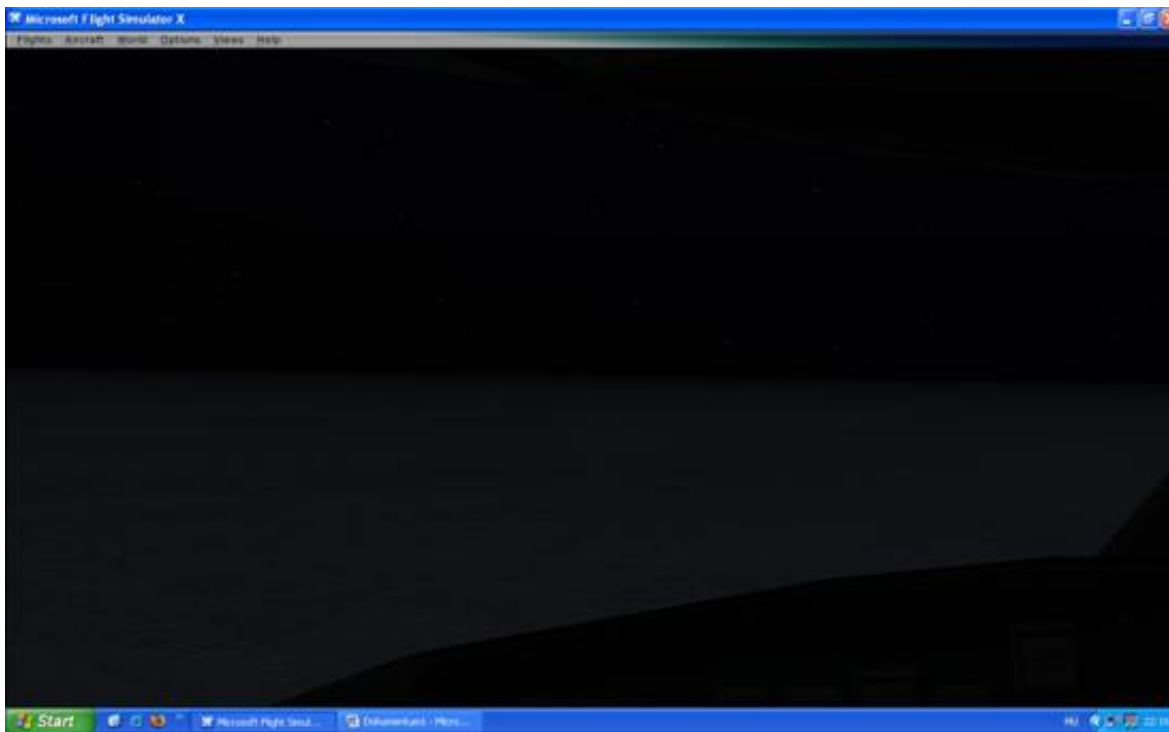
A MS Flight Simulator X szimulátor program meteorológiai adatainak vezérlő panelje

A HA-MOH repülési útvonalának végső megközelítési fázisát vizsgálva,
a **személyzet által tapasztalható látástávolság alakulásáról** a következőket tudjuk elmondani:

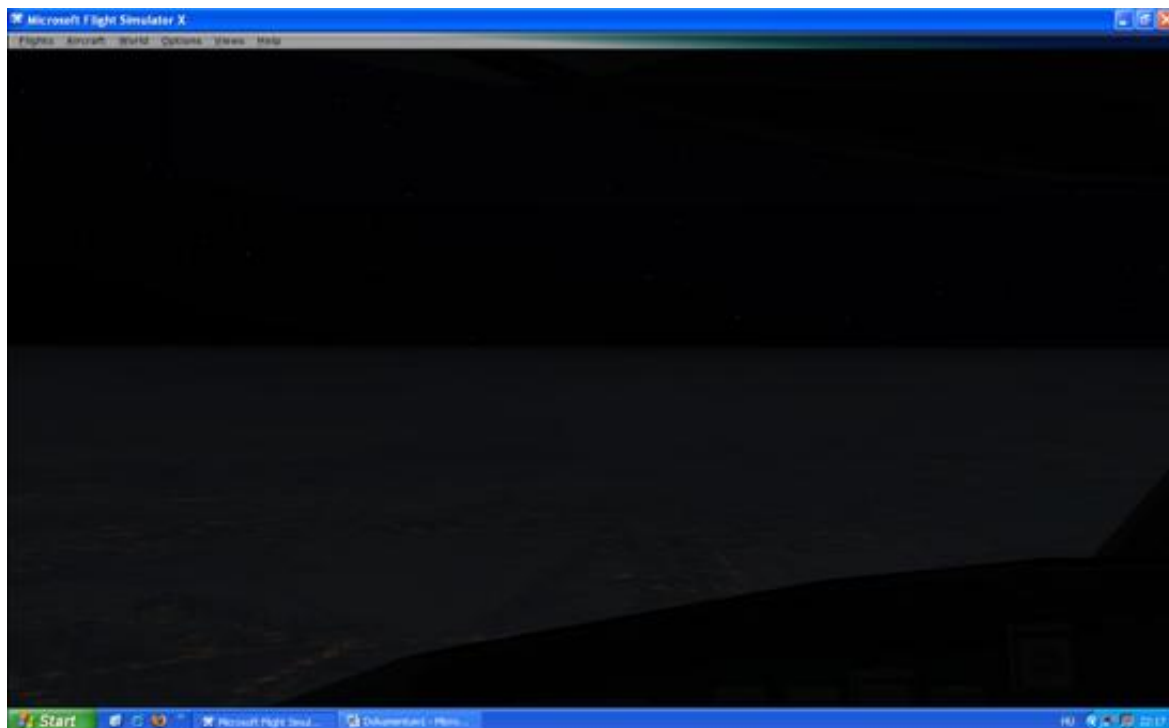
- a személyzet vízszintes és ferde látástávolsága rendkívül nagy a 2000 láb feletti repülési magasság felett. Ahogy a 8. a. ábrán látható, 2300 láb magasságon a települések fényei ferdén

vagy közel vízszintesen átlátszanak a relatíve vékony startus felhőzeten keresztül, ahogy ez tapasztalható is a valóságban.

- A magasság csökkenésével - még a felhőzet felett - a ferde átlátszóság egyre nő, a felhőzet alatti kivilágított objektumok (települések) **jobban láthatóak** (8. b. ábra).
- Ahogy a repülőgép eléri a felhőzet éles határral jellemezhető tetejét a látás minden irányban, **hirtelen elromlik** (9. a. ábra). A homogén szürke-fekete látvány miatt innentől kezdve a személyzetnek már **nem lehetett vizuális kontaktusa** semmilyen tereptárggyal. Tehát az esetleges térbeli tájékozódási zavar innentől kezdve végzetessé válhatott!
- A 9. b. ábrán bemutatjuk, hogy csak kb. 130 láb magasságon láthatták volna meg a pályaküszöb fényeit! A katasztrófa bekövetkeztéig csak műszer szerint repülhettek és - ahogy korábban említettük - nem zárható ki, hogy a műszerek működésével is probléma volt.



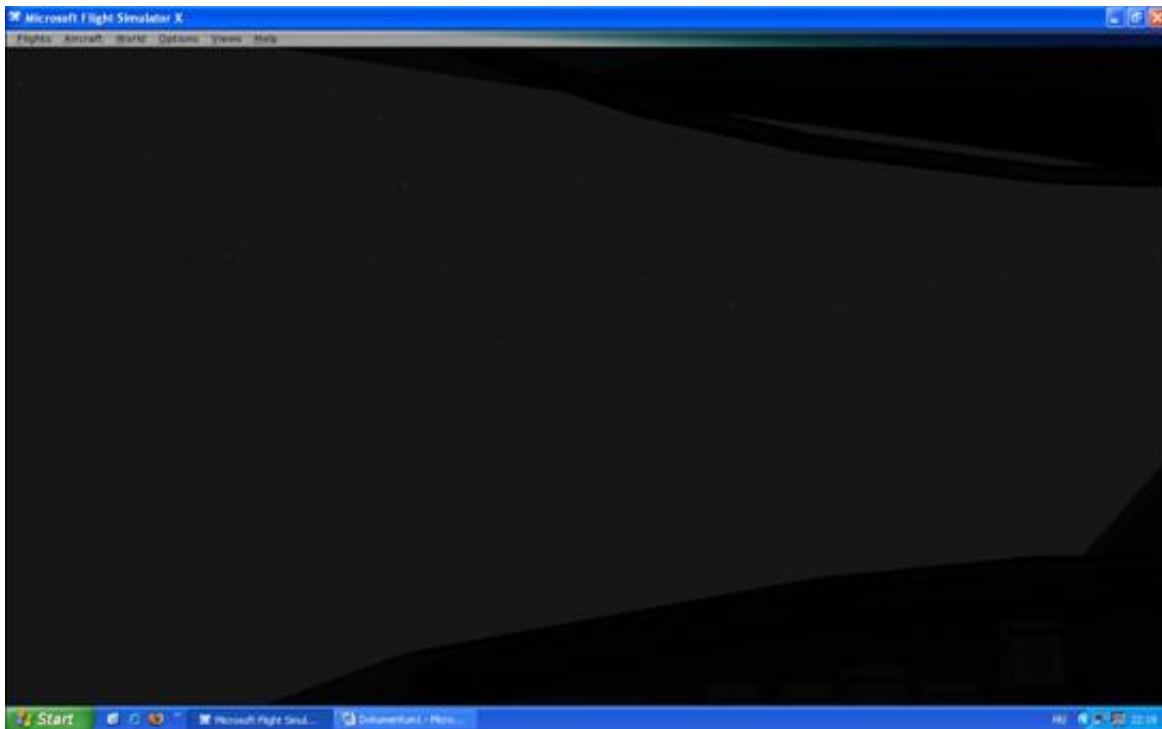
8. a. ábra Magasság 2300 láb



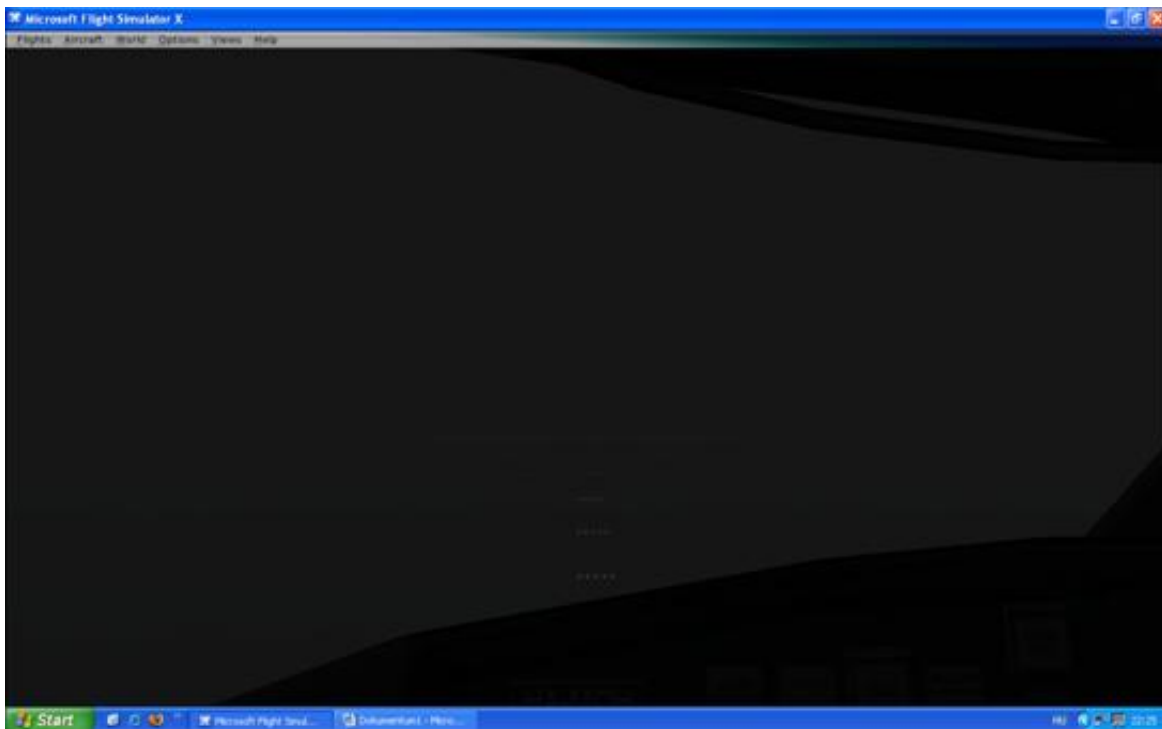
8. b ábra Magasság 2100 láb

8. ábra

A repülés végső megközelítési fázisának vizualizációja a MS Flight Simulator X program segítségével, a felhőbe történő besüllyedés előtt



9. a. ábra Magasság 2000 láb



9. b. ábra Magasság 130 láb

9. ábra

A repülés végső megközelítési fázisának vizualizációja a MS Flight Simulator X program segítségével, a felhőbe történő besüllyedés után és a pályaküszöb észlelésekor.

7. Összefoglalás

Az MA 801/A járat katasztrófájának meteorológiai körülményeit megvizsgálva elmondhatjuk, hogy a nagytérségű (szinoptikus) meteorológiai helyzetből és mezo-léptékű hatásokból fakadóan, Ferihegyen a kora délutáni javulás után **az időjárás jelentős romlása következett be**. A személyzetet a romló meteorológiai körülményekről (még felszállás előtt illetve útközben) értesítették és megkapták a debreceni kiterő repülőtér adatait is. Korábban már említettük, hogy a ferihegyi vízszintes látástávolság a gép berlini indulásától kezdve folyamatosan romlott, az RVR pedig jelentős mértékben ingadozott (3. ábra). Ugyanakkor Debrecenben még 16.30 LT-kor is 6000 méter volt a meteorológiai látástávolság, amikor Ferihegyen már csak 300 méter jelentettek. Ezeknek az adatoknak a birtokában a személyzet mégis a ferihegyi leszállás megkísérlése mellett döntött. A katasztrófa idején a repülőtér felett egy kb. **450-500 méter vastag stratus felhőzet** volt észlelhető, melyben adva voltak a feltételek a **jegesedéshez**. Ugyanakkor a felhőréteg a magasból ferdén

átlátható volt, de beesüllyedve a **látástávolság rendkívül gyorsan lecsökkent** minden irányban. A felszín közelében a vízszintes látástávolságot csak 30 méternek mérték a kialakult, gomolygó ködben és függőlegesen is csak 30 méterre lehetett látni.

Ilyen körülmények között ILS és radarbevezetés mellett a gép az utolsó mintegy 2-3 percben - első látásra - indokolatlan manővereket végrehajtva, mintegy 1300 méterrel a küszöb előtt a földnek ütközött. Feltételezésünk szerint a katasztrófában jelentős szerepet játszhattak az eljegesedett külső érzékelők hibás adatai (elsősorban hibás sebességi érték), a személyzet térbeli tájékozódásának elvesztése és a gép egyensúlyi helyzetének ezekből fakadó - az adott magasságon korrigálhatatlan - végzetes megbomlása. Ez utóbbi magyarázatot adhat a katasztrófa bekövetkezése előtti mintegy egy percben történt szokatlan manőverekre, melyek a pilóta kétségbeesett erőfeszítései lehettek a gép egyensúlyának visszaállítására.

A látástávolság adott körülmények közötti alakulásának modellezését elvégezve, a MS Flight Simulator X szoftverrel készült képek jól mutatják, hogy mennyire gyors volt a felhőbe süllyedés után a **látástávolság degradációja minden irányban**, ami a térbeli tájékozódás elvesztéséhez vezethetett.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk kifejezni köszönetünket a Nemzeti Közlekedési Hatóság Légiközlekedési Igazgatóság Repülésbiztonsági Osztály munkatársainak - különös tekintettel Gárdus Tibor úrnak - a segítségért, mellyel támogatták munkánkat.

Felhasznált irodalom

- 1]** A MALÉV HA-MOH repülőgépének katasztrófájának jegyzőkönyve. Meteorológiai összefoglaló. 1975. Budapest.
- 2]** Időjárás napijelentés. 1975. január 14-15. Országos Meteorológiai Szolgálat. 1975. Budapest.
- 3]** ERA-40 reanalízis adatbázis. ECMWF. http://data-portal.ecmwf.int/data/d/era40_daily/
- 4]** BOTTYÁN Zs., HÁMORI I., SÁRKÖZI Sz.: A "mozgó sekély köd" jelenség első ismertetése, mint a repülést veszélyeztető elem - egy helikopter-katasztrófa elemzése. **Repüléstudományi közlemények**, 29, (2000), 239-248.
- 5]** COOPER W. A., SAND W. R., POLITOVICH M. K. and VEAL D. L.: Effects of Icing on Performance of a Research Airplane. **J. Aircraft**, 21, (1984), 708-715.
- 6]** SÁNDOR V. és WANTUCH F. : Repülésmeteorológia. **Tankönyv**. OMSZ, 2004.
- 7]** BRAGG M. B. : Effect of Geometry on Airfoil Icing Characteristics. **J.Aircraft**, 21, (1984), 505-511.

Vissza a tartalomhoz >>>

A légi utántöltő műveletek helye, szerepe a légierő műveleteiben

A LÉGI UTÁNTÖLTŐ MŰVELETEK JELENTŐSÉGE

A légi utántöltés a szövetséges légierő alkalmazásának különösen fontos területe, ugyanis a NATO műveletek (akár az érdekeltségi területén belül, akár azon kívüli, ún. "out of area" műveletek) szükségessé teszik ilyen képességekkel rendelkező repülőgépek meglétét. Ugyanakkor ez a képesség indokolja a személyi állomány megfelelő kiképzettségét, melynek eredményeképpen képesek előkészíteni és végrehajtani az ilyen jellegű műveletek multinacionális környezetben is. Az eddigiekből levonható az a következtetés, hogy a Magyar Honvédség, és ezen belül a Magyar Légierő szakembereinek is meg kell ismerniük, és szükség esetén a gyakorlatban is alkalmazniuk kell a légi utántöltés eljárásait.

Napjainkban a szakemberek és laikusok körében egyaránt felvetődik a kérdés: szükséges-e a légi utántöltő képesség megteremtése a Magyar Légierőben? Nézetem szerint a kérdés megválaszolásához abból kell kiindulni, hogy a légierő fejlesztése elkerülhetetlen. Ez a folyamat már beindult, ennek kézzelfogható eredménye a légi utántöltő képességgel rendelkező JAS-39 Gripen repülőgépek rendszerbe állítása. Magyarország a NATO tagja; ez a körülmény indokoltá teszi, hogy a légierő átalakítása, fejlesztése a szövetségben elfogadott elveknek és követelményeknek megfelelően történjen. Tehát a fejlesztést, átalakítást úgy célszerű végrehajtani, hogy ennek eredményeképpen a légierő kompatibilis legyen a szövetséges erőkkel - ideértve a légi utántöltésre való alkalmasságot is - valamint megfeleljen az interoperabilitás követelményeinek.

A LÉGI UTÁNTÖLTŐ MŰVELETEK HELYE, SZEREPE A LÉGI MŰVELETEK KÖZÖTT

A légi utántöltés elemzése előtt célszerű megvizsgálni a légierő műveleteinek a szövetségi doktrínákban általánosan elfogadott felosztását. A légierő légi hadműveletei összetett, komplex folyamatok, és azokban egyszerre több légi hadműveleti fajta alkalmazására sor kerülhet. Az, hogy az adott műveletben melyik légi hadműveleti fajta lesz a meghatározó, az a művelet célkitűzéseitől, a végrehajtandó feladatoktól és a művelet környezetétől, körülményeitől függ. Ugyanakkor a légierő támogató légi hadműveletei, vagyis azok, amelyeket a légi hadműveletek sikere érdekében, a feladatok teljesítésének elősegítésére hajtanak végre, valamilyen mértékben és formában minden légi hadműveletben megjelennek.

A légierő műveletei a következők:

- Stratégiai légi hadművelet (Strategic Air Operation);
- Légi szembenállási hadművelet (Counter-Air Operation);
- Felszíni erők elleni hadművelet (Anti-Surface Force Operation);
- Támogató légi hadművelet (Supporting Air Operation).

Röviden tekintsük át a műveletek tartalmát:

1. A stratégiai légi hadműveletek (Strategic Air Operations) fő célja, hogy kihasználva a légierő gyorsaságát, nagy hatótávolságát és csapásmérő képességét, jelentős hatást gyakoroljon az ellenségre, annak fegyveres erejére és ezzel megakadályozza őt a háború megkezdésében, folytatásában. A stratégiai légi hadműveletek során a csapások azokra a célpontokra irányulnak, amelyek elsősorban az ellenség hátszágában találhatóak, és amelyek az ellenség hadipotenciáljának legfontosabb elemeit képezik. Ezek a célpontok a következők lehetnek: politikai, közigazgatási központok, a fegyveres erők főerői, hadászati tartalékok, energetikai, ipari központok, az infrastruktúra, és esetenként a lakosság. A modern hadviselés során fontos szerepet játszanak a felderítési, információs-, és vezetési rendszerek, ezért ezeknek a bénítása, pusztítása, és rombolása is a stratégiai légi hadműveletek feladatait képezhetik. Ezeknek a célpontoknak a pusztítása megfosztja az ellenséget a cselekvési szabadságától, kezdeményező képességétől, és nem lesz lehetősége megteremteni, vagy visszaállítani a képességét a háború, illetve agresszív cselekedetek folytatására. Itt szükséges megjegyezni, hogy a korszerű eszközökkel folytatott fegyveres küzdelem során fontos szempont, hogy a hadicselekmények a lehető legkevesebb járulékos károkat okozzanak, csak ott, és olyan mértékű pusztítást eredményezzen, ahol és amilyen mértékben azt a hadművelet sikeres végrehajtása szükségessé teszi. Különösen fontos a polgári lakosság életének és vagyonának megkímélése. Ez a követelmény a precíziós, nagy pontosságú (intelligens) fegyverek, fegyverrendszerek széleskörű alkalmazását teszi szükségessé.

2. A légi szembenállási hadművelet célja az ellenség (szembenálló fél) légierőjének pusztítása, tevékenysége hatékonyságának csökkentése, ezzel a saját csapatok számára megfelelő cselekvési szabadság biztosítása, a levegőből történő fenyegetettségének minimalizálása. Ezt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a légi szembenállási hadműveleteket a légtér feletti ellenőrzés meghatározott fokának elérése és megtartása érdekében hajtják végre, ugyanis ezzel kedvező feltételeket lehet megteremteni a saját csapatok tevékenységéhez.

3. A felszíni erők elleni hadművelet (Anti-Surface Force Operation) célja az ellenséges szárazföldi és vízfelszíni (víz alatti) erők pusztításával képességük csökkentése, hatékony alkalmazásuk megakadályozása.

Az ellenség felszíni (föld- és vízfelszíni) erői elleni hadműveletek sikere nagymértékben függ attól, hogy a légi szembenállási műveleteket sikeresen hajtották-e végre. A légtér feletti ellenőrzés megléte esetén a légierőt a felszíni erők elleni harctevékenységekben hatásosan lehet alkalmazni. A légierő erőforrásai - elsősorban a korszerű csapásmérő repülőgépek - jelentős mértékben képesek befolyásolni a felszínen folyó fegyveres küzdelem kimenetelét.

Az ellenséges felszíni erők elleni műveleteknek két formája lehet: a tengeri légi hadművelet és a levegő-föld hadművelet.

4. A támogató légi hadműveletek (Supporting Air Operations) alatt azokat a hadműveleteket értjük, melyeket a légi hadműveletek sikere érdekében, a feladatok teljesítésének elősegítésére hajtanak végre. Ugyanakkor szükséges azt is hangsúlyozni, hogy a katonai műveletek összhaderőnemi jellegéből adódóan ezek a műveletek hozzájárulhatnak más haderőnemhez (fegyvernemhez) tartozó katonai szervezetek sikeres feladat végrehajtásához is.

A támogató légi hadműveletek fajtái a következők:

- *Megfigyelés, felderítés* (Surveillance, Reconnaissance)

A megfigyelés (Surveillance) és felderítés azon tevékenységek és rendszabályok komplex rendszere, amelyek alapvető célja, hogy megbízható információt biztosítson az ellenség helyzetéről, tevékenységéről, erőforrásairól, a harctevékenységi körzet jellemzőiről. Ezek az információk elengedhetetlenül szükségesek a parancsnokok számára a döntések megalapozásához, illetve a feladatok végrehajtásához.

- *Elektronikai hadviselés* (Electronic Warfare, EW)

A légierő tevékenységének hatékonysága nagymértékben függ a saját elektronikai eszközök folyamatos, külső befolyástól mentes működésétől, illetve az ellenség ilyen eszközei tevékenységének akadályozásától. Ezért a légierő által végrehajtott valamennyi műveletben fontos szerep hárul az elektronikai hadviselés műveleteire. Az elektronikai hadviselés azon tevékenységek és rendszabályok összessége, amelyekkel elérhető a saját eszközök védelme, az ellenség eszközeinek felderítése, illetve lefogása, zavarása. Az elektronikai hadviselés célja, hogy megbízható ellenőrzést biztosítson az elektromágneses spektrum felett.

- *Légi szállítás* (Airlift)

A légierő a legnagyobb manőverező képességgel rendelkező szállítási terület, amely végrehajtható valamennyi katonai művelet támogatása érdekében. A légierő szállító kapacitása lehetővé teszi, hogy a személyi állományt, és az anyagtechnikai eszközöket rövid idő alatt nagy távolságra szállítsa. A légi szállítás célja a csapatok megfelelő mozgékonyágának biztosítása, a személyi állomány, haditechnikai eszközök, anyagi javak és az utánpótlás légi úton történő mozgatása a hadszíntéren belül vagy a hadszínterek között. A légi szállítással jelentős mértékben növelhető a katonai műveletben résztvevő csapatok mobilitása, rugalmassága, erő kifejtésük fokozásának, összpontosításának lehetősége. A légi szállítás hadászati, illetve harcászati szintű lehet.

- *Különleges légi hadműveletek* (Special Air Operations, SAO)

A speciális hadműveletek végrehajthatók önálló műveletként, vagy más, összhaderőnemi hadműveletekkel együttműködésben, háborús, válság- és béke időszakban. A különleges művelet lehet harci és nem harci feladat.

A különleges műveletek speciális erők bevetését, beszivárgását, támogatását, kiszivárgását és kivonását jelenti rendszerint az ellenség által megszállt területekről. A különleges műveletek végrehajtására olyan esetekben kerülhet sor, amikor a szabályos, konvencionális hadműveleti fajták nem biztosítják a kellő hatékonyságot. A különleges műveletek speciális alkalmazási koncepciót, szervezést, kiképzési módszereket, repülőgépeket és eszközöket követelnek, mindegyiket a várható és kialakult helyzetnek megfelelően alakítva.

- *Korai előjelzés, és riasztás* (Airborne Early Warning and Control, AEW&C)

A légi megfigyelő rendszerek elsősorban a légtér ellenőrzés eszközei, ugyanakkor képesek biztosítani a saját légvédelmi fegyverrendszerek fedélzetről történő pozitív ellenőrzését és irányítását, valamint adatokat továbbítani a légvédelem felderítő rendszerébe. Képesek valós idejű információt szolgáltatni az ellenséges légi tevékenységről, vagy arról, hogy a saját légi, földi és tengeri hadműveleteket az előre eltervezett együttműködési formában hajtják-e végre. A légierő hadműveleteinek irányításában, koordinálásában kitüntetett szerepet kapnak ezek a rendszerek.

- *Légi kutatás-mentés* (Search and Rescue, SAR)

A légi kutatás-mentésben repülőgépek, felszíni járművek, tengeralattjárók, speciális mentő csoportok,

és eszközök alkalmazására kerül sor abból a célból, hogy felkutassák és kimentsék a bajbajutott embereket, katonai személyzetet a földön és a tengeren. Általában a békeidőben végrehajtott légi kutatás-mentés nemzeti feladat, és az adott ország határain belül a veszélyben lévő egyének felkutatására, mentésére irányul.

A *harci kutatás-mentés* (Combat Search and Rescue, CSAR) feladatai konfliktus-, vagy háborús helyzetben kerülnek végrehajtásra. Ennek során a földre kényszerített, lelőtt vagy kényszerleszállást végrehajtott hajózó személyzet felkutatása, helyének behatárolása, azonosítása és mentése a fő cél. A sikeres mentési művelettel növelhető a légierő csapatainak morálja, és megakadályozható a fogságba esett személyzet hírszerzési és propaganda célra történő felhasználása. Ezeket a műveleteket ellenséges környezetben hajtják végre, ezért a műveletbe bevont erők sikeres alkalmazása megköveteli a pontos hírszerzést, körültekintő tervezést és koordinációt, kockázat analízist és a biztonságos, megbízható, gyors kommunikációt, valamint az egységek speciális felkészítését.

- *Légi utántöltés* (Air-to-Air Refuelling, AAR)

Általában elmondható, hogy minden katonai erő függ azoktól a bázisoktól, amelyek a katonai műveletek végrehajtását támogatják. Különösen így van ez a légierő esetében, kiváltképp a repülőalkalmazása során. A helikoptereket és a helyből felszálló repülőgépeket kivéve a legtöbb repülőgép számára megfelelő repülőtér szükséges. A le- és felszállópályán kívül még korszerű kiszolgáló eszközökre is szükség van, többek között üzemanyag-töltő berendezésekre. A repülőgépek csak korlátozott mennyiségű üzemanyagot képesek a fedélzetükön magukkal vinni, ez bizonyos esetekben az alkalmazhatóságukat is befolyásolja.

A légi utántöltés, vagyis repülés közben üzemanyag átadása egyik repülőgépről a másikra, csökkentheti a repülőgépek előbb említett hátrányos tulajdonságából adódó korlátokat. Egyben segítheti a légi hadműveleteket azzal, hogy megnöveli repülőgépek repülési távolságát, a szállítható hasznos terhet és rugalmasságát. A légi utántöltés alkalmazható a légierő összes hadműveletében, valamint minden harctámogató légi hadművelet során. Felhasználható szinte valamennyi repülőgéptípus csaknem minden légierő-szerepkörben nyújtott képességeinek növelésére, fokozására. Az előzőekből látható, hogy a légi utántöltés a légierő támogató műveleteinek egyik eleme. Ezek után vizsgáljuk meg, hogy a légi utántöltéssel milyen **előnyök** érhetők el. Ezek az alábbiak:

- a repülőgépek nagyobb (stratégiai) hatótávolságon alkalmazhatók;
- a repülőgépek levegőben töltött időtartama és hatótávolsága megnövekszik;
- a repülőgépek a levegőben tarthatók a csapás alóli kivonás vagy (légi készségi helyzetből) késleltetett bevetésük céljából;
- a harci repülőgépek levegőben tarthatók, így növelve lehetőségeiket az azonnali sürgősségű feladatok végrehajtására;
- a repülőgépek kevesebb üzemanyaggal szállhatnak fel, ami lehetővé teszi rövid felszállópályákról (és széttelepített helyzetből) és nagyobb fegyverterheléssel történő bevetésüket.

A teljességhez hozzátartozik a **hátrányok** megemlítése is:

a légi utántöltésnek behatárolt az ideje, ennek során mind az utántöltő mind a fogadó repülőgépeknek a manőverezési lehetőségei korlátozottak;

korlátozott az egy utántöltő által feltölthető repülőgépek száma;

a légi utántöltő műveleteket a benne résztvevők sebezhetősége miatt lehetőség szerint az ellenséges légtéren kívülre kell végrehajtani;

a nagyméretű utántöltő repülőgépek a földön is sebezhetőek. Ezért a megóvásuk érdekében megerősített repülőgép-fedezékekben kell elhelyezni, illetve a fő települési helyükről szét kell telepíteni őket a tevékenységüket biztosító megfelelő repülőterekre. Mindez bonyolulttá teszi az utántöltő műveletek tervezését, végrehajtását.

LÉGI UTÁNTÖLTŐ MŰVELETEK VÉGREHAJTÁSA

A légierő tevékenységét a légtérben a *sebesség*, *hatótávolság* és *rugalmasság* jellemzik.

A repülőgépek **sebessége** lehetővé teszi a harci erő gyors megjelenítését és jelentős mértékben csökkentheti a feladat teljesítéséhez vagy a célok eléréséhez szükséges időt.

A repülőgépek **hatótávolsága** azt fejezi ki, hogy az időjárástól és a felszíni jellemzőktől, adottságoktól függetlenül képesek tevékenységet folytatni, a szükséges hatást kivétlenül.

A repülőgépek **rugalmassága** azt jelenti, hogy rövid időn belül képesek alkalmazkodni a feladat jellegének, valamint az elérendő hatások változásához. Ez a képesség jelentős mértékben növelhető a multifunkciós (többfeladatú) repülőgépek alkalmazásával.

A felsorolt jellemzők ismeretében könnyen belátható, hogy a légi utántöltésnek mekkora jelentősége és hatása van a légierő műveleteinek végrehajtására. A légi utántöltés lehetővé teszi, hogy:

- a repülőgépeket rövid idő alatt tetszőleges távolságra az alkalmazás körzetébe (hadszíntérre) telepítsék;
- megnöveljék a repülőgépek hatótávolságát (hatósugarát);
- megnöveljék a levegőben tartózkodás idejét és a konkrét feladat végrehajtására fordítható időt;
- lehetővé teszi a különböző feladatok végrehajtására összeállított nagyobb fegyverterheléssel történő felszállást

Ezek alapján megállapítható, hogy a légi utántöltés a légierő alkalmazásának térbeli, és időbeli paramétereit növeli, és hozzájárul a rugalmasságának a fokozásához.

1. A LÉGI UTÁNTÖLTÉS ESZKÖZEI

A légi utántöltő műveletek során a töltőgépből repülés közben üzemanyagot adnak át a fogadó repülőgépre (helikopterre). Alapvető követelmény, hogy az utántöltési folyamatot gyorsan és megfelelő biztonságban hajtsák végre. Ezeket a követelményeket alapvetően két töltési módszer és berendezés biztosítja.

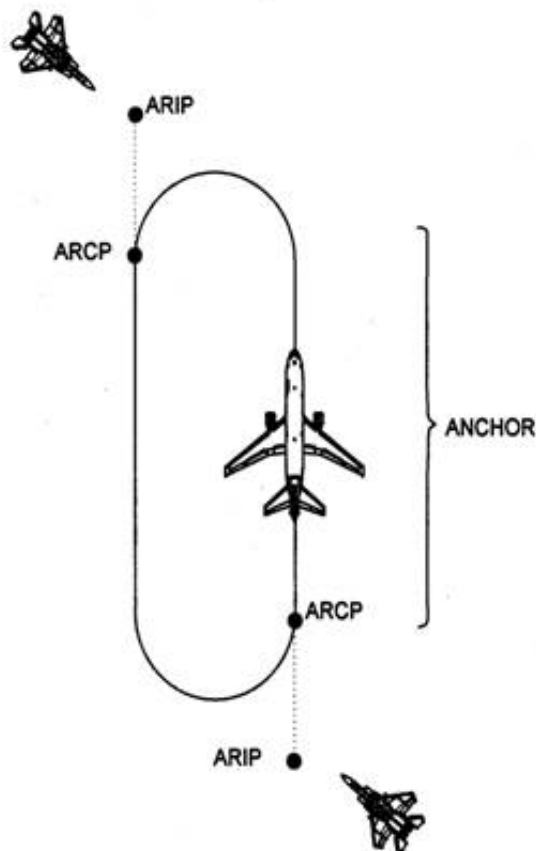
- **Teleszkópos-boom:** általában a töltőgép farok részére illesztett hosszú, merev teleszkóppal ellátott berendezés. A töltőcsonc végének helyzetét a töltőgépen elhelyezkedő operátor szabályozni tudja, segítve ezzel a fogadó repülőgép töltőnyílásának és töltőcsonknak az összekapcsolását. Ez a töltési mód kizárólag az Amerikai Egyesült Államok Légierőjében (USAF) terjedt el.
- **Drogue (kosár):** a rugalmas töltőcső végén egy kis kosár helyezkedik el, amibe a fogadó repülőgép orr részéből kinyíló vagy fixen elhelyezkedő utántöltő egység kapcsolódik. A drogue nem irányítható, így a fogadó gép pilótájának kell a repülőgép töltőcsonkját a kosárba illeszteni.

A töltő repülőgépek közül néhány típus mindkét töltőrendszerrel fel van szerelve. Ez az alkalmazhatóságot jelentős mértékben kiszélesíti, ugyanis nemcsak a légierő gépei, hanem más haderőnem repülőgépei (helikopterei) légi utántöltését is lehetővé teszi. Van olyan töltőgép, amely csak a kosárral rendelkezik, de ebből akár több is lehet a fedélzeten. Az USA Haditengerészete és Tengerészgyalogsága (US Navy és US Marine Corps), valamint a NATO használja ezt a töltési rendszert. Ugyanakkor különbség mutatkozik a töltő kapacitások között is. A boom-rendszer töltési kapacitása kb. 3200-3650 kg/perc (7000-8000 font/perc), a kosaras rendszeré pedig 900-1350 kg/perc (2000-3000 font/perc).

2. A LÉGI UTÁNTÖLTÉS VÉGREHAJTÁSA

A légi utántöltés alapvetően kétféle módon hajtható végre. Az egyik esetben (általában a vízfelszín felett végrehajtott nagy távolságú repülések során) a töltő repülőgép(ek) és a fogadó repülőgép(ek) egy kötelékben repülnek az útvonal teljes hosszában, miközben kisebb üzemanyag utántöltéseket végeznek. Erre azért van szükség, mert adott esetben a nagyobb távolságon található kitérő (tartalék) repülőterekre való eljutást is biztosítani kell. Szükség esetén a töltő repülőgépek egymásnak is adhatnak át üzemanyagot.

A másik esetben a légi utántöltést egy kijelölt légtérben (ANCHOR) hajtják végre. Ekkor a töltő repülőgép az 1. számú ábrán látható alakú útvonalon repül. A repülési útvonal egyenes szakaszán kapcsolódik össze a töltő és a fogadó repülőgép. Az egyenes szakasz hossza a rendelkezésre álló légtér nagyságától függ, nagysága általában 80-120 km lehet.



1. sz. ábra

Az ábrán látható jelölések magyarázata a következő:

- ARIP (Air Refueling Initial Point) - belépő pont;
- ARCP (Air Refueling Control Point) - tanker fordulópont

A belépő- és tanker forduló pontokat a tanker navigátora és a fogadó repülőgépek pilótái határozzák meg a földi vadászirányító, vagy az AWACS segítségével. Ezeket a pontokat jellegzetes földrajzi tájékozódási pontok fölé tervezik.

A légi utántöltés végrehajtásának időpontját (ARCT - Air Refueling Contact Time) a légi feladatszabó parancsban (ATO - Air Tasking Order) rögzítik. Ez az időpont az ARCP fölé érkezés időpontját jelenti.

ÖSSZEGZÉS

Ebben a publikációban arra törekedtem, hogy megismertessem az olvasót a légi utántöltés jelentőségével. A légierő rugalmassága, gyorsasága, és nagy távolságban történő hatékony alkalmazása nem képzelhető el légi utántöltés nélkül. Nézetem szerint a légi utántöltés fontosságát a közelmúlt katonai műveletei (helyi háborúi, válságreagáló-, béketámogató műveletei) meggyőzően alátámasztották. Ez szükségessé teszi ennek a képességnek a kialakítását, a technikai és személyi feltételeinek megteremtését. Ez a "kényszer" természetesen a Magyar Légierőre is hat, ezért a JAS-39 Gripen típusú repülőgépeknél is megteremtették a légi utántöltés képességét. A technikai oldal mellett azonban nem szabad megfeledkezni az ilyen jellegű feladatok végrehajtásában érintett személyi állomány megfelelő felkészítéséről, kiképzéséről, gyakoroltatásáról. Ez elengedhetetlen feltétele annak, hogy a Magyar Légierő repülőgépei részt tudjanak venni a szövetség légi műveleteiben, akár a Magyar Köztársaság légterén kívül is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. AP-3000 A brit királyi légierő doktrínája
2. AJP-1 A szövetséges egyesített hadműveletek doktrínája
3. ATP-33(C)-AJP- 3.3 NATO Légi- és űrműveletek egyesített doktrínája
4. A légierő-hadművelet elmélete, Egyetemi tankönyv. Bp.: ZMNE, 2000.
5. Hadtudományi lexikon
6. LŐRINCZY Szabolcs: A légi utántöltés műveletének doktrinális felfogása: elemzés a kurrens szövetségi-, és nemzeti doktrinális irodalom alapján : diplomamunka, ZMNE 2006.
7. LŐRINCZY Szabolcs: A légi utántöltés és a terrorizmus elleni harc kapcsolata, követelményei, NEK, 2006/3. szám
8. LÜKŐ Dénes: A légierő alkalmazásának alapjai, Tansegédlet. Bp.: ZMNE, 1998.
9. AAR - Air-to-Air refueling

10. NATO légi- és űr műveletek doktrínája (ATP-33 (C), és AJP-3.3.)

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

Gondolatok a katonai repülésirányítók értékeléséről

Az értékelés az elvégzett munka utáni visszajelzés a vezető részéről a munkavégző felé. Az értékelésben az elvégzett munka mennyiségi és minőségi mutatóival szembesítik a munkavégzőt. A mennyiségi és minőségi mutatók értékei alapján a születik meg az értékelés.

A katonai repülésirányítókat, munkájuk során, folyamatosan értékelik. Minden kiképzési repülés után a repülésen végzett tevékenységét szakmai szempontok alapján értékelik, ami a repülésirányítói munka minőségi értékelését jelenti. Egy adott évben a különféle vizsgák mind, mind a munka értékeléséről szólnak. Ezek a központi, szervezett vizsgák a repülésirányítói szakmai tudást ellenőrzik és értékelik. Az oktatások és a vizsgára történő felkészítések is csak a repülésirányításhoz közvetlenül kapcsolódó elméleti és gyakorlati tudáshoz kapcsolódnak. Azonban egy fontos területen nem történik, vagy csak felületesen történik meg az értékelés. Ez a terület a vezetői munkához kapcsolódik, maga a vezetői tevékenység. Ez az a terület, ami szinte alig jelenik meg a szakmai értékelésekben, vizsgákon. Mi ennek az oka és mit és hogyan kellene változtatni!

Minden repülésirányító vezető is! Ezt a tény mindenki tudja. De akkor miért nem folyik a vezetőképzés a végzett repülésirányítóknál? Nehéz erre a kérdésre megfelelő választ adni.

A tisztképzésen belül a repülésirányító hallgatók vezetői képzést kapnak. Ez a tudás azonban rövid időn belül elfelejtődik, mivel a csapatokhoz kerülés után az éves kiképzési tervekben nem szerepel a vezetői ismeretek frissítése, szinten tartása esetleg fejlesztése. Nincsenek vezetői tréningek, amik legalább karbantartanák a vezetői kompetenciákat. A közvetlen munkahelyi parancsnok felelőssége lenne, hogy az éves kiképzési tervekben szerepeltesse az ilyen típusú kiképzési igényt. De általában nem szerepeltetik! Felmerül, bennem a kérdés miért nem foglalkoznak ezzel a területtel? Nem lenne fontos? A munkahelyi parancsnok nem látja ennek a területnek a fontosságát? Gondolom, ha fontosnak ítélné, akkor foglalkozna vele.

De inkább az a helyzet, hogy azért nem foglalkoznak vele, mert a vezetői tevékenységet mindenki tanulta és mindenki tudja is. A gyakorlatban ezt csak alkalmazni kell. Különböző is nem olyan nagydolog annak a néhány embernek feladatot szabni és a végrehajtást ellenőrizni. Ennyihez nem kell semmi féle tréning meg képzés ezt mindenki tudja, még iskola sem kell hozzá. Ez igen igen szűk látókörű felfogás, bár kétségtelen van bizonyos igazság alapja. Ha csak a pillanatnyi helyzetet vesszük figyelembe, akkor nem is kell több mint feladatot szabni és a végrehajtást ellenőrizni. A kezdő repülésirányító alatt dolgozó néhány ember munkájának a megszervezése nem okoz semmi féle nehézséget. A munka bonyolultsági foka szinte nulla a célok és feladatok világosak a végrehajtás nem okoz nehézséget, szóval ez elején az első beosztásokban, a vezetői munka roppant egyszerű. És ez így fog menni évekig. (A vezetői problémákkal és megoldásaikkal csak a folyosói pletyka szinten, mint "jó storyval" találkozunk a beosztott repülésirányító tiszttel.)

A probléma azonban az, hogy, ez a primitív vezetői tevékenység kognitív sémává válik. A pszichológiában ezt a folyamatot kontingencia tanulási folyamatban operáns kondicionálásnak nevezik. Az operáns kondicionálás akkor jön, létre mikor az élőlény egybeeséseket tapasztal a válasza és a megerősítések között. A későbbiekben is ez a kognitív vezetői séma fog megnyilvánulni azokban a helyzetekben is mikor ez a vezetői séma alkalmatlan az adott szituációban felmerült probléma megoldására. Persze felmerül a kérdés, hogy az új szituációban a kinevezett fog-e változni?

A többszörösen megerősített, bevésődött kognitív séma miatt nem fog lényegi, minőségi változás beállni. De miért nem? Azért mert az iskolában tanult vezetői ismeretek már elfelejtődtek és a gyakorlatban meg más típusú vezetői kognitív séma vésődött be. Az eltelt évek alatt senki sem foglalkozott azzal, hogy ez ne így történjen. Tulajdonképpen a parancsnoki munka elégtelensége vezet odáig, hogy a vezetői kompetenciák visszafejldjenek a beosztottakban. Ha mégis sikerül találni olyan embert, aki jó vezető az meg nem a parancsnok tudatos és tervezett kiképzési tevékenységének köszönhető, hanem a parancsnok által kiválasztott ember öröklött génjeinek. Lássuk be a "vezetői kiképzetlenség" vezet a hozzá nem értő, rossz vezetőkhöz. Valljuk meg őszintén egy rossz vezető nem az "élt ajándéka"!

MIT LEHETNE, MIT KELLENE TENNI?

A parancsnoki munkában helyet kell kapni a beosztottak vezetői kiképzésnek. Az éves kiképzési tervekben a vezetői ismeretek tanítását szerepeltetni kell. Ha szükséges külső előadókat kell hívni. Vezetői tréningeket kell rendszeresen tartani, amelyeken-helyzetgyakorlatokon keresztül kell megtanítani a helyes vezetői magatartást és vezetői munkastílust. Végül, de nem utolsó sorban értékelni kell a felmutatott teljesítményt. Az értékelést nem csak a parancsnoknak kell egyedül elvégeznie, hanem minden érintett bevonásával kell elvégeznie. Az ilyen értékelések roppant élesen fogják jelezni az adott vezető jó és kevésbé jó parancsnoki munkáját, de ezzel megjelenik a fejlesztendő terület is. Természetesen nem állítom, hogy ez nem fog esetlegesen negatív érzelmeket kiváltani az értékeltekből. Az értékeléseknél az objektivitás válhat ki ilyen érzelmeket, de az objektív értékelés a változás alapja. Sajnos ezt nem lehet megúszni!

Fontosnak tartom, hogy a vezetői kiképzési tevékenységbe a parancsnokok bevonjanak megfelelő jártassággal, rendelkező szakembert ez lehet akár külső, civil szakember is. Ez nem az a munka amit félvállról lehet venni. Ha nem megfelelően végzik ezt a munkát akkor a jobbító szándék vissza fele is elsülhet. **EZ NEM JÁTÉK!**

Ha sikeresen akarjuk ezt a tevékenységet végezni akkor a következőt ajánlom:

Siker = Célkitűzés+Tervezés+Végrehajtás+Értékelés.

A célkitűzés

Csak akkor tudunk reális célokat elérni, ha tisztában vagyunk azokkal az alapokkal amikről indulunk. Javaslatom: induljunk kicsiben, a világot ráérünk megváltani!

A tervezés

A tervezésnek alaposnak kell lennie. Ez alatt azt értem, hogy szakember(akár külső szakember) bevonásával kell megtervezni a teljes képzési folyamatot. A képzendőket jó előre tájékoztatni kell:

1. az előzetes elképzelésekről
2. az elérendő célról
3. a rájuk váró munkáról, feladatokról.
4. a képzés milyen lehetséges plusz terheket róhat rájuk.

A lehető legfontosabb, hogy a képzésen résztvevők megértsék és elfogadják azt, hogy mit nyerhetnek ezzel a képzéssel!

A végrehajtás

A képzési feladat végrehajtásakor a profizmus legyen az uralkodó szellem. Az előadásokra, helyzet gyakorlatokra csak felkészült előadók menjenek. Figyelni kell a technikai berendezések működőképességére is. Nincs, attól szánalmasabb mikor egy felkészületlen előadó egy nem működő technika berendezéssel akar előadni valamit, amit Ő sem ért! Az ilyen esetek romba dönthetik a teljes képzést.

Az értékelés

Szabályos időközönként értékelnünk kell a végzett munkát. Az értékelésnek, egyéninek és csoportosnak egyaránt lennie kell. Az értékelés mindig a lehető legobjektívebb legyen. Fontos megjegyezni, hogy a negatív értékelés negatív érzelmeket válthat ki. Ezeknek a kezelést meg kell az értékelőnek tanulni! Javaslat: csak csínján a kritikával! Több dicséret jobb hatásfok.

Összegzés

A fent leírtak arra hívják fel a figyelmet, hogy a repülésirányítóknál a vezetői képzés elhanyagolt terület. A vezetői utánpótlás biztosításában azonban fontos lenne, hogy megfelelő képzéssel támogassuk a leendő repülésirányító parancsnokokat. Ne feledjük, hogy a repülésirányítók szakmai előrehaladásuk során váltásparancsnoki beosztásokba jutnak. Ez a beosztás már komoly vezetői kihívás is egyben, ami képzett embereket igényel. De a szakembereket képezni kell erre szerettem volna felhívni a figyelmet ebben a rövid cikkben.

Vissza a tartalomhoz >>>

Inerciális navigációs rendszerek II.

A Repüléstudományi Közlemények 2008/2 számában megjelent Inerciális navigációs rendszerek I. folytatásaként a cikkben a gyorsulásmérők alapegyenleteit vizsgálom meg a forgó és nem forgó koordináta rendszerben, valamint a Schuler-ingát.

1. A gyorsulásmérők egyenletei. A Schuler-inga.

1.1 Az ideális gyorsulásmérők egyenletei a nem forgó koordináta rendszerben

Az $\bar{a}(t)$ vektor abszolút gyorsulása egyenlő az $\bar{R}(t)$ rádiusz vektor második deriváltjával az idő szerint¹ az inerciális rendszerhez képest

$$\bar{a}(t) = \frac{d^2 \bar{R}(t)}{dt^2} \quad (1 \text{ sz. egyenlet})$$

Ha valamely előre kiválasztott inerciális koordináta rendszer egységvektorai x_i, y_i, z_i az x, y, z nem forgó koordináta rendszer egységvektoraira kollineárisak, akkor

$$\begin{aligned} R_{x_i}(t) &= R_x(t) \\ R_{y_i}(t) &= R_y(t) \\ R_{z_i}(t) &= R_z(t) \end{aligned}$$

Az előzőből következik

$$\bar{a}(t) = \frac{d^2 \bar{R}(t)}{dt^2} = \frac{\bar{d}^2 \bar{R}(t)}{dt^2} \quad (2 \text{ sz. egyenlet})$$

ahol:

$\frac{\bar{d}^2 \bar{R}(t)}{dt^2}$ - az $\bar{R}(t)$ második deriváltja az x, y, z koordináta rendszerhez képest

Világos, hogy az (2) egyenletnek van értelme az x_i, y_i, z_i és $Oxyz$ koordináta rendszerek tengelyeinek bármilyen elhelyezkedése esetén, mivel az (2) értelme abból következik, hogy az x, y, z koordináta rendszer $\bar{\omega}^{(0)}(t)$ szögsebessége egyenlő nullával.

Így az axelerométerek mozgásegyenlete megegyezik alakilag az inerciális koordináta rendszerben felírt egyenletrendszerrel a nem forgó koordináta rendszerben.

$$\bar{w}(t) = \bar{R}(t) - \bar{g}(t) \quad (1 \text{ sz. egyenlet})$$

vagy koordinátás alakban

$$w_x(t) = \frac{d^2 R_x(t)}{dt^2} - g_x(t)$$

$$w_y(t) = \frac{d^2 R_y(t)}{dt^2} - g_y(t)$$

$$w_z(t) = \frac{d^2 R_z(t)}{dt^2} - g_z(t) \quad (4 \text{ sz. egyenlet})$$

Tehát, ha az axelerométerek valamilyen berendezés segítségével az x, y, z nem forgó koordináta rendszer tengelyei mentén lennének elhelyezve, akkor az ő jelzéseik $w_x(t), w_y(t)$ és $w_z(t)$ a (4) egyenlettel lenne egyenlő (vagy másképpen a (4) egyenletrendszer megadja az axelerométerek jelzéseit abban az esetben, ha azok tengelyeit a nem forgó koordináta rendszer tengelyei szerint állítjuk be).

Az axelerométerek stabilitása az x, y, z nem forgó koordináta rendszer tengelyei mentén elérhető,

például úgy, hogy elhelyezzük őket egy alapra, a térben teleszkópok segítségével stabilizálva, amelyek a csillagokra vannak orientálva vagy szabad giroszkópok (pörgettyűk) segítségével. Világos, hogy az objektum $\vec{R}(t)$ rádiusz-vektorának, vagyis az ő három vetületének, $R_{x_i}(t) = R_x(t)$, $R_{y_i}(t) = R_y(t)$, $R_{z_i}(t) = R_z(t)$ teljes egészében megoldja a navigációs feladatot az objektum koordinátáinak meghatározását a Földhöz képest. (Később majd bemutatjuk, hogyan lehet a rádiusz-vektortól $\vec{R}(t) = iR_x(t) + jR_y(t) + kR_z(t)$ áttérni az objektum földrajzi koordinátáihoz: a szélességéhez és a hosszúságához, valamint a többi koordinátához).

Az $\vec{R}(t)$ illetve annak tengely vetületeit meghatározva megkapjuk a repülőgép tartózkodási helyének koordinátáit. Az $\vec{R}(t)$ meghatározható az axelerométerek $\vec{w}(t)$ jelzése alapján (amely az axelerométerektől jön, nem forgó alapon van elhelyezve) két módszer szerint lehet végrehajtani. Az első megoldásnál abból indulnak ki, hogy valamilyen műszerek segítségével, amelyek a mozgó objektum fedélzetén vannak elhelyezve, az axelerométereken kívül a fedélzeten ellenőrző műszerek segítségével meghatározható $\vec{g}(t)$ vektor. Így például a $\vec{g}(t)$ vektor a repülőgép fedélzetén megállapítható, az iránya valamilyen műszer szerinti függőleges segítségével, értéke szerint pedig ezt a vektort a földközeli repüléseknél állandónak vehetjük és egyenlő $9,81 \text{ m/s}^2$.

A Földtől nagyobb távolságban a $\vec{g}(t)$ vektor értékét tekintve a magasságmérő segítségével számíthatjuk ki az ismert formula alapján $g = \frac{\mu}{R^2}$, ahol μ - a Föld tömegvonzásának állandója.

Ebben az esetben a repülőgép rádiusz-vektora $\vec{R}(t) = iR_x(t) + jR_y(t) + kR_z(t)$ és a repülőgép fedélzetén a gravitációs mező intenzitása esetében $\vec{g}(t) = ig_x(t) + jg_y(t) + kg_z(t)$ és az ismert kezdeti feltételekből $\vec{R}(t_0)$ és $\dot{\vec{R}}(t_0)$ megkaphatjuk, ha az (4) egyenletből kiindulunk, tehát:

$$\begin{aligned} R_x(t) &= \int_{t_0}^t \int_{t_0}^{\tau_1} [a_x(\tau) - g_x(\tau)] d\tau d\tau_1 + \dot{R}_x(t_0)(t - t_0) + R_x(t_0) \\ R_y(t) &= \int_{t_0}^t \int_{t_0}^{\tau_1} [a_y(\tau) - g_y(\tau)] d\tau d\tau_1 + \dot{R}_y(t_0)(t - t_0) + R_y(t_0) \\ R_z(t) &= \int_{t_0}^t \int_{t_0}^{\tau_1} [a_z(\tau) - g_z(\tau)] d\tau d\tau_1 + \dot{R}_z(t_0)(t - t_0) + R_z(t_0) \end{aligned} \quad (5 \text{ sz. egyenlet})$$

Az inerciális navigációs rendszerek amelyben a mozgó objektum koordinátái (az $\vec{R}(t)$ rádiusz vektora), az axelerométerek mutatása alapján lehet meghatározni, amely stabilizált alapon van elhelyezve más ismert műszerektől, kivéve az axelerométereket, a gravitációs mező intenzitásának $\vec{g}(t)$ vektorával, nyitott navigációs rendszernek nevezzük. Áttérünk a második módszer tárgyalására.

Megállapítható-e az $\vec{R}(t)$ rádiusz vektor a mozgó objektum axelerométereinek mutatása alapján, amelyek a nem mozgó alapon vannak elhelyezve, ha az objektum tartózkodási pontjában a gravitációs mező $\vec{g}(t)$ intenzitásáról nincs semmilyen információnk. Valóban ha feltételezzük, hogy a repülőgép a centrális (központi) gravitációs mezőben mozog, akkor a $\vec{g}(t)$ vektort az $\vec{R}(t)$ -n keresztül kaphatjuk meg.

$$\vec{g}(t) = -\frac{g}{R}\vec{R}(t) \quad (6 \text{ sz. egyenlet})$$

Ebben az esetben az axelerométerek egyenlete, amely nem forgó alapon van elhelyezve a következő képpen írható fel:

$$\vec{w}(t) = \vec{a}(t) - \vec{g}(t) = \frac{d^2\vec{R}(t)}{dt^2} + \frac{g}{R}\vec{R}(t) \quad (7 \text{ sz. egyenlet})$$

Az (7) egyenletből amely vektoriális alakban van felírva kapjuk, hogy a keresett objektum $\vec{R}(t)$ rádiusz vektora a következő integrális alak formájában írható fel:

$$\vec{R}(t) = \vec{R}(t_0) + \dot{\vec{R}}(t_0)(t - t_0) + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^{\tau_1} \left[\vec{w}(\tau) - \frac{g}{R}\vec{R}(\tau) \right] d\tau d\tau_1 \quad (8 \text{ sz. egyenlet})$$

Az (8) egyenlet koordinátás alakban a következő:

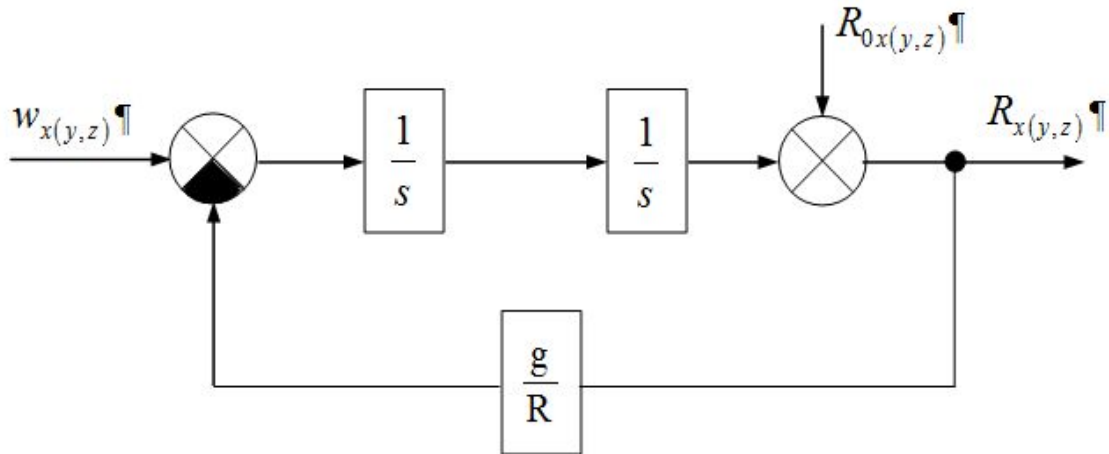
$$R_x(t) = R_x(t_0) + \dot{R}_x(t_0)(t - t_0) + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^{\tau_1} \left[w_x(\tau) - \frac{g}{R} R_x(\tau) \right] d\tau d\tau_1$$

$$R_y(t) = R_y(t_0) + \dot{R}_y(t_0)(t - t_0) + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^{\tau_1} \left[w_y(\tau) - \frac{g}{R} R_y(\tau) \right] d\tau d\tau_1$$

$$R_z(t) = R_z(t_0) + \dot{R}_z(t_0)(t - t_0) + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^{\tau_1} \left[w_z(\tau) - \frac{g}{R} R_z(\tau) \right] d\tau d\tau_1$$

(9 sz. egyenlet)

Az $\bar{R}(t)$ meghatározására a (9) egyenletből a következő hatásvázlat rajzolható fel (1. ábra), ahol $R_{0x(y,z)} = R_{x(y,z)}(t_0) + \dot{R}_{x(y,z)}(t_0)(t - t_0)$



1. ábra. Hatásvázlat az $\bar{R}(t)$ meghatározására

Ez a hatásvázlat három csatornával rendelkezik, amely az $\bar{R}(t)$ rádiusz vektor minden egyes vetületének a kiszámítására megfelel. Ha csak a földközeli navigációt vizsgáljuk, amikor az objektum repülési magassága a Föld R_F rádiuszához (sugarához) képest annyira kicsi, hogy a $\frac{H}{R_F}$ érték változása $\frac{g_F}{R_F}$ nem haladja meg az 1-3%-ot, akkor az 1. ábra visszacsatolási állandója (tényezője), amely egyenlő $\frac{g_F}{R_F}$, ahol g_F - a gravitációs mező intenzivitása a Föld közelében.

Figyelembe véve, hogy a

$$\frac{g}{R} = \frac{\mu}{R^3} = \frac{\mu}{(R_F + H)^3} \approx \frac{\mu}{R_F^3} \left[1 - \frac{3H}{R_F} \right] = \frac{g_F}{R_F} \left[1 - \frac{3H}{R_F} \right]$$

akkor kapjuk, hogy ha a $\frac{3H}{R_F} < 1 \div 3\%$ vagy $H < 21 \div 63km$ akkor a $\frac{g}{R}$ érték nem változik több mint 1-3%-kal.

Ebben az esetben az objektum $\bar{R}(t)$ rádiusz vektorának a kiszámítása, csak az axelerométerek $\bar{w}(t)$ mutatása (jelzése) alapján történik, amelyek a nem forgó alapon vannak elhelyezve, más műszerek mutatásának bevonása nélkül a számító egység segítségével, amelynek a hatásvázlata az 1. ábrán $\frac{g_F}{R_F} = Const$

látható állandó visszacsatolási tényezője esetén, amely egyenlő $\frac{g_F}{R_F}$.

Ez a számító egység három csatornával rendelkezik, amelyek közül mindegyik egy lengő tag amely a stabilitás határán van.

A lengések körfrekvenciája:

$$\omega = \sqrt{\frac{g_F}{R_F}}$$

Ezen lengések periódus ideje:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R_F}{g_F}} = 84,4 \text{ perc}$$

amelyet Schuler-periódusnak szokás nevezni.

Az inerciális navigációs rendszerek, amelyekben a mozgó objektum koordinátái (az $\bar{R}(t)$ rádiusz vektora) csak az axelerométerek mutatása alapján lehet meghatározni, amely stabilizált alapon van elhelyezve, ekkor a gravitációs mező $\bar{g}(t)$ vektorának intenzitása kompenzálódik az objektum koordinátáinak a kiszámított axelerométerek mutatásának segítségével.

A

$$\bar{g}(t) = -\frac{g_F}{R_F} \bar{R}(t)$$

zárt inerciális navigációs rendszernek nevezzük.

Tehát a következő eredményt kaptuk:

A zárt inerciális navigációs rendszerben az objektum pillanatnyi koordinátáinak meghatározása az axelerométerek jelei alapján történik, amelyek stabilizált alapon vannak elhelyezve az inerciális térhez

képest, a lengő tagok bemenetére, amelyek saját lengéseinek periódusa $2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$.

Ekkor ezen tagok kimenetén a jelek a mozgó objektum $\bar{R}(t)$ rádiusz vektorának vetületeivel lesznek egyenlők $R_x(t), R_y(t), R_z(t)$. Ez az utóbbi állítás a Schuler-tétel elnevezést viseli.

Megjegyzés:

Az inerciális navigációs rendszer mint a nyitott, úgy a zárt típusa három alapvető elemet tartalmaz:

- axelerométer egységet;
- koordináta rendszert realizáló berendezést a repülőgép fedélzetén (ebben az esetben nem forgó koordinátarendszert);
- számító egységet.

A zárt inerciális koordináta rendszer számító egysége egy dinamikai rendszert mutat be (lengő tag), amely a stabilitás határán helyezkedik el. Ez nem a számító egység technikai megvalósításával van kapcsolatban, hanem a zárt inerciális rendszer munkájának létezésével. Ez az axelerométer alapvető egyenletéből következik. Később majd lesz róla szó, hogy ez a helyzet a reális inerciális navigációs rendszerek munkájának minőségére nincs nagy hatással.

Végül megemlíjtjük, hogy mint a nyitott, úgy a zárt inerciális navigációs rendszerek esetében az axelerométerek, nem feltétlenül szükséges, hogy stabilizált alapon legyenek elhelyezve. Bármilyen alapon el lehet őket helyezni, amelyek az objektumon vannak, bármilyen térbeli mozgást feltételezve, tehát akár az objektumon is elhelyezhetők.

Ekkor a mutatások (jelzések) vektorai², bármilyen elhelyezési módszer alapján egyenlők lesznek és $\bar{w} = \bar{a} - \bar{g}$.

De ebben az esetben szükség van egy berendezésre, amely az axelerométerek mutatása $\bar{w}(t)$ alapján, ha az objektum fedélzetén a nem mozgó koordináta rendszer megvalósításával kiszámolnánk a $\bar{w}(t)$ vektor $w_x(t), w_y(t), w_z(t)$ vetületeit ezen koordinátarendszer x, y és z tengelyeire.

A további vizsgálódásaink során, nem fogjuk mindig megbeszélni ezt a helyzetet és figyelembe kell venni, hogy a kifejezés: "az axelerométerek, amelyek az alapon vannak elhelyezve és az x, y, z koordináta rendszerhez képest stabilizálva vannak" nem szó szerint kell értelmezni, hanem azon értelmezés alapján, hogy az axelerométerek az alaptól külön is elhelyezhetők. Elsősorban a számító egység segítségével határozzuk meg a $\bar{w}(t)$ vektor $w_x(t), w_y(t), w_z(t)$ vetületeit.

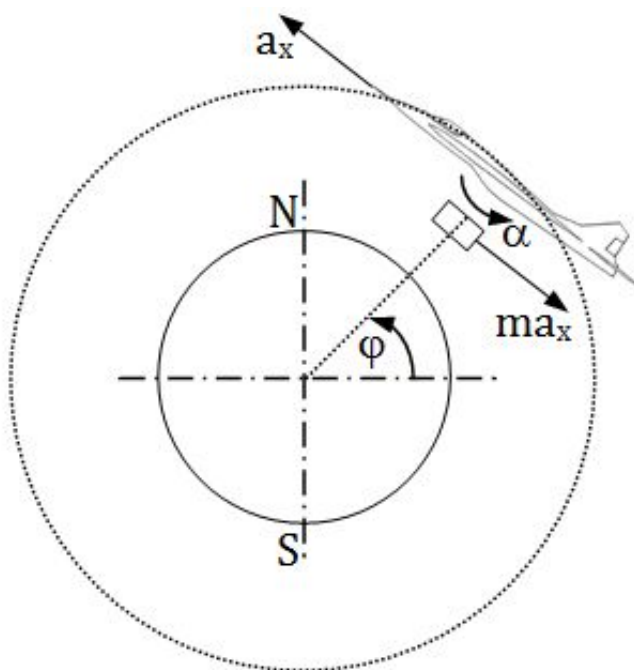
1.2 A Schuler-inga

A zárt inerciális navigációs rendszerek hibája az alap pontatlan stabilizálásából ered. Ez arra vezethető vissza, hogy a függőleges irányt megadó inga nem a valódi, hanem a látszólagos függőleges irányába áll be. Szükségessé vált olyan inga alkalmazása, amelyet az alapa ható gyorsulások nem zavarnak. Ezt először Max Schuler 1923-ban fogalmazta meg.

Az ilyen inga egyensúlyi helyzetbe beállítva, attól akkor sem tér el, ha a felfüggesztési pontra gyorsulások hatnak, így ez az inga mindig a valódi függőleges irányt adja meg. A 2. ábrán az α - az inga elfordulása a tengely felfüggesztése körül. Az egyszerűsítések feltételezése végett:

- a felfüggesztési pont α_x gyorsulással mozog a nagy kör mentén;

- a földet gömb alakúnak fogjuk fel, és a vonzásmezejét központinak (centrikusnak) vagyis a \vec{g} a Föld középpontja felé mutat;
- feltételezzük, hogy a Föld nem forog;
- az inga lengési síkja egybeesik a mozgás síkjával.



2. ábra

Az inga mozgását leíró differenciál egyenlet:

$$J \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = mla \quad (10 \text{ sz. egyenlet})$$

ahol:

m - az inga tömege

l - a felfüggesztés tengelye és az inga tömegközéppontjának távolsága

$\frac{d^2 \alpha}{dt^2} = \alpha_2$ - az inga elfordulásának szöggyorsulása

J - az inga inerciális nyomatéka a felfüggesztési tengelyhez képest

Az inga elfordulásának szöggyorsulása:

$$\alpha_2 = \frac{mla}{J} \quad (11 \text{ sz. egyenlet})$$

A felfüggesztési pont mozgása során a pontot a föld középpontjával összekötő függőleges irány szöggyorsulása

$$\varphi_2 = \frac{a}{R_F} \quad (12 \text{ sz. egyenlet})$$

hányszorosával határozható meg, ha a repülési magasságot a Föld sugarához képest elhanyagoljuk ($R_F + h \approx R_F$).

Ahhoz, hogy a gyorsuló mozgások esetén a felfüggesztés tengelye mindig megegyezzen a függőleges iránnyal, az inga elfordulásának szöggyorsulása meg kell hogy egyezzen a függőleges elfordulásának szöggyorsulásával $\alpha_2 = \varphi_2$

Ebben az esetben

$$\frac{mla}{J} = \frac{a}{R_F} \Rightarrow \frac{ml}{J} = \frac{1}{R_F} \quad (13 \text{ sz. egyenlet})$$

A (13) egyenlet független a felfüggesztési pontra ható gyorsulástól. A fizikai inga lengési ideje:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgFl}} \quad (14 \text{ sz. egyenlet})$$

Mivel a (13) egyenletből $R_F = \frac{J}{ml}$ ezért

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R_F}{gF}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{6371 \cdot 10^5}{9,81}} \approx 84,4 \text{ perc} \quad (15 \text{ sz. egyenlet})$$

Ha $l = R_F$ akkor az inga lengési periódusideje 84,4 perc.

Az inga helyzetét a felfüggesztésre ható gyorsulások az inga helyzetét nem fogják befolyásolni. Ez a Schuler-inga. Gyakorlatilag ilyen létrehozni nem lehet (ezért módszereket dolgoztak ki például: pörgettyűs berendezések segítségével lehet őket modellezni).

2. Az axelerométerek alapegyenletei a forgó koordináta rendszerben

Valamilyen x, y, z koordináta rendszer forogjon $\bar{\omega}^{(0)}$ szögsebességgel az inerciális térben. Mint ismeretes, bármely vektor $\bar{A}(t)$ abszolút deriváltja, ugyanezen vektor végének abszolút sebességével reprezentálható. Ez a sebesség áll a relatív sebességből $\frac{d\bar{A}(t)}{dt}$ és az átvitt sebességből $\bar{\omega}^{(0)} \times \bar{A}(t)$.

Következésképpen az $\bar{A}(t)$ vektor abszolút deriváltja, amelyet a továbbiakban $\frac{d\bar{A}(t)}{dt}$ -vel jelölünk, felírhatjuk a következő alakban:

$$\frac{d\bar{A}(t)}{dt} = \frac{d\bar{A}(t)}{dt} + \bar{\omega}^{(0)} \times \bar{A}(t) \quad (16 \text{ sz. egyenlet})$$

ahol: $\frac{d\bar{A}(t)}{dt}$ - az $\bar{A}(t)$ deriváltja az x, y, z koordináta rendszerhez képest

Ebben az esetben a $\frac{d\bar{R}(t)}{dt}$ abszolút deriváltjára az $\bar{R}(t)$ rádiusz vektorból kapjuk:

$$\frac{d\bar{R}(t)}{dt} = \frac{d\bar{R}(t)}{dt} + \bar{\omega}^{(0)} \times \bar{R}(t) \quad (17 \text{ sz. egyenlet})$$

Még egyszer felhasználva a (15) egyenletet a $\frac{d\bar{R}}{dt}$ vektorhoz, kapjuk:

$$\begin{aligned} \frac{d^2\bar{R}(t)}{dt^2} &= \frac{d}{dt} \cdot \left[\frac{d\bar{R}(t)}{dt} \right] = \frac{d}{dt} \cdot \left[\frac{d\bar{R}(t)}{dt} \right] + \bar{\omega}^{(0)} \times \frac{d\bar{R}(t)}{dt} = \\ &= \frac{d}{dt} \cdot \left[\frac{d\bar{R}(t)}{dt} + \bar{\omega}^{(0)} \times \bar{R}(t) \right] + \bar{\omega}^{(0)} \times \left[\frac{d\bar{R}(t)}{dt} + \bar{\omega}^{(0)} \times \bar{R}(t) \right] \end{aligned} \quad (18 \text{ sz. egyenlet})$$

A (18) egyenletet elementáris átalakítások után a következő alakban írható fel

$$\frac{d^2\bar{R}}{dt^2} = \frac{d^2\bar{R}(t)}{dt^2} + 2\bar{\omega}^{(0)} \frac{d\bar{R}(t)}{dt} + \bar{\varepsilon} \times \bar{R} + \bar{\omega}^{(0)} \times (\bar{\omega}^{(0)} \times \bar{R}) \quad (19 \text{ sz. egyenlet})$$

ahol:

$\bar{\varepsilon} = \frac{d\bar{\omega}^{(0)}}{dt} = \frac{d\bar{\omega}^{(0)}}{dt} - \bar{\omega}^{(0)} \times \bar{\omega}^{(0)} = \frac{d\bar{\omega}^{(0)}}{dt}$ - pillanatnyi forgó gyorsulásvektor az xyz koordináta

rendszerhez képest.

A (19) egyenletben a $\frac{d}{dt}$ differenciálási szimbólum a viszonylagos xyz koordináta rendszer deriváltját jelenti.

A (19) egyenletet Coriolis elvnek hívják. Az egyenlet jobb oldalán minden vektor deriváltját az xyz viszonylagos koordináta rendszerhez képest vizsgáljuk.

A (19) egyenlet alapján megkapjuk az axelerométer alapegyenletét a viszonylagos koordináta rendszerben, amely az inerciális térben $\bar{\omega}^{(0)}$ szögsebességgel forog.

$$\begin{aligned} \bar{w}(t) &= \bar{a}(t) - \bar{g}(t) = \frac{d^2 \bar{R}}{dt^2} + \frac{g}{R} \bar{R}(t) = \\ &= \frac{d^2 \bar{R}}{dt^2} + 2 \cdot \bar{\omega}^{(0)} \times \frac{d\bar{R}(t)}{dt} + \bar{\varepsilon} \times \bar{R}(t) + \bar{\omega}^{(0)} \times [\bar{\omega}^{(0)} \times \bar{R}(t)] + \frac{g}{R} \bar{R} \end{aligned} \quad (20 \text{ sz. egyenlet})$$

A (20) egyenletben úgy, mint a (19) egyenletben, minden deriváltat az x, y, z viszonylagos koordináta rendszerhez képest vizsgáljuk, ezért az axelerométerek egyenletét (20) az axelerométerek egyenletének nevezik a viszonylagos (forgó) koordináta rendszerben.

Megjegyezzük, hogy az elméleti mechanikában a $\frac{d^2 \bar{R}}{dt^2}$ tagot viszonylagos gyorsulásvektornak, a $2\bar{\omega}^{(0)} \times \frac{d\bar{R}}{dt}$ tagot a Coriolis gyorsulásvektornak és az $\bar{\varepsilon}(t) \times \bar{R}(t) + \bar{\omega}^{(0)} \times [\bar{\omega}^{(0)}(t) \times \bar{R}(t)]$ tagot átvitt gyorsulásvektornak hívják.

A továbbiakban áttérünk az axelerométerek egyenleteire a konkrét koordináta rendszerekben.

3. A gyorsulásmérők egyenletei a vízszintes földrajzi koordináta rendszerben

Tételezzük fel az egyszerűség kedvéért, hogy a repülőgép mozgása közel állandó magasságon történik, vagyis $|\bar{R}(t)| \approx \text{Const.}$, amelyen egy vízszintes földrajzi alap és axelerométer van elhelyezve.

Ebben az esetben figyelembe véve, hogy az $\bar{R}(t)$ mindig megegyezik az xyz vízszintes földrajzi koordináta rendszer z tengelyével. Ekkor az $\bar{R}(t)$ deriváltja a kiválasztott koordináta rendszerben

$$\frac{d\bar{R}}{dt} = 0, \quad \frac{d^2 \bar{R}}{dt^2} = 0$$

A (20) egyenletből akkor következik:

$$\bar{w} = \bar{\varepsilon} \times \bar{R} + \bar{\omega}^{(0)} \times (\bar{\omega}^{(0)} \times \bar{R}) + \frac{g}{R} \bar{R}(t) \quad (21 \text{ sz. egyenlet})$$

A 4. ábrából³ megkaphatjuk, hogy az az xyz forgó vízszintes földrajzi koordináta rendszer pillanatnyi sebességének vetülete egyenlő:

$$\omega_x^{(0)} = -\frac{V_y}{R} = \frac{V_E}{R}$$

$$\omega_y^{(0)} = -\frac{V_x}{R} = \frac{V_N}{R} \quad (22 \text{ sz. egyenlet})$$

$$\omega_z^{(0)} = -\frac{V_y}{R \cos \varphi} \sin \varphi = \frac{V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi$$

ahol:

V_E - a repülőgép abszolút sebessége, amely a keleti irányba mutat;

V_N - a repülőgép abszolút sebessége, amely az északi irányba mutat;

φ - a repülőgép tartózkodási helyének szélessége.

$$V_E = V_{EU} + R\omega_F \cos \varphi$$

ahol:

V_{EU} - a keleti útsebesség;

$R\omega_F \cos \varphi$ - a Föld (perifériás) kerületi sebessége.

Mivel $\bar{\varepsilon} = \frac{d\bar{\omega}^{(0)}}{dt}$, akkor a (22) egyenletből következik:

$$\varepsilon_x = \frac{V_E}{R}, \varepsilon_y = \frac{V_N}{R}, \varepsilon_z = \dot{\omega}_z \quad (23 \text{ sz. egyenlet})$$

Behelyettesítve az $\bar{\omega}^{(0)}$ vektor értékét a (22) és az $\bar{\varepsilon}$ vektor értékét a (23) egyenletekből a (21) egyenletbe és végrehajtva a vektoriális szorzásokat, kapjuk:

$$\begin{aligned} w_x &= \dot{V}_N + \omega_z V_E = \dot{V}_N + \frac{V_E^2}{R} \operatorname{tg} \varphi \\ w_y &= -\dot{V}_E + \omega_z V_N = -\dot{V}_E + \frac{V_E V_N}{R} \operatorname{tg} \varphi \\ w_z &= g - \frac{v^2}{R} = g' \quad (24 \text{ sz. egyenlet}) \end{aligned}$$

Az axelerométerek ezen mutatóinak akkor lesz értelmük, ha az alap x, y és z tengelyei mentén lesznek elhelyezve, pontosan orientálva a vízszintes földrajzi koordináta rendszer xyz tengelyei mentén valamilyen eszközökkel. A w_x, w_y és w_z értékek (24), mint látható megkaphatjuk más módon is. Legyen az axelerométerek hármasa az objektum bármilyen alapján elhelyezve és tetszőlegesen forogjon az inerciális térhez képest. Ha a vektor mutatót $\bar{w} = \bar{a} - \bar{g}$ levetítjük a vízszintes földrajzi koordináta rendszer tengelyeire, akkor a vetületek értékei egyenlőek a (24) egyenletben leírtakkal.

4. A vízszintesen azimutálisan szabad alapra rögzített axelerométerek egyenletei

Az adott esetben a 4. ábrából kapjuk:

$$\omega_x^{(0)} = -\frac{V_y}{R}, \omega_y^{(0)} = \frac{V_x}{R}, \omega_z^{(0)} = 0 \quad (25 \text{ sz. egyenlet})$$

$$\varepsilon_x = -\frac{\dot{V}_y}{R}, \varepsilon_y = \frac{\dot{V}_x}{R}, \varepsilon_z = 0 \quad (26 \text{ sz. egyenlet})$$

Ha feltételezzük $|\bar{R}(t)| \approx \text{Const.}$, akkor $\dot{H} = 0$ és az (25), (26) egyenleteket behelyettesítve az (21) egyenletbe ($\dot{H} \neq 0$ esetén a (20) egyenletbe), kapjuk:

$$w_x = \dot{V}_x; w_y = \dot{V}_y; w_z = g - \frac{v^2}{R} = g' \quad (27 \text{ sz. egyenlet})$$

Nem nehéz megérteni, hogy ebben az esetben is (w_x, w_y, w_z) értékeket megkaphatjuk a mozgó objektum fedélzetén az axelerométer hármass mutatójának $\bar{w} = \bar{a} - \bar{g}$ levetítésével a vízszintesen azimutálisan szabad koordináta rendszer tengelyeire.

Abban az esetben, ha az axelerométerek az xyz vízszintesen azimutálisan szabad koordináta rendszer tengelyei stabilizáltak és az ő tengelyeinek érzékenysége egybeesik az x, y és z tengelyekkel, akkor az axelerométerek mutatója a (27) egyenlettel lesz egyenlő.

Megjegyezzük, hogy a gyakorlatban a fedélzetén az axelerométerek w_x, w_y, w_z vetületeinek mutatójának mérése bármilyen xyz koordináta rendszerben, általában ezeket az axelerométereket az alapon helyezik el, amelyet a kiválasztott koordináta rendszer tengelyi mentén irányítanak. Az axelerométer hármass mutatójának levetítési módszere, akárhogyan is van elhelyezve az objektumon, az adott koordináta rendszer tengelyei mentén ritkán alkalmazzák.

Felhasznált irodalom

- [1] Tóth János: Automatizált nagytávolságú léginavigáció. LRI Repülésoktatási Központ, 1994.
- [2] В. А. Вериге, Ф. С. Гергель: Пилотажно-навигационные приборы и измерительные системы. Ленинградская Краснознаменная военно-воздушная инженерная академия имени А. Ф. Можайского, Ленинград, 1959.
- [3] О. А. Бабич, В. А. Боднер, М. С. Козлов, М. Д. Потапов, В. П. Селезнев: Авиационные приборы и навигационные системы. ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, Москва, 1969.

1. A repüléstudományi Közlemények 2008/2 számában megjelent Inerciális navigációs rendszerek I. cikk 4. ábrája alapján.
2. A repüléstudományi Közlemények 2008/2 számában megjelent Inerciális navigációs rendszerek I. cikk (1) egyenletéből következik.
3. A repüléstudományi Közlemények 2008/2 számában megjelent Inerciális navigációs rendszerek I. cikk.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

Az USA Szövetségi Légügyi Hatósága (FAA) jelenleg végzi több olyan automatizált rendszer értékelését, melyek rendeltetése a repülőterek betonfelületein szétszóródott, idegen tárgytól eredő törmelékek (Foreign Object Debris - FOD) észlelése és jelentése. Várható, hogy az értékelés alapján az FAA kialakítja és 2009 elején kiadja ezen új, kibontakozó technológiák számára a teljesítményszintekre vonatkozó előírásokat.

A tesztelesek során az FAA négy kiforrott rendszerre összpontosítja a figyelmét, melyek az alábbiak:

1. az Egyesült Királyságban települő Qinetiq cég Tarsier rendszere, amely a felszállópályához közel telepített pilonokra szerelt milliméteres hullámhosszúságú lokátort használja;
2. a Szingapúrban települő Stratech cég iFerret rendszere, amely az irányítótoronyokra szerelt nagy felbontóképességű kamerákat alkalmazza;
3. Izrael X-Sight FODetect rendszere, amely a repülőtéri világítási rendszerekre van felszerelve és egyesíti magában a nagy felbontóképességű kamerákat és a milliméteres hullámhosszúságú lokátort;
4. az US-ben települő Trex Enterprise vállalat FODFinder rendszere, amely egy jármű tetejére szerelt infravörös kamerákat és milliméteres hullámhosszúságú radart használ.

A Qinetiq cég Tarsier radar rendszere az elmúlt hónapban folyamatosan üzemelt a Warwick-ben lévő T.F. Green Légikikötőben.

Az R.I. Stratech cég várja az általa kifejlesztett konstrukció végleges jóváhagyását az FAA részéről, s a tervek szerint ez év nyarán kerül felszerelésre a Chicago O'Hare Nemzetközi Légikikötő 27L kifutópályája számára.

Az X-Sight rendszer a közelmúltban lett felszerelve a Boston Logan Nemzetközi Légikikötő 15R kifutópályája részére és márciusban kezdte meg az üzemelést.

A mobil FODFinder rendszer márciusban lett üzembe helyezve a Chicago Midway Légikikötőben, s alkalmazásával az FAA elvégezte az előzetes adatok gyűjtését.

Jim Patterson, az FAA témában illetékes szakembere szerint a FOD által okozott károk a világ összes légitársaságainak vonatkozásában évenként több mint 4 milliárd USD összegre becsülhetők. A károk főleg a törmelékek sugárhajtóművekbe történő beszívásából és a sárkányszerkezet törmelékek által okozott sérüléseiből származnak. Patterson szerint az egyik US. Légitársaság havonként 1,8 millió USD összegű FOD által okozott kárt jelentett. Az FAA nem gyűjt be FOD információt a légitársaságoktól, vagy repülőterekről, azonban megköveteli a felszállópályák rendszeres ellenőrzését. Patterson szerint "FOD által okozott sérülések mindig történnek, de nem keltenek olyan figyelmet, mint egy repülőbaleset".

A tervek szerint a négy rendszer értékelése egyenként legalább 12 hónapot vesz igénybe. A rendszerek lehetővé teszik a felszállópálya felületén lévő FOD észlelését és jelentését, melynek alapján a repülőtér üzemeltetője képes lesz az idegen tárgyak és törmelékek helyének gyors meghatározására, megtalálására és eltávolítására. A rendszerek ára 200 000 USD-ig változhat és képesek olyan kis tárgyak észlelésére, mint a csavarok és az alátétek.

Az egyéves értékelési időszak biztosítja, hogy a rendszerek eltérő időjárási viszonyok között kerüljenek tesztelésre, például hóréteg esetén. Ilyenkor nagy kihívást jelent, hogy a rendszerek képesek legyenek megkülönböztetni a tényleges FOD tárgyakat a felgyülemelő hótól.

A tesztelés első fázisában speciális kalibráló tárgyak kerülnek elhelyezésre a felszállópálya előre kiválasztott pontjain, majd a rendszer elvégzi a pálya felszínének pásztázását. Minden hónapban ugyanazon kalibráló tárgyakat ugyanazon pontokon újra elhelyezik, s ellenőrzik a rendszer képességét az észlelés és a jelentés megismétlésére.

Egy második tesztelés során tipikus FOD-okat (például csavarokat, alátéteket, betonarabokat, a repülőgépekről leeshető különböző szerkezeti részeket, kisebb szerszámokat és egyéb tárgyakat) használtak, melyeket elhelyeztek a felszállópálya előre meghatározott pontjain. Patterson elmondta, hogy a FOD tárgyak elhelyezési pontjai hónapról hónapra változatlanok maradtak, s a tárgyakat véletlenszerűen 450-ra forgatták el, hogy ellenőrizzék a rendszer képességét a FOD-ok észlelésére függetlenül azoknak a szenzorhoz viszonyított orientációjától.

A végső - "vak tesztelésnek" nevezett - ellenőrzés a felszállópálya véletlenszerű kijelölt pontjaira helyezett ismeretlen FOD tárgyak észlelésének képességét vizsgálja. A T.F. Green Airport légikikötőn kívül a Qinetiq rendszer a kanadai Vancouver Nemzetközi Légikikötőben is üzemel 2 év óta.

A Logan légikikötőben telepített X-Sight rendszer számos kisméretű Felszín Észlelő Egységet (Surface Detection Unit - SDU) használ, melyek magukba foglalják mind a radarokat, mind pedig a kamerákat és a felszállópálya széléhez közel vannak elhelyezve. Mindegyik SDU a részére kijelölt saját területet pásztázza, s amennyiben FOD tárgyat észlel, egy riasztójelet küld és értesíti az operátorokat a FOD tárgy pontos helyéről. Az X-Sight a FOD tárgy közeli video képét is közvetíti és biztosítja a FOD tárgy "befogását", ameddig azt el nem távolítják (az éjszakai kereséshez egy, lézersugaras céltárgy-megvilágító berendezés kerül felhasználásra).

A járműre szerelt, s a Midway légikikötőben értékelés alatt lévő Trex FODFinder rendszer előnye az, hogy mobil és kihelyezhető az állóhelyeken, guruló utakon, valamint a felszállópályákon lévő FOD tárgyak pásztázására. Mivel a jármű kis sebességgel mozog előre, a radar a jármű előtti szektort pásztázza és biztosítja az operátor számára mind a radar - mind pedig a video képet. A légikikötőt ábrázoló mozgó térkép display elősegíti a szükséges helyzetismeret biztosítását.

A Stratech cég O'Hare légikikötőben telepített iFerret "intelligens látó rendszere" egy nagy felbontóképességű kamerát alkalmaz, amely a felszállópályát pásztázza. A kamera egy leképező szoftvert használ, amely automatikusan alkalmazkodik a változó fény- és felszíni viszonyokhoz. A rendszer biztosítja az operátorok számára a FOD tárgyak pontos helyzetére vonatkozó információkat.

Az eddigi tesztelesek során a szakemberek néhány "érdekes kihívással" találták szembe magukat, ami szükségessé tette az egyes rendszerek értékelési programjának megváltoztatását. Így például kiderült, hogy a milliméteres hullámhosszúságú radarokon alapuló rendszerek - ellentétben a kamerákon alapuló rendszerekkel - nem reagálnak a színekre. Ezért kibővítették a FOD tárgyak készletét a szürke szín különböző árnyalatú változataival befestett tárgyakkal, hogy lehetővé váljék a kamerák képességének tesztelése a környezetbe viszonyított különböző kontraszt színekkel rendelkező tárgyak észlelésére.

Patterson szerint a FOD tárgyak észlelését biztosító rendszerekkel kapcsolatos munkák nemzetközi érdeklődést váltottak ki, s más országokat is arra készítetnek, hogy beindítsák a saját FOD programjaikat. Franciaország vizsgálja a FOD rendszerek felhasználását, s az Eurocontrol megkezdett egy kutatást, amely az ICAO számára elfogadható teljesítmény szabványok kifejlesztéséhez vezethet.

Vissza a tartalomhoz >>>

Bár az orosz helikoptergyártó szektor részére a Mi-8/Mi-17 család modernizálása és a Mi-38 közepes szállítóhelikopter piacra hozása képezi az azonnali prioritásokat, a tervezők a nagysebességű forgószárnyas repülőeszközök koncepcióinak realizálására is intenzíven törekszenek.

A május elején Moszkvában rendezett HeliRussia 2008 helikopter kiállítás folyamán a Kamov és Mil cégek első alkalommal adtak tájékoztatást a nagysebességű forgószárnyas repülés megvalósításával kapcsolatos elképzelésekről. Az ambíciózus koncepció modellek bemutatása mellett a kiállításon jelentős hangsúlyt kapott a repülőipari konszolidáció végrehajtásának szorgalmazása.

Az átszervezést felügyelő Oboronprom orosz holdingtársaság összeállította a prioritásokra vonatkozó saját jegyzékét, amely magába foglalja a Mi-8/17 és a Mi-38 fejlesztéseket. A szándék az, hogy a közel-távú erőforrásokat a lényeges programok megvalósítására koncentrálják. A 4,5 tonnás Mi-54 és a Ka-62 közepes szállítóhelikopter, valamint az Ansat könnyű helikopter is kulcsfontosságú projektként van azonosítva a jegyzékben.

A Mil cég Mi-X1 nagysebességű helikopter konstrukció egy forgószárnyal és a farok-tartón elhelyezett tolólégcsavarral rendelkezik. A bólintás vezérlése a faroklégcsavar által gerjesztett levegőáramlásban elhelyezkedő mozgó kormányfelülettel történik. A Mil cég főkonstruktor, Alekszej Samusenko szerint a fő célkitűzés a 450-500 km/h sebesség elérése. A Mi-X1 tömege az 5 tonnán belül lesz.

A Mil cég a forgószárny lapát átesésének helyi kiküszöbölését biztosító rendszer kifejlesztését is vizsgálja, a nagysebességű forgószárnyakkal kapcsolatos vibrációs problémák leküzdésére. A rendszer működésének lényegét az képezi, hogy késlelteti az átesés kezdetét a hátrafelé mozgó lapát tövén.



A nagysebességű, tolólégcsavaros Mi-X1 helikopter
HeliRussia 2008 kiállításon bemutatott modellje

A kiállításon a Kamov cég szintén több részletet ismertetett a 9-12 tonnás kategóriába tartozó Ka-92 koncepcióról. A helikoptert a Kamov cég hagyományos koaxiális forgószárny konstrukciója és a farok részre szerelt tolólégcsavar jellemzi. A Kamov cég főkonstruktor, Szergej Mihejev szerint az egymással ellentétes irányban forgó merev forgószárnyak lehetővé teszik a repülési sebesség növekedésekor a hátrafelé mozgó lapátok mindkét oldalon történő tehermentesítését, s ezáltal a lapátvégek átesésének elkerülését, ami mint ismeretes korlátozza a hagyományos kialakítású helikopterek előrehaladási sebességét. A cég Ka-90 típusú helikopterrel kapcsolatos tervei még ennél is radikálisabb megoldást tartalmaznak. A függőleges felszállást és kezdeti gyorsítást követően a nagy húr hosszúsággal rendelkező forgószárny úgy kerül összehajtásra, hogy egy áramvonalazó burkolatot képezzen a törzs hátsó szekciója fölött. A tervezők szerint elképzelt sebesség 700 km/ó is lehetne.

Mihejev főkonstruktor elmondta, hogy a célul kitűzött hatótávolság a Ka-92 típus részére 1000 km, amely a nagy előrehaladási sebességgel és a hagyományos helikopteres fel- és leszállás lehetőségével összehasonlítva a típus olyan belföldi útvonalakon történő alkalmazását is lehetővé tenné, melyeken a légiforgalmat jelenleg turbólégcsavaros repülőgépek biztosítják.

A Mil és Kamov cégek tolólégcsavaros koncepciói jelenleg a megvalósíthatósági tanulmányozás és kutatás stádiumában vannak.

Fontosabbnak tűnik - legalábbis közel-távon - a Mi-38 program jövőjének biztosítása. Bár a cég Mi-8 típusát szándékozzák leváltani a Mi-38-val, e program végrehajtása lelassult.

Jelenleg két további prototípus gyártása van folyamatban a Kazanyi helikopter vállalatnál, melyek csatlakozni fognak ahhoz az egyetlen Mi-38-hoz, mellyel most hajtják végre a kezdeti kísérleti repüléseket. A Transas által vezetett - Oroszországon belüli - cégcsoport a közelmúltban kifejlesztett egy avionikai csomagot az Mi-38 részére, annak a fedélzeti avionikai rendszernek a lecserélésére, melyet az eredeti tervek szerint az Eurocopter konzorciumnak kellett volna leszállítania. Az Eurocopter azonban 2005-ben kilépett a projektből.

A kiállítás folyamán az orosz UMPO hajtóműgyártó cég, a Repülő Hajtóművek Központi Intézete (CIAM) és a Pratt & Whitney Canada cég egy megállapodási jegyzőkönyvet (MOU) írtak alá a PW-127T/S szabadtegelgyes gázturbinás hajtómű (a PW-127 gázturbinás légcsavaros hajtóműből leszármaztatott változat) fejlesztésére és gyártására a Mi-38 helikopter részére. A hajtómű számára várhatóan 24-30 hónap múlva fogják kiadni a légi alkalmassági tanúsítványt. Az UMPO cég lesz a felelős a hajtómű végszereléséért.

A P & WC cég nemzetközi üzletfejlesztési elnökhelyettese, Joseph N. Torchetti szerint "a munkák folyamatban vannak. Két hajtómű már felhasználásra került a helikopterben egy repülési tesztelési program keretében az elmúlt év folyamán. 2008-ban elvégzik a hajtómű módosítását a sorozatgyártás számára". A Mi-38 légi alkalmassági tanúsítványának kiadása és a megrendelő részére történő első leszállítása 2012-re van beütemezve.

A katonai szférában a figyelem közel-távon a Mi-28N Havoc harci-támadó helikopterre összpontosul. Bár a forgószárny-egy fölé szerelt lokátor fejlesztése még nem érte el a "hadműveleti alkalmazásra való készenlét" stádiumát, a kiállításon résztvevő ipari képviselők szerint a Rostvertol vállalat törekszik a helikopter gyártási ütemének növelésére. Az első két sorozatgyártású Mi-28N ez év elején került átadásra az Orosz Légierőnek; a szándék 10-15 helikopter beszerzése évenként. Hátra van még a Havoc állami átvételi próbáinak befejezése, ami 2009-ben várható. A Mil cég már egy további modernizált változaton dolgozik, amely a TV3-117VMA alaphajtóművek helyett a Klimov VK-2500 típusú hajtóműveket fogja használni. A modernizált változaton az aerodinamikai kialakítás is tökéletesítésre kerül, s a fedélzeti fegyverzet vezérlőrendszere is megnövelt teljesítőképességgel fog rendelkezni.

Az Oboronprom a Ka-62 helikopterek hajtóműveinek biztosítására külföldi hajtóműgyártó cégeket vizsgál. Az elképzelések szerint a hajtóművek liszensz alapján kerülhetnek legyártásra Oroszországban. Az Oboronprom "Helicopters of Russia" leányvállalatának első számú vezetője, Andrej Sibitov nem volt hajlandó megnevezni a versenyző külföldi cégeket, csupán olyan tájékoztatást adott, hogy különböző lehetőségeket vizsgálnak és különböző hajtóműgyártó cégekkel folytatnak megbeszéléseket. Kezdetben úgy tervezték, hogy a Ka-62 helikopter két Szatum RD-600V szabadtegelgyes gázturbinás hajtóművel lesz felszerelve.

A múlt évben 121 helikopter került leszállításra, s ebben az évben további 210 leszállítása várható, bár az orosz üzemeltetők külföldi típusok vásárlását is folytatják. A hazai piac igényeinek kielégítésére az Oboronprom egy hosszú távú megállapodást köt az Agusta Westland céggel e cég által gyártott helikopterek Oroszországban történő elosztására annak potenciális lehetőségével, hogy később e helikopterek liszensz alapján Oroszországban kerüljenek legyártásra.

A KIHÍVÁSOK ELFOGADÁSA

Az európai vadászrepülőgépgyártó cégek igyekeznek helyzeti előnyre törni a kialakult vadászrepülőgép versenyben, s közben megpróbálnak szembeszállni az alapvető tevékenységüket fenyegető kihívásokkal.

A Saab Gripen, az Eurofighter Typhoon és a Dassault Rafale számára a kihívások teljesen eltérőek.

A Saab cégnél a problémát annak bemutatása képezi, hogy az egyhajtóműves vadászrepülőgépek képesek biztosítani a megkívánt teljesítőképességet akkor is, ha a versenyben résztvevő többi típus alapvetően kéthajtóműves. A Lockheed Martin cég egy-hajtóműves F-16 és F-35 vadászrepülőgépei szintén versenytársak bizonyos piacokon, azonban az első nyílt szembesítések egyikében - konkrétan Svájcban - résztvevő típusok vonatkozásában a Gripen összes riválisa kéthajtóműves.

A Saab cég egy agresszív modernizálási program végrehajtását szorgalmazza a Gripen Következő Generációs többfeladatú vadászrepülőgép számára, amely felajánlásra kerül Dánia, India és Norvégia részére. A Gripen Demo prototípus május végén végrehajtott egy 30 perces repülést a cég Linköping-ben (Svédország) lévő repülőteréről. A repülőgép nagyobb teljesítményű hajtóművel van ellátva, nagyobb hasznos teher szállítására képes és egy új fedélzeti lokátorral fog rendelkezni.

A Saab erőfeszítések kezdeti sikerét bizonyítja az a tény, hogy május 28-án Hollandia védelmi minisztériuma (a holland parlament nyomására) beleegyezett, hogy a Lockheed Martin F-35 potenciális alternatívájaként ismét megvizsgálják a Gripen-t.

Az Eurofighter konzorcium közben szintén törekszik a számára kedvező pozíció kiharcolására Svájcban. A konzorcium első számú vezetője, Aloysius Rauhen azzal érvel, hogy amennyiben Svájc a Typhoon vadászrepülőgépet álltaná rendszerbe lehetővé válna egy "alpesi" partnerség létrehozása Németországgal és Ausztriával, mely országokban a típus már üzemeltetik.

A BAE Systems, EADS és Finmeccanica cégeket magába foglaló konzorciumnak azonban más nagy problémái vannak a "hazai" vásárlókkal, melyek a következő hónapokban fogják eldönteni, hogy hány Typhoon vadászrepülőgépet fognak beszerezni a Tranche 3 gyártási fázis keretében. A Tranche 3 fázis alapját az eredeti tervek szerint 236 repülőgép képezi, azonban az Egyesült Királyság és Olaszország felkérte az ipart különböző opciók beárazására beleértve egy olyan opciót is, amikor egyáltalán nem szereznek be repülőgépeket. Kevésbé drasztikus csökkentések is megfontolásra kerültek, beleértve a két ország részére eredetileg tervezett repülőgép vásárlások megfelelését. Ez egy jelentős eltérést képezne a Typhoon fejlesztését alátámasztó négyoldalú kooperációs megállapodástól, amely eredetileg Németország, Spanyolország, valamint az Egyesült Királyság és Olaszország részéről került aláírásra. Németország és Spanyolország mindezekig nem jelezte szándékát a repülőgépek általuk eredetileg tervezett alapvető beszerzési mennyiségeinek megváltoztatására.

Az Eurofighter konzorcium a múltév végén terjesztette elő a Tranche 3 gyártási fázisra vonatkozó javaslatát, s az elmúlt héten értekezletet tartott kormányzati képviselőkkel a téma megvitatására. Aloysius Rauhen úgy véli, hogy számára hamarosan ismertté válik, hogy az egyes kormányok milyen álláspontokat fognak képviselni a tárgyalásokon. A célkitűzés az, hogy a tárgyalások ez év végére befejeződjenek, bár az Eurofighter konzorcium hivatalos képviselői szerint a megbeszélések áthúzódhatnak a következő évre.

A főproblémát Rauhen szerint a gyártás folyamatosságának biztosítása képezi. A gyártás megszakadása növelné a költségkihatásokat.

Szintén a múlt hét végére volt tervezve, hogy a konzorcium előterjesse a teljesítőképesség növelésére vonatkozó azon módosítások új csomagjával kapcsolatos javaslatát, melyek bevezetésre kerülnének a Typhoon vadászrepülőgépeken. Ezek között szerepel az MBDA cég Meteor és Taurus rakétáinak beintegrálása a repülőgép fedélzeti fegyver rendszerébe.

Egy aktív elektronikus pástázást alkalmazó antennarendszerrel ellátott (AESA) fedélzeti lokátor jelenleg még nem képezi a javasolt modernizálási csomag részét. (Megjegyzendő, hogy India kifejezte érdekltségét abban, hogy jövőbeni vadászrepülőgépe ilyen lokátorral legyen felszerelve, s jelenleg az indiai vadászrepülőgép-verseny a legnagyobb.) Az EADS Defense Electronics vállalatának szenzorrendszerekért felelős elnökhelyettese, Elmar Compans tájékoztatása szerint a Typhoon-ba beépített Captor-E lokátor múlt évi kísérleti repülései óta a technológiai fejlesztés annak biztosítására összpontosul, hogy egy AESA lokátor a Tranche 3 gyártási fázis részeként rendszerbeállításra kerülhessen. Eddig azonban az Eurofighter országok nem finanszíroztak további munkákat, s az ipar pedig kételkedik abban, hogy saját forrásai felhasználásával képes lenne-e az AESA fejlesztés végrehajtásának teljes körű önálló finanszírozására.

A tervek szerint a kezdeti AESA fejlesztés során újra felhasználnák a jelenleg meglévő fedélzeti lokátor hátsó részét, melyet összekapcsolnának egy aktív antennával, s a rendszerben már meglévő radar üzemmódok kerülnének alkalmazásra. A további korszerűsítések célja az lenne, hogy biztosítsák az AESA képességek teljes mértékben történő kihasználását.

Időközben az Eurofighter konzorcium készül a Tranche 2 gyártási fázis során elkészült első repülőgép augusztus előtt történő átadására. Rauhen szerint az ipar kijelentette, hogy megpróbálja behozni a lemaradást (még 40 repülőgép van gyártásban a Tranche 2 fázis keretében). A konzorcium olyan irányban is munkát folytat a partnerekkel, hogy felülvizsgálják a repülőgép támogatási rendszerének struktúráját.

A Dassault cég Rafale vadászrepülőgépe számára a helyzet az elkövetkező hetekben várhatóan kikristályosodik, amikor is a francia kormány hivatalosan nyilvánosságra fogja hozni a terveket a Védelmi Fehér Könyvében. Várható, hogy ez szükségessé teszi az évenként beszerzendő mennyiségek és talán a teljes Rafale vásárlás összegének csökkentését. Azonban mialatt a Svájcban és Indiában folyamatban lévő vadászrepülőgép-versenyek (melyek Japánban, Görögországban és Törökországban is kialakulóban vannak) a fejlődésük döntő szakaszába lépnek, Európa folytatja a küzdelmet a saját UAV problémájának megoldására. Miután úgy tűnt, hogy Németország, Spanyolország és Franciaország egyesítik erőiket egy közepes magasságú, nagy repülési időtartammal rendelkező (Medium Altitude Long Endurance - MALE) pilótánélküli repülőeszköz fejlesztésével kapcsolatos követelmény kielégítésére, a Dassault, Thales és Indra cégek a közelmúltban javaslatot tettek Franciaország és Spanyolország részére egy közelebbi távon realizálható MALE fejlesztésre. Szerintük 2012-ig szolgálatba állítható lenne az általuk javasolt rendszer. Az ajánlat az izraeli IAI (Israel Aerospace Industries) konzorcium által kifejlesztett Heron-TP UAV eszközön alapul, amely egyébként Németországban is versenyben áll egy MALE program elnyeréséért a Diehl Defense cégen keresztül felajánlott Predator-B UAV eszközzel szemben.

Egyéb UAV tevékenységek vonatkozásában az EADS élen jár a MALE eszközökkel kapcsolatos munkákban. Jövőre egy második Barracuda demonstrátor UAV eszköz fog repüléseket végrehajtani az u.n. Agilis UAV program alapján, melynek célja a korszerű technológiák kifejlesztésének előmozdítása a pilótánélküli repülőeszközök új generációja számára.

Németország egy nagymagasságú, nagy repülési időtartammal rendelkező UAV eszköz szolgálatba állítását is tervezi. A Global Hawk típuson alapuló EuroHawk elnevezésű UAV eszköz az EADS jelfelderítési technológiáját alkalmazza. Az első repülés a következő év végére, az átadás pedig egy évvel későbbre van tervezve.

AZ ÖSSZEKAPCSOLHATÓSÁG CSÚCSA

Az U.S. Légierő kritikus fontosságú döntések előtt áll. Az előzetes kísérletek tapasztalatai alapján dönteni kell az F-22 lopakodó vadászrepülőgépek hálózatba szervezett hadműveleti alkalmazhatóságáról, s azon előfeltételek megteremtéséről, melyek ezt lehetővé teszik. Az előfeltételek többek között magukba foglalják egy fejlett harcászati adatkapcsolati rendszer és egy fedélzeti hálózati átjáró kiválasztását és a Raptorokba történő beszerelését, hogy a repülőgépek összekapcsolhatók legyenek más fegyveremek erőivel.

Az F-22 összekapcsolása a Pentagon Globális Információs Hálózatával (Global Information Grid - GIG) alapvető fontosságú, amennyiben a légierő realizálni kívánja azt az elképzelését miszerint a Raptorok egy védett légtéren belül összegyűjtik és szétterjesztik a hírszerzési, megfigyelési és felderítési adatokat, miközben végrehajtják a légi-főlény kivívására és megtartására irányuló elsődleges feladatukat.

Michael Wynne, a Légierő Minisztere sürgeti annak az elképzelésnek a gyakorlati megvalósítását, mely szerint az ellenséges légtérben repülő F-22 és F-35 vadászrepülőgépek "katalogizálják a célokat és felveszik a felderítési információkat" az elektromágneses spektrum határain belül, s hozzájárulnak egy "információs mozaik" kialakításához. A hadműveleti koncepciók magukba foglalják az F-22 vadászrepülőgépek felhasználását a célok más támadó rendszereknek történő átadására.

A Raptor harc-menedzserként történő felhasználásának potenciális lehetősége 2006-ban merült fel először az Alaszkában tartott "Excercise Northern Edge" gyakorlaton, melyen a típus debütált. A gyakorlaton nyert tapasztalatok kihangsúlyozták az F-22 azon képességét, hogy fedélzeti szenzorjainak felhasználásával egy előrehelyezett légi irányítóként tevékenykedhet más repülőgépek koordinálására. A gyakorlat folyamán fónikus távközlés került felhasználásra, mivel a Raptor-ok jelenleg csak az adatok vételére képes Link 16 adatkapcsolati rendszerrel vannak felszerelve.

Az ez évben április végén tartott "Joint Expeditionary Force Experiment" (JEFX 08) gyakorlat folyamán az F-22 vadászrepülőgépek első alkalommal demonstrálták azon képességüket, hogy szenzoradatokat továbbítsanak a földre és más repülőgépek számára, mind közvetlenül egy IP (Internet Protokoll) alapú szélessávú hálózaton, mind pedig egy fedélzeti átjárón keresztül a Raptor lopakodó repülésen-belüli fedélzeti adatkapcsolati rendszerének felhasználásával.

A nevadai Nellis AFB-n (Légi bázison) települő két F-22 módosított telemetrikus konténerekkel lett felszerelve, melyekben a Rockwell Collins cég által kifejlesztett harcászati célkiválasztó hálózati technológiát (Tactical Targeting Network Technology - TTNT) alkalmazó szélessávú adatkapcsolati rádiók kerültek elhelyezésére. Ezek biztosították a titkosított szenzoradatokat egyirányú rádióadását a Nellis (Nev) és Langley (Va) Légi Bázison települő földi állomások számára. Mark Jefferson, a Lockheed Martin cég aeronautikai egységének illetékes szakterületi igazgatója szerint a "légi bázisokon azt látták, amit az F-22-esek láttak".

A kétirányú adatkapcsolat is demonstrálásra került az F-22-esek és egy Sniper célkiválasztó konténerben elhelyezett TTNT rádióval módosított F-16 között. Ez lehetővé tette a repülőgép vezetői számára a grafikonok kicserélését és megjegyzésekkel történő ellátását (annotálás), valamint a beszélgetést a Jabber sürgős üzenettovábbítási rendszer felhasználásával. Az alkalmazott szoftver automatizálta az adatátvitelt a repülőgépek és az IP alapú TTNT kapcsolat között.

Az F-22 repülőgépvezetői fülkéjében kiegészítőleg egy színes, érintéses vezérlésű képernyő került beépítésre a képek és az üzenetek kijelzésére. A TTNT adatkapcsolati rendszeren keresztül továbbított információ szintetikus apertúrájú radar (SAR) által előállított földi térképeket is magába foglalt. A kísérletek végrehajtásakor különböző méretű tárolt képek kerültek felhasználásra, mivel a Raptorok még nem voltak felszerelve a SAR- képességgel rendelkező legkorszerűbb APG-77 (V)1 fedélzeti lokátorral. A tapasztalatok azt mutatták, hogy az elsődleges SAR adatfájlok továbbítása hosszabb időt vett igénybe, s ezért a kísérletek egyik fő célját az képezte, hogy megtalálják a megfelelő egyensúlyt az adatok és az információ között. Larry Lawson, a Lockheed Martin cég ügyvezető elnökhelyettese és az F-22 program főmenedzsere szerint az F-22 feldolgozza az adatokat, döntéseket hoz és előállítja az információt, melynek távközlése az elsődleges (nyers) adatokhoz viszonyítva kisebb sávszélességet igényel.

Wynne miniszter szerint további kutatás szükséges annak megállapítására, hogy hogyan lehet a legjobban felhasználni az összegyűjtött információt annak szempontjából, hogy ki részére és mikor (a repülőgép részéről történő harcfelelet-végrehajtás melyik pillanatában) kell biztosítani az információt.

Az F-22 számára egy szélessávú, IP alapú fejlett harcászati adatkapcsolati (advanced tactical datalink - ATDL) rendszer bevezetését tervezik az Increment (képességnövelő) 3.2 korszerűsítési program alapján. A fejlesztés ez év végén kezdődik, s a rendszerbeállítás pedig 2014-re van tervezve.

Az ATDL fejlesztéséhez számításba vehető hullámalak - jelöltek magukba foglalják a TTNT-t és a Többfunkciós Fejlett Adatkapcsolati (Multifunction Advanced Datalink - MADL) rendszert, amelynek kialakítását jelenleg végzi a Northrop Grumman cég az F-35 Közös Csapásmérő Vadászrepülőgép (JSF) számára. A Lockheed Martin cég arra számít, hogy az F-22 számára ez év végére kiválasztásra kerül egy adatkapcsolati rendszer, bár a Légierő szerint az "ATDL nem egy platform - specifikus döntés".

A Védelmi Minisztérium részéről még folyamatban van az ATDL azonosításával kapcsolatos tanulmány összeállítása, melynek befejezése után a Pentagon Közös Követelményeket Felülvizsgáló Tanácsa fog döntést hozni a kérdésben.

TÁJÉKOZTATÓ A REPÜLŐ FEDÉLZETI LÉZER (ABL) FEJLESZTÉS HELYZETÉRŐL
(AVIATON WEEK & SPACE TECHNOLOGY 2008. 06. 16. p. 14.)

Mike Rinn, a Boeing cég elnökhelyettese és a repülő fedélzeti lézer (Airborne Laser - ABL) program igazgatója szerint, amennyiben a cég megkapja az engedélyt a program továbbfolytatására, valószínűleg a Boeing 748-8 típusú utasszállító repülőgép konfigurációját fogja felhasználni az ABL jövőbeni platformjaként a jelenlegi demonstrációs platform helyett. A harcfelelő rendszer a Boeing 748-8 konfiguráció felső fedélzetén kerülne elhelyezésre, a lézer fegyver pedig az alapfedélzeten. A jelenlegi demonstrációs rendszerhez hasonlóan a hadműveleti változat szintén hat, de megnövelt hatékonyságú lézer-modult fog alkalmazni. A tervezők kutatják a lehetőségeket a rendszer hatótávolságának növelésére. Jelenleg tesztelesek és előkészítő munkák vannak folyamatban annak biztosítására, hogy a jövő évre tervezett első célmegsemmisítő kísérlet számára a 747-be beépített nagyteljesítményű lézerrendszer működőképes legyen. Június első felében fejeződtek be a rendszerben az u.n. "átmosások", melyek célja az volt, hogy leellenőrizzék a rendszer szivárgásmentességét és azt, hogy biztosítsa van-e a lézer komponens-vegyszerek megfelelő összevegyülése.

A következő évben a rendszer a 747-es repülőgép fedélzetéről először kisebb rakéták ellen fogja alkalmazni a lézerfegyvert, mielőtt megkísérelné a Scud-hoz hasonló rakéta fedélzeti lézer (ABL) fegyverrel történő megsemmisítését.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

TÁJÉKOZTATÓ AZ F-15E VADÁSZREPÜLŐGÉP MODERNIZÁLÁSÁRÓL
(AVIATON WEEK & SPACE TECHNOLOGY 2008. 06. 16. p. 30.)

A Boeing cég a részbeszállító cégek közreműködésével egy átfogó modernizálási programot készít elő az US légierő F-15E csapásmérő vadászpilóta repülőgépei számára, melynek végrehajtásával biztosítható lenne a típus hadműveleti felhasználhatósága az elkövetkező évtizedekben. A Légierő vizsgálja 224 F-15E repülőgép 2035 utáni alkalmazhatóságának feltételeit, s mindjobban kialakul egy olyan álláspont, hogy valamit tenni kell a fedélzeti fegyverrendszerek egyes részeinek modernizálására. Ezen kívül egy olyan probléma is van, hogy a dél-koreai F-15K és a szingapúri F-15SG vadászpilóta repülőgépek számára kifejlesztett modernizálások nagy része még nem került eddig bevezetésre az USAF állományába tartozó repülőgépeken.

A várt USAF F-15E modernizálás egyik központi elemét az elektronikus hadviselés biztosító fedélzeti rendszer teljes felülvizsgálata és felújítása képezné. A Boeing a közelmúltban egy olyan információkérésrel fordult a potenciális beszállítókhöz, hogy segítsenek meghatározni, hogy milyen rendszerek javasolhatók a modernizálás keretében történő beépítésre. A Boeing cég F-15 elnökhelyettese, Mark Bass szerint az év végére valószínűleg elkészül egy alapkonfigurációra vonatkozó javaslat az USAF részéről történő megfontolásra.

A modernizálás napirendjének pontjai között szerepel egy szál-optikai vontatott célcspada (Fiber-Optic Towed Decoy - FOTD), amely eltér az F/A-18E/F repülőgépeken jelenleg beépítésre kerülő célcspadtól. A FOTD egy fedélzeten-kívüli zavaró képességet biztosít, ami a lokátor irányítású légvédelmi rakéták "becsapását" célozza. Egy digitális radarfigyelmeztető vevő szintén beépíthető az emitter észlelő- és osztályozóképesség növelésére. Ezenkívül az F-15E repülőgépek valószínűleg egy modernizált belső zavaró berendezéssel, valamint fejlettebb dipóliszalag/infrapatron elosztó rendszerrel is el lesznek látva.

Az elektronikus hadviselés végrehajtását biztosító megnövelt képesség kiegészíti az F-15E repülőgépek részére tervezett radar-modernizálást. A Raytheon cég a múlt évben megnyert egy versenyt egy új, aktív elektronikus pástázást alkalmazó antennarendszerrel felszerelt fedélzeti radarrendszer F-15E repülőgépek számára történő biztosítására, melynek teljesítőképessége meghaladja a Szingapúrnak felajánlott rendszer teljesítőképességét. A modernizálás egy új radarfigyelmeztető berendezés beépítésének igényét is fölveti, hogy elkerüljék a repülőgép részéről a saját helyzetismereti szenzorjainak a zavarását.

Az F-15E képességnövelő modernizálások a közelgő vadászpilóta repülőgép versenyben is nagy szerepet játszhatnak. A Boeing és más cégek a nyár végére várják az ajánlatkérést Japántól mintegy 50 új vadászpilóta repülőgép beszerzésére az F-4-ek lecserélésének biztosítására. Az F-15E egyik változata a verseny egyik jelöltjét képezheti. Szokatlan módon a Boeing mind az F-15E, mind pedig az F/A-18E/F típusok ajánlását fontolja.

Japán az F-22, a Lockheed Martin F-35, az Eurofighter Typhoon és a Dassault Rafale repülőgépek iránt is kifejezte érdeklődését. (Az F-22-t a Pentagon nem fogja felszabadítani export számára.)

Az F-15 hivatalos képviselők bizakodóak a típus sikerében részben azért, mert Japán jelenleg több mint 200 F-15J vadászpilóta repülőgépet üzemeltet, melyeket Izsensz alapján a japán Mitsubishi Heavy Industries cég gyártott.

A japán F-15E repülőgépek a Szingapúri konfiguráció alapján kerülnének legyártásra és Japán kommunikációs rendszerekre vonatkozó bizonyos követelményeit is kielégítenék.

A további külföldi megrendelések időben történő feladása döntő fontosságú az F-15 gyártás folyamatosságának fenntartására. Mivel az utolsó repülőgép leszállítása jelenleg 2012 harmadik negyedére van tervezve, hároméves felfutási időt (lead-time, a megrendeléstől a gyártás befejezéséig terjedő idő) figyelembe véve a cég legkésőbb 2009-ben rendelést kell hogy kapjon ahhoz, hogy elkerülhető legyen a gyártás folyamatosságának megszakadása. Jelenleg havonta egy repülőgépet bocsájtanak ki a gyártásból, azonban ezt az ütemet 2010-ben havonta 1,25 repülőgépre fogják növelni, hogy kielégíthetők legyenek a vásárlók igényei. Az első F-15SG repülőgépet Szingapúr számára ez év szeptemberében kell leszállítani.

Folyamatban vannak a megbeszélések az F-15E rendelésekkel kapcsolatban Szaúdi Arábiával és Dél Koreával, valamint Izraellel az F-15I Plus változat beszerzéséről.

Azonban nemcsak az F-15E (Strike Eagle) változatú repülőgépeket kell modernizálni. Az USAF állományába tartozó F-15C/D változatú gépek szintén szolgálatban maradnak 2025-ig, s ezért számukra is biztosítani kell a képességnövelő modernizálási programok végrehajtását. A fedélzeti lokátorral kapcsolatos modernizáláson kívül a repülőgépek valószínűleg infravörös kutató- és követő rendszerekkel és új fülke kijelző képernyőkkel lesznek felszerelve. Az USAF mintegy 177 F-15C/D változatú repülőgépet tervez rendszerben hagyni a következő 17 évben.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

BEFEJEZÉSÉHEZ KÖZELEDIK AZ U.S. HADSEREG APACHE BLOCK I, II HELIKOPTEREINEK MODERNIZÁLÁSI PROGRAMJA
(JANE'S INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 2008. 05. p. 25.)

A modernizálási program szerint 2008. április végéig került végrehajtásra az L-3 Communications Systems - West (CS-West) cég szélessávú kommunikációs berendezésének beépítése az U.S. Hadsereg Boeing AH-64D Apache Block I és II harci helikoptereibe.

A berendezés magába foglalja a Harcászati Közös Adatkapcsolatot (Tactical Common Data Link - TCDL) és a Hadsereg Egyrendszerű Távoli Video Termináljában (One System Remote Video Terminal) lévő több hullámsávú vevőt, s beépítése részét képezi az U.S. Hadsereg azon gyors beszerzési programjának, melynek célja az AH-64D harci helikopter személyzetek helyzetismeretének magjavítása.

A Hadsereg VUIT-2 (Video from Unmanned aerial system for Interoperability Teaming Level 2 - Pilótanélküli repülő rendszerektől érkező video anyag az interoperabilitás csoportosítás 2. szintje számára) képessége lehetővé teszi az Apache helikopter pilótája számára, hogy figyelje azokat a valósíds szabvány képfelbontású video anyagokat, melyek pilóta nélküli repülőrendszerektől (Unmanned aerial systems - UASs) és egyéb olyan pilóta nélküli eszközöktől érkeznek, mint pl. a General Atomics Aeronautical Systems MQ-1 Predator, amely telepítve van Irakban és Afganisztánban. Illetve a pilóta azokat a video anyagokat is figyelheti, melyek Sniper, vagy Litening típusú célkiválasztó/felderítő konténerekkel felszerelt bármely merevszárnyú harci repülőgép által kerülnek kisugárzásra.

A Mini - TCDL rádióval, a több hullámsávú vevővel felszerelt földi csapatok képesek az Apache video anyagának vételére, amely az UAS rendszertől, vagy az Apache helikopter saját szenzorjától kerül közvetítésre. A Mini - TCDL egy szélessávú, hálóa szervezett összeköttetést biztosít az Apache számára, felhasználva a Közös Adatkapcsolat (Common Data Link - CDL) U.S. kormányzati- és NATO szabvány hullámformát. A szélessávú rendszer biztosítja az adatok átvitelét az összes CDL adatátviteli sebességeken 45 Mb/sec értékig bezárólag.

Az első zászlóalj helikopterein már megkezdődtek a beszerelési munkák a VUIT-2 képesség biztosítására.

A hadműveleti telepítés 2008 harmadik negyedévére van beütemezve. A CS-West cég mindegyik zászlóaljat ellát huszonnégy "A" készlettel (melyek biztosítják a levegő - föld video adattovábbítási képességet) és kilenc "B" készlettel (melyek lehetővé teszik a video anyag vételét az UAS rendszerektől).

A CS-West cég úgy tájékoztatta a Jane's IDR folyóiratot, hogy a modernizálás csak az U.S. Apache helikopterekre vonatkozik, mivel a rendszer egyes részeinek külföldi vásárlók részére történő eladása jelenleg nincs engedélyezve. A cég azonban a tájékoztatóját kiegészítette azzal, hogy a CDL adatlehívási kapcsolatrendszer beszerzése felajánlásra kerülhet az U.S. szövetségesei számára.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

TÁJÉKOZTATÓ A PÍLÓTA NÉLKÜLI HARCIS REPÜLŐESZKÖZÖKRŐL
(JANE'S INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 2008. 05. p. 50.)

A fedélzeti rakétákkal felfegyverzett pilóta nélküli repülőeszközök (UAV) alkalmazása ma már a modern harctér elfogadott jellemzőjét képezi. A csapásmérés azonban csak egy utólag meghatározott kiegészítő feladat az eredetileg megfigyelési és felderítési feladatok végrehajtására tervezett UAV eszközök számára. Ezek az eszközök tulajdonképpen olyan előre beprogramozott feladatokat végrehajtó drónok, melyek nem rendelkeznek a harctevékenységek önálló végrehajtásához szükséges autonómiával és aerodinamikai képességekkel, s ezért szigorúan véve, valójában nem tekinthetők UAV eszközöknek.

A pilóta nélküli harci repülőeszköz (Unmanned Combat Aerial Vehicle - UCAV) koncepciója évtizedek óta létezik, azonban csak a közelmúltban jelentek meg a koncepció gyakorlati realizálását biztosító programok.

A koncepció korábbi realizálását elsősorban az akadályozta meg, hogy hiányzott a megfelelő technológia és a kutatások végrehajtásához szükséges finanszírozás.

A még meglévő technológiai kihívások leküzdhetők. A kompozit anyagok gyártása ma már egy jól megalapozott és meghonosodott ipari tevékenység, a számítógépes autonómia és a mesterséges intelligencia kialakítása folyamatosan nagy ütemben halad előre, s már léteznek a legalább néhány platform részéről történő alkalmazásra tervezett fedélzeti fegyverek. A hálózatba szervezett UCAV eszközök alkalmazásával kapcsolatos álm megvalósulása azonban még kissé messzebb van.

Irakban, Afganisztánban, Izraelben és más harctereken intenzíven és eredményesen felhasználásra kerültek az UAV eszközök, azonban ez még nem garantálja az UCAV eszközökre vonatkozó megrendelések beindulását.

Bár mindkét eszköztípus ugyanazon előnyt biztosítja (vagyis képesek a "piszkos" és veszélyes harc feladatok többségének nagyobb hatékonysággal történő végrehajtására, mint a pilóta által vezetett eszközök), a lopkodó UCAV eszközökkel kapcsolatos alkalmazási és eszközönkénti költségkihatások magasabbak, mint a kevésbé fejlett UAV eszközöknél.

Az UCAV programok mennyiségét, kialakítását és végrehajtását tekintve az U.S. halad az élen. 1998-ban a Northrop Grumman és Boeing cégek szerződéseket kaptak UCAV eszközök kifejlesztésére, s ez két csapaszámú konfigurációjú konstrukció (a Northrop Grumman X-47 és a Boeing X-45) tervezéséhez vezetett.

A Lockheed Martin cég 2006 közepén hozta nyilvánosságra a P-175 Polecat UCAV eszközt. Ez egy nyílazott szárnyú repülőeszköz, melynek méretei más ismert UCAV eszközökhöz viszonyítva nagyobbak. A prototípus azonban 2006 végén lezuhant, s a program helyzete jelenleg nem ismert.

Az U.S. más NATO országokat megelőző az UCAV eszközök agresszív fejlesztésében főleg azért, mert az U.S. Légierő (USAF) és az U.S. Haditengerészet (USN) gyorsan felismerte az UCAV eszközök potenciális lehetőségét a hatékony és halálos fegyverek védett ellenséges légtérben belüli célba juttatására.

Ipari források szerint az USN várhatóan már 2020-ban szolgálatba állítja az első hadműveleti UCAV rendszert. Szövetségesekhez hasonlóan az U.S. Katonai parancsnokok tudatában vannak annak, hogy a Kínához, vagy Iránhoz hasonló potenciális ellenségekkel bekövetkezhető jövőbeni konfliktusok szükségessé fogják tenni olyan UCAV eszközök alkalmazását, melyek a fejlett ellenséges légvédelmi rendszereknek a háború első napján történő leküzdését biztosító sebességgel és lopkodhatósággal rendelkeznek. Ezek azok a képességek, melyek elkülönítik az UCAV eszközöket az UAV eszközök jelenlegi generációjától.

A feladatok zömét elvégző olyan jelenlegi UAV eszközök, mint az RQ-4 Global Hawk alkalmasabbak a felderítési feladatok végrehajtására főleg az ellenség részéről nem védett légtérben. A fedélzeti fegyverekkel ellátott MQ-9 Reaper UAV eszközök (eredetileg Predator B) ideális megoldást képeznek a felderítési és csapásmérő feladatok végrehajtására az Irak és Afganisztán feletti "szelíd" légtérben, azonban kétségtelen, hogy nem rendelkeznek az ellenséges légvédelem elnyomásához (Suppression of Enemy Air Defence - SEAD) szükséges képességekkel. Steve Zaloga washingtoni védelmi és UCAV elemző szavaival élve: "A Reaper-hez hasonló UAV eszközök kevésbé vonzóvá válnak, amikor aggódnunk kell az ellenséges vadászrepülőgépek és az ellenséges légvédelem jelenléte miatt. Az UCAV eszközöknek viszont nagyintenzitású teljesen kifejlett harci környezetben kell tevékenykedniük, ahol az ellenség vadászrepülőgépekkel és légvédelmi rakétákkal rendelkezik."

Koszovó tanulságai

Egy UCAV eszköz tényleges szükségessége első alkalommal az 1999 évi koszovói légi háború folyamán vált nyilvánvalóvá az U.S. számára. Az U.S. Védelmi Minisztériumának 1999 októberében kiadott jelentése szerint az U.S. és a NATO szövetségei legalább 15 pilóta nélküli repülőeszközt vesztek el Koszovóban, melyeket hő-kereső fejletlen rakétákkal és az UAV eszközök mellett repülő helikopterek fedélzeti lövészei által alkalmazott gépfegyvertűzzel lőttek le.

A légi-háború befejezése óta eltelt időszakban a Légierő és a Haditengerészet az iparral együtt törekedtek egy olyan UCAV technológia kifejlesztésére, amely biztosítja egy hadjárat veszélyes korai szakaszaiban a légi-főlény kivívásához szükséges előfeltételeket.

Gene Fraser, a Northrop Grumman cég pilóta nélküli rendszerekért felelős elnökhelyettesének elképzelése szerint az UCAV eszközök a pilóta által vezetett repülőeszközök előtt berepülnek a védett ellenséges légtérbe egy hadjárat első napján. A fedélzeti fegyverrendszerekkel ellátott pilóta nélküli eszközök felderítési képüket küldenek a pilóta által vezetett repülőeszközök személyzetei számára, s emellett az ellenséges légvédelem objektumainak rombolását is végrehajtának kinetikus fegyverek, elektronikus támadás és esetleg lézerfegyverek alkalmazásával.

Az UCAV eszközöknek képeseknek kellene lenniük, hogy pilóta által vezetett egyéb repülőeszközökkel is együttműködjenek egy csapásmérő csoporton belül. Fraser két módszert javasol ennek végrehajtására: különböző eljárásokkal biztosítani az egyéb repülőeszközök UCAV eszközöktől való különtartását, vagy fedélzeti szenzorok alkalmazásával lehetővé tenni az UCAV eszközök számára az egyéb repülőeszközök észlelését és elkerülését.

Az UCAV eszközök egy másik potenciális harc feladatát a levegő-levegő veszélyek elleni védelem biztosítása képezhetné. Más szavakkal: biztosítani az UCAV védelmét az ellenséges vadászrepülőgépekkel szemben.

A Northrop Grumman cég tanulmányokat végzett annak vizsgálatára, hogy mik a kilitások az UCAV eszközök fedélzeti levegő-levegő fegyverekkel történő ellátására. Fraser szerint ez viszonylag könnyen megvalósítható, azonban inkább önvédelmi képességet, s nem pedig egy támadó vadász-repülőgép ellátását biztosítaná az UCAV számára. Megjegyezte azonban, hogy az UCAV alapvető önvédelmét elsősorban az eszköz lopkodó jellegzői és az ellenséges légi és földi eszközök részéről történő észlelést megakadályozó saját érzékelő képessége kell hogy biztosítsák. A kinetikus fegyverek alkalmazása csak végső esetben jöhetne számításba, mivel felfedné az UCAV tartózkodási helyét az ellenség számára.

Az UCAV eszközök telepítésével és alkalmazásával szembenálló potenciális kihívások ellenére az U.S. katonai vezetése és a gyártó cégek már intézkedéseket fogantattak a felfegyverzett drónok további fejlesztésének előmozdítására. Az USAF hírszerző főnöke David Deptule altábornagy szerint az UCAV eszközök sok potenciális lehetőségrel rendelkeznek. A háromcsillagos tábornok saját magát nagy UCAV "szurkolónak" tartja, azonban mégis arra figyelmeztet, hogy bár ezek az eszközök képesek tehetik az U.S. erőket a rendkívül veszélyes helyekre történő bejutásra, mégsem tekinthetők csodaszereknek. Szerinte csapásmérő harc feladatok végrehajtásához nem szabad túlzottan az UCAV eszközökre támaszkodni, mivel egy dinamikus környezetben ezek meglehetősen korlátozottak, s nem rendelkeznek azzal a józan ítélőképességgel és térbeli helyzetismerettel, amire a repülőgépek kabinjában lévő pilóták támaszkodhatnak, amikor gyors döntéseket kell hozniuk.

Fraser szerint az UCAV eszközök fedélzetén beépítendő szenzorok mennyiségének eldöntése ténylegesen egy kulcsfontosságú tervezési kihívássá fog válni a jövőben.

Az UCAV fejlesztőknek kompromisszumokat kell tenniük a túlélőképesség, a fedélzeti szenzorkészletek és a csapásmérő eszközök között. Bár egy UCAV eszköz szenzorjai feltétlenül szükségesek a helyzetismeretben meglévő rés betömésére, ugyanakkor az eszköz túlélőképességét is csökkentik.

További kérdések merülnek fel azzal kapcsolatban, hogy van-e egy alapvető hadműveleti követelmény az UCAV eszközök számára az U.S.-ben?

A helyzet ugyanis az, hogy olyan mástípusú fegyverek, mint pl. a Tomahawk cirkálórakéták, vagy a pilóta által vezetett repülőgépről nagy távolságból indított megsemmisítő eszközök képesek lehetnek ugyanolyan hatásos elérésére, mint egy UCAV, amely egy védett ellenséges légtérben belüli hajtja végre a csapásmérő harc feladatot. Steve Zaloga washingtoni védelmi és UCAV elemző szerint: "a valódi probléma nem az, hogy tudunk-e megfelelő UCAV eszközt gyártani. Nem kétlem azt, hogy tudunk. A probléma az, hogy anyagilag megengedhető alternatívát képez-e az UCAV más csapásmérő módszerekkel szemben?"

Az U.S.-ben nyilvánosságra hozott UCAV fejlesztési erőfeszítések előterében a Haditengerészet u.n. Pilóta nélküli Harci Repülő Rendszer - Demonstrátor (Unmanned Combat Air System - Demonstrator - UCAS-D) programja van.

Egy sor hibás indítás és heves politikai civakodás után 2007 augusztusában a Northrop Grumman cég X-47B UCAV eszköze lett kiválasztva az UCAS-D program számára, amely jelenleg szorosan arra összpontosít, hogy demonstrálja egy pilóta nélküli repülőeszköz repülőgép-hordozóról történő üzemeltetésének megvalósíthatóságát.

Az UCAS-D a sorsára hagyott Közös Pilóta nélküli Harci Repülő Rendszert (Joint Unmanned Combat Air System - J-UCAS) követően, abból lett kifejlesztve, mely számára a Northrop Grumman cég legyártotta az X-47A típust. Az X-47B típus sárkányszerkezetét és szoftverjét tekintve azonos a korábbi repülőeszközzel, s szintén magába foglalja azt a technológiát, amely lehetővé teszi a repülőeszköz repülőgép-hordozóról történő önálló üzemeltetését. Az X-47B eddig még nem repült. Az X-47A viszont igen és potenciális manőverező képességének értékelésére is felhasználásra került egy repülőgép-hordozó fedélzetén.

Az UCAS-D projekt azonban annak a lényegesen ambiciózusabb erőfeszítésnek legutolsó és legfontosabb lépését is jelzi, amely egy UCAV kifejlesztésére irányul a Haditengerészet számára.

Amikor az UCAS-D szerződés végrehajtása 2013-ban befejeződik, az U.S. Haditengerészet (USN) várhatóan egy rendszerfejlesztési és demonstrációs fázist fog beindítani egy UCAV számára.

Az USN első UCAV eszközének legyártására irányuló előreláthatólag nyitott lesz az összes pályázók számára, azonban a Northrop Grumman előnyös indítási helyzetbe kerülhet.

A Haditengerészet UCAV programja várhatóan a Northrop Grumman cég X-47 B fejlesztési munkájára fog épülni a repülőgép-hordozóról történő fel- és leszállás területén. Magát az X-47 B-t is azonban már specifikusan az UCAV harc feladatok végrehajtására való alkalmazás figyelembevételével tervezték annak a közös U.S. Navy -USAF programnak alapján, amely egy felfegyverzett drón kifejlesztését célozza a SEAD (az ellenséges légvédelem elnyomása), felderítő, radarzavaró és csapásmérő harc feladatok végrehajtása számára. A drón már rendelkezik a sárkányszerkezetben kialakított bombaterekkel. A tervek alapján a repülőeszköznek folyamatosan 40 óráig kell tartózkodnia a tevékenységi körzetben, rendelkeznie kell légi-utántöltést biztosító képességgel, valamint a nagy szubszonikus sebességekkel történő repülés képességével.



Az X-47 B UCAV eszköz

Míg a haditengerészet előrehalad az UCAS-D program végrehajtásával, az US űrbeni "aszimmetrikus előnyének" fenntartásáért felelős fő haderőnem - az USAF - eddig nem hozta nyilvánosságra egy UCAV eszköz fejlesztésére irányuló erőfeszítéseit. Úgy tűnik, mintha nem lennének ilyen erőfeszítések, azonban néhány elemző azt gyanítja, hogy az USAF egyszerűen áthelyezte a felfegyverzett drón fejlesztésével kapcsolatos terveit a "fekete világba" (a titkos tervek kategóriájába), amikor a J-UCAS program abbamaradt.

2007-ben a Jane's IDR-nek adott nyilatkozatában az USAF akkori Vezérkari Főnöke, Michael Moseley tábornok kifejezte a pilóta nélküli repülőeszközök iránti érdeklődését és elmondta, hogy még egy pilóta nélküli nagy hatótávolságú bombázó létrehozásának lehetőségét is kedvezően fogadná. Mindezek figyelembevételével úgy tűnik, hogy az USAF rejtett erőfeszítéseket tesz UCAV eszközök kifejlesztésére.

Polifériációs kihívások

Az U.S. hivatalos katonai képviselői teljesen tisztában vannak azzal, hogy nem vákuumban végzik az UCAV eszközök kutatását, s a potenciális ellenfelek szintén foglalkoznak az UCAV technológiával. Deputula altábornagy szerint Kína jelenleg már rendelkezik UCAV képességgel, s Irakban korábban éveken keresztül dolgoztak azon, hogy UAV eszközöket fejlesszenek ki elavult sugárhajtású vadászrepülőgépekből. Deputula altábornagy véleménye az, hogy a technológia és a polifériáció fejlődése olyan mértékű, hogy jelenleg már reális fenyegetést képez.

Az egyik legnagyobb gondot a baráti és ellenséges erők pozitív azonosítása jelenti mind a földön, mind pedig a levegőben, ahol az UCAV eszközök tevékenykednek. A baráti UCAV eszközök és földi erők azonosításának képessége nélkül a baráti tűzmegnyitás által okozott incidensek a földön, vagy levegőben ijesztő lehetőségeket képeznek.

E gondok ismeretében Deputula altábornagy szerint az U.S. összes katonai szolgálatainak fokozni kell erőfeszítéseiket a saját pilóta nélküli eszközparkjuk vezetéséi, irányításáéi és kommunikációs rendszereinek koordinálására. Arra is felhívja a figyelmet, hogy az U.S. földi erőinek ki kell fejleszteniük a rövid-hatótávolságú légvédelmi rendszereket (short-range air defences - SHORADS) a kisméretű, nagyon lassú, vagy gyors, lopakodó, kismagasságon repülő eszközök elleni védelem biztosítására.

Európai projektek

Az Egyesült Királyság és a Kontinentális Európa a saját külön útjaikat választották az UCAV "álom megvalósítására". A "Taranis" UCAV eszközt a BAE Systems társaság, a "Neuron" UCAV eszközt pedig a Dassault-Aviation cég által vezetett csoport fejlesztéi.

A Taranis (a szó jelentése: a mennydörgés kelta istene) fejlesztésére 2006 végén kötött szerződést az Egyesült Királyság Védelmi Minisztériuma (MOD) a BAE Systems társasággal. A program finanszírozását a MOD (100 millió GBP) és az ipar (25 millió GBP) biztosítja, s az UCAV eszköz első repülése a tervek szerint 2010-ben kerül végrehajtásra az Ausztráliában lévő Woomera Légibázisról. A BEA Systems társaságot a program végrehajtásában a Rolls-Royce, QinetiQ és a GE Aviation cégek támogatják.

A Taranis UCAV eszközbe a Rolls-Royce Adour 951 hajtómű lesz beépítve, amely egyébként a BAE Systems társaság által gyártott Hawk fejlett sugárhajtású kiképző-repülőgép hajtóműve. Ez az a repülőgép, melyet - méreteit tekintve - az UCAV eszköz a legjobban meg fog közelíteni. Az eszköz szerkezeti kialakítása biztosítani fogja a földi lokátorokkal szembeni lopakodó képességet. 2007 szeptemberében megkezdődött a szerkezeti elemek gyártása, s 2008 januárjában pedig beindultak az összeszerelési munkák. Modellek alkalmazásával eddig jelentős szélcsatorna kísérleteket végeztek, s folytatódnak a munkák az avionikai berendezések próbapadi vizsgálatával és a szoftver tesztelésével kapcsolatban. Az első eszköz legyártása után a tervek szerint 2009-ben megkezdődik a földi tesztelés program végrehajtása. Az eszköz első repülése 2010-re van tervezve.



A Taranis UCAV eszköz

A Neuron öt európai ország részvételével kerül kifejlesztésre. A program végrehajtása kissé le van maradva a Taranis-tól, s ezért az első repülés 2011 közepéig nem várható. A fejlesztést az Alénia, Saab, EADS, Hellenic Aerospace és Ruag társaságokból álló csoport végzi, melyet a Dassault Aviation cég vezet. Az 500 millió EUR (786 millió USD) értékű programot a társaságok országai támogatják.

A platform előzetes tesztelése 2005-ben került végrehajtásra, majd 2006-ban két kisebb sebességű tesztelést, 2006-2007-ben három levegő-bevezetőnyílás tesztelést, s 2007 márciusában pedig egy kisebb sebességű tesztelést hajtottak végre Franciaországban.

A repülőeszköz a Taranis-hoz hasonlóan szintén a Rolls-Royce Adour 951 hajtóművel lesz felszerelve. 2007 áprilisában végrehajtották a repülőeszköz 1:16 méretarányú modelljének szélcsatorna tesztelését. A modell kissé eltért a 2005 évi párizsi repülő kiállításon bemutatott makett alakjától. A BAE Systems projekt igazgatója, Chris Allam szerint 2015 után rendelkezésre fog állni egy hadműveleti felhasználásra alkalmas UCAV eszköz.



A Neuron UCAV eszköz

Orosz UCAV eszköz

2007 novemberében került bejelentésre Oroszország belépése az UCAV eszközök világába, amikor nyilvánosságra hozták a MiG Orosz Repülő Korporáció (RSZK) által tervezett "Skat" elnevezésű UCAV eszközt, amely más UCAV eszközökhöz hasonlóan "csupaszárny" konfigurációban lett kialakítva. A MiG RSZK eddig nem nyilatkozott arról, hogy mikor várható az eszköz első repülése, azonban azt bejelentette, hogy a "Skat" UCAV a MiG RSZK korporáció által finanszírozott azon munka eredménye, amely 2005 óta van folyamatban.

Más UCAV eszközökkel kapcsolatos hadműveleti koncepcióhoz hasonlóan a MiG RSZK hivatalos képviselői a "Skat" UCAV eszközt a "háború első napjának" eszközeként tekintik, amely észrevétlenül érkezik a tevékenység körzetébe, ahol elsősorban SEAD szerepkörben részt vesz az ellenséges légvédelem kulcsfontosságú objektumainak elnyomásában, valamint más nagy értékű célpontok megsemmisítésében, s együtt tevékenykedik a pilóta által vezetett repülőeszközökkel.

A moszkvai repülő kiállításon bemutatott teljes-méretű makett szárnyfeszávolsága 11,5 m, hosszúsága 10,25 m és magassága 2,7 m. Méreteit tekintve hasonló a BAE Systems Taranis UCAV eszközéhez és kissé nagyobb, mint az X-47 B.

A "Skat" UCAV főbb jellemzői:

- | | |
|------------------------------|-----------|
| 1. Maximális felszálló tömeg | 10 000 kg |
| 2. Maximális sebesség | 800 km/h |
| 3. A hasznos teher tömege | 2 000 kg |
| 4. A szárnyak nyílzási szöge | 54 ° |

A más jól ismert UCAV eszközökhöz hasonlóan a "Skat" eszköznél is a repülőszárny felett helyezkedik el a hajtómű levegő bevezetőnyílás az ellenséges földi lokátorok részéről történő észlelés lehetőségének csökkentésére.

A fejlesztési program alapján két (egy pilóta nélküli és egy pilóta által vezetett) eszköz kerül legyártásra. Mindkét eszköz, különböző fedélzeti fegyverek alkalmazhatóságát biztosító fegyver konfigurációkban lesz kialakítva. A fejlesztés befejező szakaszában végrehajtásra fog kerülni egy gyakorlat a fedélzeti fegyverek alkalmazásával.

A program végrehajtásának előmozdítása érdekében a MiG RSZK úgy döntött, hogy egy teljes méretű, pilóta által vezetett változat fog először repülni. E koncepció elméletileg lehetővé teszi, hogy a tervezők a pilóta nélküli repülésvezérléssel kapcsolatos komplikációk nélkül a repülőeszköz jellemzőire koncentrálnak.

A moszkvai repülő kiállításon a "Skat" UCAV eszközzel kapcsolatban elhangzott főbb információk magukba foglalták:

1. a fejlesztésben résztvevő orosz szervezetek és vállalatok felsorolását;
2. az eszköz bombaterére vonatkozó adatokat, melyek közül kiemelkedik a bombatér 4,4 m hosszúsága;
3. a potenciális fedélzeti fegyverek felsorolását, amely magába foglalta a hajók és a lokátorok ellen alkalmazható H-31A és H-31R rakétákat, valamint a 250-500 kg-os irányítható bombákat.

A fejlesztésben résztvevő fontosabb szervezetek és vállalatok vonatkozásában:

1. a Repülő Rendszerek Állami Kutató Intézete (GOSZ NIIASZ) fogja támogatni a rendszerfejlesztést;
2. az Orosz Védelmi Minisztérium alárendeltségébe tartozó 2. Központi Tudományos Kutató Intézet (2. CNII) fogja biztosítani a fejlesztéssel kapcsolatos alapvető irányelvek input adatait;
3. a Zsukovszkij Központi Aerodinamikai Intézet (CAGI) pedig a szélcsatorna kísérletek végrehajtását fogja biztosítani;
4. az Irkut Korporáció fogja végezni a fedélzeti elektronikus berendezések fejlesztésével kapcsolatos munkákat,
5. a VEGA vállalat fogja támogatni a kommunikációs követelmények kialakítását, és a Ribinszkben települő LUCS tervezőiroda pedig az UCAV tervezésében fog részt venni.

A "Skat" UCAV eszközbe a Szentpéterváron települő Klimov - és a Tusinóban települő Szojuz tervezőiroda által kifejlesztett RD-5000B típusú hajtómű lesz beépítve, melynek maximális tolóereje 50400 N.

Az RD-5000 B az RD-93 hajtómű utánégetés nélküli változata, amely viszont az RD-33 hajtómű megnövelt teljesítőképességű modifikációja.



A "Skat" UCAV eszköz

TÁJÉKOZTATÓ A ROLLS-ROYCE CÉG PERSPEKTIVIKUS HAJTÓMŰ PROGRAMJAIRÓL
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 06. 23 p. 73.)

A Rolls-Royce cég beszámolója szerint jól halad két új hajtómű fejlesztési program végrehajtása, s ez kedvező helyzetbe hozhatja a céget az U.S. következő generációs katonai hajtóműveinek gyártásában.

A cég Liberty Works üzemegységében befejeződtek az előzetes tervezési felülvizsgálatok az U.S. Légierő Kutató Laboratóriumának (Air Force Research Laboratory - AFRL) alábbi két demonstrátor projektjével kapcsolatban:

1. Alkalmazkodó Sokoldalú Hajtómű Technológia (Adaptive Versatile Engine Technology - ADVENT) és a
2. Magas fokú Hatékonysággal rendelkező Beágyazott Turbinás Hajtómű (Highly Efficient Embedded Turbine Engine - HEETE).

E demonstrátor projektek lefedetik az alapokat a 2020 után szolgálatba lépő szállító, felderítő és csapásmérő repülőgépek fejlett hajtóművei számára.

A General Electric cég szintén részt vesz az AFRL és HEETE demonstrátor projektek végrehajtásában. A Pratt & Whitney cég viszont mindkét versenyben elvesztette a részvétel lehetőségét, s közel távol az F-22 és F-35 vadászrepülőgépek számára általa tervezett F 119 és F 135 hajtóművek fejlesztésére összpontosít. A General Electric és a Rolls-Royce cégek együttműködnek az F-35 vadászrepülőgép F 136 alternatív hajtóművének fejlesztésében, azonban az AFRL és HEETE demonstrátor projektekben egymástól különállóan vesznek részt.

Az ADVENT projekt célja egy olyan utánégetés nélküli 113400 - 136100 N (25000 - 30000 lb) tolóerő kategóriába tartozó hajtómű demonstrálása, amely változtatható működési ciklusát a nagy tolóerőt biztosító alacsony kétáramúsági foktól a kis tüzelőanyag fogyasztást biztosító nagy kétáramúsági fokig és ezáltal képessé teszi a repülőgépet a nagy sebesség és a nagy repülési időtartam kombinálására.

A HEETE projekt célja egy kétáramú hajtómű ultra-nagy nyomásviszonnyal rendelkező belső hajtóművének olyan konstrukciós megoldások és technológiai alkalmazásával történő kialakítása és demonstrálása, melyek bevezetésével elérhető a belső (beágyazott) hajtóművek tüzelőanyag fogyasztásának 25 %-os csökkentése. A Rolls-Royce számára a két demonstrátor központi helyet foglal el abban a vállalati stratégiában, melynek alapján a cég versenyt folytat a GE és P&W cégekkel szemben az U.S. katonai hajtómű piacon. Az ADVENT és a HEETE biztosítani fogja a Rolls-Royce részére az alacsony-nyomású külső rendszerrel és a nagynyomású belső rendszerrel kapcsolatos technológiát, amely szükséges lesz a perspektivikus új hajtóművek tervezéséhez és fejlesztéséhez.

Az ADVENT az alacsony-nyomású rendszer kialakítására és a hajtómű működési ciklusának a ventilátoron áthaladó levegőmennyiség variálásával történő változtatására összpontosít. A ventilátor levegőfogyasztásának variálásával megváltoztatható a kétáramúság foka. E megoldás lehetővé fogja tenni a felszálláshoz szükséges nagy tolóerő és az őrzővezető repülési üzemmódhoz szükséges alacsony tüzelőanyag fogyasztás kombinálását. Egy másik követelmény a változtathatóság felhasználása a hajtómű levegőfogyasztásának állandó értéken tartására, amikor a tolóerő lecsökkentésre kerül 100 %-ról 60 %-ra. E követelmény kielégítése biztosítani fogja a repülőgép különböző rendszereinek hűtését végző levegőáramlás fenntartását és az u.n. túlfolyás ellenállás létrejöttének elkerülését a levegő beömlőnyílás túltöltődésének megakadályozásával, amikor a repülőgépezető csökkenti a hajtómű tolóerőjét. Tom Hartmann, a Rolls-Royce cég ADVENT programjának igazgatója szerint sikerült kifejleszteni a ventilátor levegőfogyasztása variálásának egyedülálló módját. A ventilátort meghajtó alacsonynyomású turbinán is alkalmazták a gázáramlás variálását, ami lehetővé teszi, hogy a ventilátor különböző kétáramúsági fokoknál is hatékonyan működjön. A Rolls-Royce cég május végén kezdte meg a változtatható levegőfogyasztású ventilátor próbapadi tesztelését. A változtatható gázfogyasztású alacsonynyomású turbina próbapadi tesztelése a jövő év elején, s egy nagyobb változtathatóságú tartománnyal rendelkező második ventilátor-konstrukció próbapadi tesztelése pedig 2009 második negyedévében kerül végrehajtásra. A belső hajtóművel kapcsolatos tesztek 2011-re vannak betervezve, melyek elsősorban a hajtóművezérléssel és a termikus kezelési rendszerekkel kapcsolatosak, s a hajtómű teljes körű tesztelési programjának végrehajtása pedig 2012-re van kijelölve.

Bár az ADVENT projekt az alacsonynyomású rendszere összpontosít, a Rolls-Royce cég Tom Hartmann szerint minden tőle telhetőt megtesz egy nagy-hatékonyságú belső hajtómű legyártására a demonstrátor hajtómű számára. A konstrukció a Rolls-Royce cég új RB.282 típusú civil hajtóművénel alkalmazott nagynyomású kompresszor technológia és az F 136 hajtómű forró szekcióinak gyártásánál alkalmazott technológia felhasználásán alapul.

Májusban két előzetes tervezési felülvizsgálat kerül végrehajtásra: az egyik a demonstrátor számára, a másik pedig a gyártási sorozatú hajtóműhöz hasonló u.n. "cél hajtómű" számára. Ez utóbbi a Boeing, Lockheed Martin és Northrop Grumman sárkányszerkezet gyártó cégek öt "perspektivikus rendszer"-re vonatkozó tanulmányaiban kerül felhasználásra. E rendszerek a következők:

1. szubszonikus nagy hatótávolságú repülőgép, és
2. szupersonikus nagy hatótávolságú repülőgép;
3. légi utántöltő/szállító repülőgép,
4. hírszerző, megfigyelő, felderítő repülőgép; és
5. haditengerészeti pilótánélküli harci repülőeszköz (UCAV).

Hartmann szerint a Rolls-Royce két alapvető célt követ. Az egyik az, hogy maradéktalanul kielégítésre kerüljenek az ADVENT projektben rögzített, kemény fizikai folyamatok által diktált követelmények. A másik pedig annak megvizsgálására irányul, hogy rendszerként tekintve hogyan fog működni a hajtómű a repülőgépben. Ezzel kapcsolatban a cég az előzetesen tervezetthez viszonyítva sokkal több komplex modellezést végez.

Az ADVENT projekt rendszer-szintű célkitűzései magukba foglalják egy szubszonikus csapásmérő repülőgép hatótávolságának 40 %-kal, s az őrzővezető idő 60 %-kal történő megnövelését. Ezek 80 %-ra és 135 %-ra növekednek egy szupersonikus csapásmérő repülőgép számára.

Az U.S. Légierő 2018-ra tervezi egy ADVENT technológiával kialakított hajtómű első repülését.

A HEETE projekt célja szintén egy 113400 - 136100 N (25000 - 30000 lb) tolóerő-kategóriába tartozó hajtómű létrehozása és a teljes nyomásviszony megnövelése úgy, hogy a belső hajtómű kisebb és a kétáramúsági fok pedig növelhető lehessen egy beágyazott hajtóműrendszer beépítési határain belül. A Rolls-Royce cég nem tártá fel a nyomásviszonyokra vonatkozó saját célkitűzéseit, azonban a General Electric cég olyan tájékoztatást adott, hogy az általa kitűzött cél a 70:1 nyomásviszony elérésére (a GE 90 hajtóműnél a nyomásviszony értéke 43:1).

A fejlesztés első fázisa magába foglalja egy ultra-nagy nyomásviszonnyal rendelkező kompresszor próbapadi tesztelését 2010-ben.

A Rolls-Royce konstrukció magába foglalja:

1. a fejlett aerodinamikai jellemzőket,
2. az aktív áramlásvezérlést;
3. az alacsony elszívárgást biztosító levegő-tömítéseket; és
4. az aktív lapátérés vezérlést.

A hőkisugárzás megfelelő kezelése kulcsfontosságú követelmény, mivel a nagy nyomásviszonyok jelentősen megnövelik a hőmérsékletet a kompresszorban, amely biztosítja a hűtőlevegőt a hajtómű számára. A HEETE projekt alapján kialakított hajtóműben egy hőcserélő fogja biztosítani a levegő hűtését, azt a levegőt is beelértve, amely a kompresszor lapátok és tárcsák hűtésére kerül felhasználásra.

Tom Hartmann szerint az AFRL laboratórium vizsgálja a változtatható alacsonynyomású és magasnyomású technológiák kombinálásával kialakított "AD-HEETE" demonstrátor hajtómű 2017-2018-ig történő legyártásának és tesztelésének lehetőségét.

Vissza a tartalomhoz >>>

TÁJÉKOZTATÓ A SVÉD LÉGIERŐ GRIPEN MODERNIZÁLÁSI TERVÉRŐL
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 06. 30 p. 42.)

A Svéd Légierő olyan célt tűz ki, hogy egy modernizálási program keretében 2025-ig fokozatosan átalakítja a Saab JAS 39C/D változatú vadászpilótáit a következő generációs E/F szabvány változatra.

A terv egyben azt is jelzi, hogy a svéd katonai vezetés támogatni fogja az ország repülőiparának arra irányuló erőfeszítéseit, hogy export vásárlókat nyerjen meg az E/F modell számára.

Az egységes E/F gépparkra történő áttérés valószínűleg a 2020-as évek közepéig elérhető lesz, azonban az még pontosan nem ismeretes, hogy addigra hány repülőgépet fog üzemeltetni a légierő.

A Svéd légierőnél bevezetett gördülő modernizálási program szerint a Gripen vadászpilóták és üzemeltetési támogató rendszereik szabvány változatai háromévenként kerülnek modernizálásra.

Az E/F szabvány változatra történő áttérés már 2015-ben bekövetkezhet, amennyiben Norvégia a Gripen-N (alapvetően az E/F) változatot választja a Lockheed Martin JSF Közös Csapásmérő Vadászpilóta helyett. Ebben az esetben Svédország valószínűleg elkötelezné magát 8-10 JAS 39E/F (lehetőség szerint új) repülőgép beszerzésére, hogy létrehozza Norvégiával együtt egy programot, amely magába foglalná egy közös fejlesztési és műveleti tesztelő és értékesítő egység megalakítását.

A Saab cég szerint a C/D modellhez viszonyítva az E/F modell megnövelt tüzelőanyag- és hasznos teher kapacitással, megnövelt hajtómű teljesítménnyel, a pilóta számára jobb helyzetismeretet biztosító képességgel, hálózat-centrikus teljesítőképességgel és jobb harci túlélőképességgel rendelkezik.

A cég a közelmúltban kezdte meg a tesztrepüléseket a Gripen Demonstrátor repülőgéppel, amely egy kockázat-csökkentő programként lett tervezve az E/F modell számára. E program egyes részeit a Saab, és a svéd és a norvég kormányok finanszírozzák. A svéd vadászpilóta eladásával kapcsolatos tevékenységek végrehajtására létrehozott Gripen International cég rangidős elnökhelyettese, Bob Kemp szerint azonban a beruházások mintegy felét a Saab cég brit, dán, francia, norvég és U.S. ipari partnerei biztosítják, melyek részt vesznek a projektben.

A Svéd Légierő a közelmúltban beindította a Svéd parlament által a múlt évben jóváhagyott további átszervezést, melynek keretében 2012 végéig áttérnek a 143 A/B és C/D változatú Gripenekből álló vegyes összetételű gépparkról egy 100 db kizárólag C/D változatú Gripenekből álló homogén gépparkra, amely 31 db A/B változathoz C/D szabványváltozatra átalakított repülőgépet foglal magába. Közben folytatódik a gördülő modernizálási program végrehajtása. Ennek keretében várható, hogy ez év decemberéig a Saab cégnek odaítélnek egy szerződést a Block 20 szabvány kifejlesztésére és 2012. április-májusig történő bevezetésére. A Block 20 szabvány pontos tartalma még nincs véglegesen meghatározva, azonban valószínűleg magába fogja foglalni:

1. a kiegészítő fedélzeti fegyverek opcióit (GPS/inerciális vezérlésű fegyverek, kisátmérőjű bombák);
2. a megnövelt adatkapcsolati teljesítőképességet;
3. a tökéletesített PS-05/A fedélzeti lokátort;
4. az L-3 Communications közvetlen légi támogatást biztosító "Rover" képadat kapcsolati rendszerét, és
5. a felhasználhatóság fokának átfogó megnövelését.

A tervek szerint 2009 őszéig rendszerbe állítandó Block 19 szabvány tartalmazza a Link 16 adatkapcsolati rendszer, valamint a Diehl Defense cég IRIS-T levegő-levegő rakéta és a Cobra sisakba épített célzó-rendszer bevezetését.

A gördülő modernizálási program szerint a Block 21 és Block 22 szabványok 2015-ben, illetve 2018-ban kerülnek bevezetésre, majd ezeket követi a Block 23 és Block 24 szabványok rendszerbeállítása 2021-ben és 2024-ben. Erre az időre a Légierő összes örökölt Gripen repülőgépei fel lesznek szerelve az E/F változat megnövelt teljesítőképességét biztosító olyan berendezésekkel, mint a Saab/Thales aktív elektronikus pásztázást alkalmazó antennarendszerrel ellátott (AESA) fedélzeti lokátor, és a külső függesztésű elektrooptikai célkiválasztó rendszer.

Néhány modernizálási feladat végrehajtása egy átfogóbb program keretében biztosítható. E modernizálási feladatok közé tartoznak az alábbiak:

1. a GE F414G hajtómű bevezetése, és
2. a sárkányszerkezet és a fő futómű módosítása a megnövelt belső tüzelőanyag mennyiség és a törzsalmi fegyverfüggesztő pilonok elhelyezésének biztosítására.

Bob Kemp elnökhelyettes azt állítja, hogy a Gripen International társaság több mint 500 újgenerációs Gripen repülőgépet tudna eladni a világpiacon (beleértve 220+ darabot Indiának és további 120 db-ot pedig Braziliának) egy további 200 db C/D változatú repülőgépen felül.

Jelenleg a Gripen Demonstrátor repülőgép egy korlátozott Fázis 1 modernizálási változat, amely új hajtóművel, futóművel és felfüggesztő pilonokkal rendelkezik. Június végéig a repülőgép már három alkalommal repült. A kísérleti repülések várhatóan októberben tetőznek, majd a Gripen Demonstrátor több hónapra leállításra kerül a Fázis 2 modernizálás végrehajtása céljából.

A Fázis 2 modernizálás magába foglalja a nagyobb belső tüzelőanyag tartályok, az AESA lokátor, egy rakétafigyelmeztető rendszer, a megnövelt teljesítőképességű avionikai és kommunikációs berendezések beépítését, valamint az extra nagyméretű ledobható tüzelőanyag tartályok hordozását biztosító képesség szerkezeti kialakítását.

A Saab tesztrepülések menedzsere, Mattias Bergstrom szerint az új fedélzeti lokátor 2009 áprilisára elkészül, s legalább "a radar funkcionalitás bizonyos szintje" rendelkezésre fog állni a Fázis 2 tesztrepülések számára, melyek a tervek szerint 2009 folyamán fognak megkezdődni.

Vissza a tartalomhoz >>>

A Rolls-Royce cég magáévá tette az Európai Aeronautikai Kutatások Tanácsadó Testülete (Advisory Council for Aeronautical Research in Europe - ACARE) (Az ACARE egy negyven tagú szervezet, amely kormányzati ügynökségeket és magántársaságokat foglal magába.) által meghatározott célkitűzéseket, melyek szükségesnek tartják a bázisvéként kijelölt 2000-hez viszonyítva 2020-ra az alábbiak elérését:

1. az utaskilométerenkénti tüzelőanyag felhasználás és széndioxid (CO₂) emisszió 50 %-kal történő csökkentését;
2. a nitrogénoxid (NO_x) (NO_x a nitrogén monoxid NO és a nitrogén dioxid NO₂ együttes jelölése) emisszió 80 %-os csökkentését; és
3. az érzékelhető külső zajszint 50 %-os csökkentését.

Az 50 %-os tüzelőanyag fogyasztás-csökkentésből azonban csak 20 % esik a hajtóművekre, 20 % a sárkány szerkezetekre és 10 % pedig a légi forgalomirányítás hatékonyságára (például a fel- és leszállási pontok közötti közvetlenebb útvonalakon történő repülések biztosítása).

Az európai MTU hajtóműgyártó társaság azonban ezzel ellentétben a saját u.n. Tiszta Repülőhajtómű (Clean Air Engine - CLAIRE) stratégiáját javasolja, amely megcélozza egyedül a hajtómű tüzelőanyag fogyasztásának kumulatív 30 %-os csökkentését 2035-ig.

A CLAIRE stratégia három fázist foglal magába:

1. az 1. fázis (amely a P&W GTF hajtóműre van alapozva) 2015-ig 15 %-os tüzelőanyag fogyasztás csökkentését célozza olyan tipikus - 2000 évben kibocsátott - hajtóművekhez viszonyítva, mint a CFM 56, vagy a V 2500.
2. a 2. fázisban, durván 2025-ig, az egymással ellentétes forgásirányú, integrált, védőgyűrűs propulziós ventilátorfokozatokat alkalmazó (Counter-Rotating Integrated Shrouded Propfan - CRISP) technológia felhasználásával további 5 %-os (összesen 20 %-os) tüzelőanyag fogyasztás csökkentést kívánnak elérni a 2000. bázisévhez viszonyítva;
3. a 3. fázisban a konstrukciónak egy rekuperációs propulziós ventilátorfokozattal történő kiegészítésével 2035-ig el kívánják érni a stratégiai célként kitűzött 30 %-os tüzelőanyag fogyasztás csökkentését.

A "Tiszta Ég"-hez (Clean Sky) hasonló európai programok szintén dollármilliókat fordítanak a környezetvédelmi kutatásokra. A NASA 2035-ig történő végrehajtásra tervezett Szubszonikus Rögzített Szárny (Subsonic Fixed Wing - SFW) elnevezésű kisebb programja egy agresszív zaj- és emisszió csökkentést irányoz elő integrált sárkány - és propulziós rendszerek alkalmazásával.

A hajtóműtervezők olyan szennyezőanyagok csökkentésére összpontosítják erőfeszítéseiket, mint a szmog fő komponensét képező nitrogénoxid (NO_x), a szénmonoxid (CO), az elégetlen szénhidrogének, a füst és a széndioxid (CO₂).

Bár a CO₂ emisszió az ICAO Repülési és Környezetvédelmi Bizottsága (Committee on Aviation and Environmental Protection - CAEP) részéről nincs szabályozva, a fajlagos tüzelőanyag fogyasztás (Specific Fuel Consumption - SFC) csökkentése egyenértékű a CO₂ csökkentésével. Az NO_x csökkentésére a hajtómű társaságok az égési hőmérséklet és az égésidő szabályozását biztosító technológiákat alkalmazzák.

Robert Nuttall, a Rolls-Royce cég stratégiai marketing elnökhelyettese szerint a fajlagos tüzelőanyag fogyasztás (SFC) évenként mintegy 1 %-kal csökken. A légiforgalmi társaságok üzemeltetési költségeinek mintegy felét kitevő jelentős tüzelőanyag kiadások - különösen figyelembe véve a tüzelőanyag árak gyorsuló növekedését - szintén ösztönzik a kutatások fokozását ezen a területen.

Propulziós hatások

A turbóventilátoros hajtóművek fejlesztésében az egyik fő kérdést a propulziós hatások képezi. E hajtóművek u.n. kétáramúsági foka leegyszerűsítve a ventilátoron keresztülrámló levegőmennyiség és a belső hajtóművön keresztülrámló levegőmennyiség viszonyaként értelmezhető. Az elmúlt évtizedben e viszony 5-6-ról 10-11-re növekedett. A kétáramúsági fok növelése azonban együtt jár a hajtómű méretének és tömegének növekedésével. A Rolls-Royce cég szakemberei szerint a jelenlegi hajtómű technológia alkalmazásával a csökkenő hozadék pontja a kétáramúsági fok 10-es értéke körül van. A NASA és az Európai Unió által támogatott kutatás azonban a kétáramúsági fok 15-ig történő növelését célozza, ami részben a rendszer-tömeg csökkentése mellett is elérhető.

Egy bizonyos pontig a ventilátor hatékonysága a mérettel együtt növekedik. Így például a Trent 1000 hajtómű kétáramúsági foka 10, ventilátorának átmérője 2845 mm (112 hüvelyk), s az elődjét képező Trent 700 hajtóműnél pedig a kétáramúsági fok 5, s a ventilátor átmérője 2464 mm (97 hüvelyk). A Trent 1000 hajtómű a Trent 700 hajtóműhöz viszonyítva 13-14 %-kal megnövelte a tüzelőanyag felhasználás hatékonyságát.

A GENx hajtómű mintegy 15 %-kal csökkentette a fajlagos tüzelőanyag fogyasztást (SFC) a CF6 hajtóműhöz viszonyítva, amely egy régebbi, de ugyanazon tolóerő kategóriába tartozó GE hajtómű. Az új hajtómű a tüzelőanyag felhasználás vonatkozásában mintegy 7 %-kal hatékonyabb, mint a nagyobb tolóerővel rendelkező GE-90. A GENx hajtómű 2819 mm (111 hüvelyk) átmérőjű ventilátorral, a CF6-80C2 pedig 2362 mm (93 hüvelyk) átmérőjű ventilátorral rendelkezik. A GENx kétáramúsági foka mintegy 9,5 a CF6 hajtóművé pedig 5 körül van.

A GE cég a ventilátorfokozat nyomásviszonyának csökkentésére is kiemelt figyelmet fordít. Mint ismeretes ez a ventilátor álló-terelőlapát koszorujából kilépő levegő nyomásának és a ventilátorba belépő levegő nyomásának a viszonya.

A GE Aviation cég fejlett termékeinek programvezetője, Steve Csonka szerint a ventilátorfokozat alacsonyabb nyomásviszonya és ennek következményeként a kisebb kilépő sebesség megjavítja a propulziós hatásfokot és a fajlagos tüzelőanyag fogyasztást (SFC). A GENx ventilátorfokozatának nyomásviszonya 1,5-1,6 szemben a CF6 hajtóművel, melynél e paraméter értéke 1,7-1,8.

A GE cég a könnyűsúlyú szerkezeti anyagok alkalmazásának fontosságát is kihangsúlyozza. A GENx hajtómű szerkezeti felépítésében új elemet képez a kompozitból készült ventilátorház, amely csökkenti a szerkezeti tömeget és javítja a korrózióvédelmet. A kompozit ventilátorház önmagában 159 kg (350 lb) tömeg csökkentést biztosít a fémből készült ventilátorházhoz képest.



A General Electric cég GENx hajtóműve

A hőhatások

Minél nagyobb a nyomás, annál jobb a hatások. Miután azonban a nyomás és a hőmérséklet emelkedésével az NO_x emissziók növekednek, megfelelő égőtér technológiák alkalmazására van szükség. A Rolls-Royce cég kritikus fontosságú technológiákként említi azokat, melyek minimalizálják a hűtőlevegő szükségességét, megjavítják a lapátok hűtőkonfigurációját, valamint a szerkezeti anyagok és a hőszigetelő bevonatok hőállóképességét.

A Rolls-Royce a Trent 700 típusú hajtóműtől a Trent 1000 típusú hajtóműig 33-ról 50-re növelte a teljes nyomásviszony értékét. A cég számítógépeket is használ, hogy megjavítsa egyedileg és egymáshoz viszonyítva a kompresszor lapátok konstrukcióját.

A General Electric cég szintén előnybe részesíti a magas nyomásviszonyokat. A nyomásviszony értéke egyedül a GENx belső hajtóműnél 23:1. A teljes nyomásviszony - a ventilátor előtti szabad levegőáramlás nyomásától a nagynyomású kompresszor végén kilépő levegőáramlás nyomásáig - Steve Csonka szerint eléri a 45-öt.

A GE a kompresszorlapátok aerodinamikájának megjavítására összpontosít, hogy kiküszöbölje a konstrukcióban az u.n. "veszteség mechanizmusokat". A cég bevezette a fellapátzott tárcsa (bladed disk - "blik") konstrukciót, melynek lényege az, hogy a lapátok a tárcsával együtt egy darab anyagból kerülnek legyártásra, vagy dörzshegesztéssel vannak hozzáerősítve a tárcsához. Ez a szerkezeti megoldás megnöveli a szilárdságot és a tartósságot, s ugyanakkor a tárcsa és a lapátok közötti illesztési rések kiküszöbölésével csökkenti az aerodinamikai veszteségeket. A konstrukciós megoldás hátránya az, hogy az üzemeltetőknél új javítási technikákat kell alkalmazniuk a lapátok javítására, vagy cseréjére, amennyiben azok üzemeltetés közben megsérülnek.

Az előnyök és a költségkihatások mérlegelése után a GE cég úgy döntött, hogy "blik" konstrukciót fog alkalmazni a GENx hajtóművek 10 kompresszorfokozat közül három fokozatnál. Steve Csonka szerint még ilyen szerénymértékű alkalmazásánál is a "blik" konstrukció hozzájárult a hajtómű összhőhatásának növeléséhez. A CF6

hajtóműhöz viszonyítva a GENx hajtómű szerkezeti összetevőinek száma jelentősen lecsökkent, s e csökkenés 30 %-a elsősorban a kompresszor új konstrukció kialakításának köszönhető.

TAPS égőtér

A GENx hajtóműben TAPS (Twin Annular Pre-mixing Swirlers - kettős gyűrűs előkeverő örvénykeltőkkel ellátott) tüzelőanyag fúvókákat használnak, amelyek biztosítják az égési zónába belépő tüzelőanyag és levegő megfelelő keverékét. Az égőtérben körvonal mentén elhelyezett 22 TAPS tüzelőanyag fúvóka van beépítve. Az örvénylési folyamat egy stabil, szegény tüzelőanyag-levegő keverékét hoz létre, amely égéskor a hagyományos égőterekhez viszonyítva biztosítja egy alacsonyabb hőmérséklet fenntartását.

A TAPS örvénykeltők a tüzelőanyag fúvókák körül apró örvényeket gerjesztenek az égőtérben, s úgy manipulálják a kompresszorból érkező levegőt, hogy biztosítva legyen a szegény keverékkel történő égés folyamatos fenntartása. A tüzelőanyag mennyiség minimalizálása lehetővé teszi a keverék számára, hogy alacsonyabb hőmérsékleten égjen. Ez azt eredményezi, hogy a GENx hajtómű nitrogénoxid (NOx) emissziója a GE cég CF6 hajtóművéhez képest több mint 30 %-kal kisebb és mintegy 50 %-kal a nemzetközi szabványok által megkövetelt érték alatt marad.

A Trent 1000 hajtómű égőtérének kibérlésére használt hóálló csempék szintén csökkentik az NOx emisszióját. Robert Nuttall elnökhelyettes szerint a csempék alkalmazása azt eredményezi, hogy kevesebb hűtőlevegő szükséges az égőtér hűtésére. Ez azt jelenti, hogy ugyanazon mennyiségű tüzelőanyag egy nagyobb mennyiségű levegőben ég el, s ez csökkenti az égési hőmérséklet csúcserőértékét.

Turbinák

A GENx hajtóműben a magasnyomású és az alacsonynyomású forgórészek egymással ellentétes irányban forgognak. Az előny a két forgórész kölcsönhatásából származik. Az ellentétes irányú forgás a gázáramlás kevesebb manipulációját igényli a magasnyomású turbina kilépőfelülete és az alacsonynyomású turbina belépőfelülete közötti áramlásszakaszon. A tervezők kevesebb, vagy kisebb áramlással fordítást biztosító álló tereőlapátot alkalmazhatnak a gázáramlás irányítására.

A GE cég számítógépeket is használ a turbinákon áthaladó gázáramlás elemzésére. A tervezők jelentős munkát végeztek például a lapáttövek záró falai kontúrjainak kialakítására.

Steve Csonka szerint jelenleg a tervezők úgy alakítják ki a lapáttövek záró falainak kontúrjait, hogy azok "csaknem pontosan" illeszkedjenek a turbinalapátok között áthaladó gázáramlás mezejéhez. E megoldás biztosítja az aerodinamikai veszteségek csökkentését és növeli a lapátok hatékonyságát.

A Trent 1000 és a GENx hajtóművek "csipkézést", vagy "nyíl fogazást" alkalmaznak a hajtóműgondolák kilépő élén a hajtómű zajszintjének csökkentésére. A fogazott kilépő élék segítik a belső hajtómű gázáramának és a külső kontúr (bypass) levegőáramának előkeverését még mielőtt azok kilépnének a repülőgépből. A GENx várhatóan 50 %-kal fogja csökkenteni a zajszintet a CF6 hajtóműhöz képest.

Üzemben tarthatóság

Bár a "környezetbarátság" nincs közvetlen kapcsolatban az üzemben tarthatósággal az új ("zöld") hajtóműveket úgy tervezték, hogy csökkenjenek az üzemben tartás költségkihatásai. Így például a hajtóművek gyűjtik és jelentik az üzemképességre vonatkozó adatokat, ami csökkenti az üzemben tartási költségeket. A Trent 1000 képes jelenteni az adatokat a földre, míg a repülőgép repül. A Trent 1000 kiépítés nélkül mintegy 20 000 órát maradhat a repülőgépen.

A Trent "belső égéstere" szintén úgy van kialakítva, hogy biztosítsa a tartósság növelését és az üzemben tartási költségek csökkentését. A magas hőmérsékletnek kitett belső felületek 51-153 mm (2-6 hüvelyk) méretű egymást átfedő hóálló csempékkel vannak kibérlve. E belés képes a hőciklusokkal együtt tágulni és zsugorodni, s védi az égőtér fémgyűrűit a hő közvetlen hatásától és csökkenti a repesztő feszültséget.

Sérülések esetén a csempék gyorsan cserélhetők. Ez előnyösebb, mint a repedések lehegesztése az égőtérben.

A GE cég új hajtóműve számos egyéb üzemben tartási előnnyel is rendelkezik. A cég azt jósolja, hogy az új hajtómű kiépítés nélkül 20 %-kal hosszabb ideig maradhat a repülőgépen, mint elődje, a CF6 hajtómű. Az alkatrészek száma minimalizálva van. Az égőtér speciális hűtőrendszere és a turbina szerkezeti részein alkalmazott új hóálló hosszigelel bevonatok növelik az élettartamot. A GE 90 hajtómű ventilátorfokozatával nyert korábbi tapasztalatok megalapozták a GENx hajtómű ventilátor moduljának hosszú élettartama iránti bizalmat. A GE cég kihangsúlyozza a hajtómű konstrukció modulrendszerű felépítését és a ventilátormodul könnyű leszerelhetőségét a propulzorról (propulzor = a ventilátormodul nélküli hajtómű). Mindez megkönnyíti a propulzor cseréjét a repülőgépen és csökkenti a repülőgép propulzor csere miatti állásidejét.

A GENx konstrukciója a következő-generációs diagnosztikai rendszereket is magába foglalja, beleértve az u.n. "reasoner" (gondolkodó) rendszert, amely képes a hajtómű működésében bekövetkező anomáliák (rendellenességek) észlelésére és jelentésére.

E hajtómű-információs rendszer, sürgős esetekben automatikusan rádió információs adatokat ad le a földre a repülőgép ACARS adatkapcsolati rendszerén keresztül. A GE cég kihangsúlyozza, hogy a GENx hajtómű diagnosztikai képességének fokozását nem elsősorban a szenzorok számának növelése, hanem a fedélzeti és a földön telepített rendszerek számára kialakított megnövelt kapacitású adatfeldolgozás és fejlett analitikai teljesítőképesség biztosítja.

Reduktoros turbóventillátor

A hajtómű hatékonyságának növelését és a szennyezőanyag-emissziók, valamint a zajszintek csökkentését a Pratt & Whitney cég az u.n. reduktoros turbóventillátor (Geared Turbofan - GTF) konstrukció alkalmazásával kívánja elérni. E rendszer jelentősen eltér a Trent 1000 és a GENx hajtóműveknél alkalmazott szerkezeti kialakítástól. A ventilátor és az alacsonynyomású turbina közé beiktatott fogaskerekes reduktor rendszer Paul Adams rangidős műszaki elnökhelyettes szerint lehetővé teszi, hogy a ventilátor és az alacsonynyomású turbina különböző fordulatszámokon üzemeljen, s ezáltal optimalizálni lehessen a ventilátor fordulatszámát függetlenül az alacsonynyomású turbina fordulatszámától. A cég a hajtómű kétáramúsági fokát 16-18-ra tervezi növelni, a zajszintet pedig az ICAO szabvány 4. fejezetében meghatározotthoz képest 20 dB értékkel alacsonyabb szintre kívánja csökkenteni.

A GTF fejlesztésében résztvevő kulcsfontosságú partnerek és fejlesztési területeik a következők:

1. MTU Aero Engines, alacsonynyomású turbina;
2. Avio, ventilátor-meghajtó reduktor;
3. Volvo Aero, turbina gázkiáramlási szekció;
4. Goodrich, hajtóműgondola.

Egy turbóventillátoros hajtóműnél a ventilátor méretének növelésekor növekszik a tüzelőanyag felhasználás hatékonysága. A ventilátor méretének növelésekor azonban a hajtóműgondola aerodinamikai ellenállása és a hajtómű tömege is növekszik, s végül is elérhet egy olyan hátrányos szintet, melynél a tüzelőanyag felhasználás hatékonyságának növekedéséből adódó előny megszűnik. A ventilátor és az alacsonynyomású turbina közé beiktatott fogaskerekes reduktor azonban lehetővé teszi egy sokkal hatékonyabb ventilátor és egy sokkal könnyebb és nagyobb fordulatszámú alacsonynyomású turbina alkalmazását. A ventilátor mintegy 30 %-kal lassabban működik, mint ahogy ezt várhatni lehetne egy összehasonlítható méretű hagyományos ventilátornál. Az alacsonynyomású kompresszor és az alacsonynyomású turbina azonban háromszor gyorsabban működik egy összehasonlítható turbinaventillátoros hajtómű azonos berendezéseivel képest.

A 90 700-108 900 N (20 000 - 24 000 lb) tolóerő kategóriába tartozó GTF hajtómű egyik változata 1829-1880 mm (72-74 hüvelyk) ventilátor-átmérővel rendelkezik, míg egy hagyományos szerkezeti felépítésű, reduktor rendszer nélküli, 104 000-136 080 N (23 000 - 30 000 lb) tolóerő kategóriába tartozó P & W hajtómű Paul Adams szerint valószínűleg egy 1651 mm (65 hüvelyk) körüli ventilátor-átmérővel rendelkezik.

Ugyanazon optimalizált lapátvég sebesség mellett azonban minél nagyobb a ventilátor átmérője annál kisebb a fordulatszám. Éppen ezért a hagyományos turbóventillátoros hajtóműveknél a ventilátor-átmérő növekedésekor mind kisebb lesz az alacsonynyomású turbina fordulatszámja. A ventilátor és a turbina szétkapcsolása az alacsonynyomású forgórész tengelyén azonban lehetővé teszi, hogy az alacsonynyomású turbina és az alacsonynyomású kompresszor sokkal gyorsabban forogjon, mint a ventilátor. Az alacsonynyomású turbina nagyobb fordulatszámra történő üzemelése megnöveli a turbina hatékonyságát és csökkenti a turbinafokozatok számát. Míg egy összehasonlítható hagyományos hajtóműnek hét alacsonynyomású turbinafokozata van szüksége, a GTF alacsonynyomású turbinafokozatainak száma Paul Adams szerint háromra csökkenthető. Hasonlóképpen a hajtómű alacsonynyomású kompresszorfokozatainak száma is öt helyett inkább három lehet. Bár a P & W cég reduktoros turbóventillátoros hajtóművének szerkezeti felépítése a hagyományos hajtómű konstrukciójához képest kiegészül egy fogaskerekes reduktor rendszerrel, ennek költségkihatása kisebb, mint azok a kiadások, melyek a hagyományos hajtómű alacsonynyomású forgórészének fentebb ismertetett problémáival kapcsolatosak.

A cég úgy véli, hogy a GTF konfiguráció bevezetésével egy "lépésváltás" fog bekövetkezni mind a tüzelőanyag felhasználás hatékonyságának növelésében, mind pedig a zajszint csökkentésében. A cég állítja, hogy a GTF konfiguráció az egyedüli olyan műszaki megoldás, amely egyidejűleg képes biztosítani a tüzelőanyag fogyasztás megjavítását és a zajszint csökkentését. A Paul Adams szerint a GTF hajtómű a tüzelőanyag felhasználás vonatkozásában 12 %-kal hatékonyabb, mint az azonos tolóerő kategóriába tartozó bármely jelenlegi sorozatgyártású hajtómű. A GTF hajtómű egy gazdag-szegény gázkeverék átalakító "gyorshűtő rendszert" is használ az égőtérben a nitrogénoxid emissziók (NOx emissions) csökkentésére. Az égőtér elsőleges zónájában a gázkeverék gazdag, majd a hűtőlevegővel keveredve gyorsan lehűl, ami biztosítja a NOx képződés minimalizálását. Adams azt jósolja, hogy a NOx emissziók 50 %-kal a jelenlegi CAEP 6 szabványban előírt érték alatt lesznek.

Az üzemben tarthatóság vonatkozásában kedvező, hogy a GTF hajtómű kevésbé érzékeny az idegen tárgyak által okozott sérülésekre, mivel a ventilátor kisebb fordulatszámokon üzemel. A hajtóművet úgy tervezték, hogy 30 000 óránál hosszabb ideig maradhat beépítve a repülőgépen.

NASA programok

A NASA jelenleg az u.n. Szubszonikus Rögztített-Szárnny (Subsonic Fixed - Wing - SFW) elnevezésű program második évének végrehajtását végzi. A programban kiemelt hangsúlyt képez a környezetbarát repülőeszközök és propulziós rendszerek fejlesztése. Ezen belül a NASA integrált sárkány/hajtómű szerkezeteket vizsgál, melyek a becslések szerint 2015-ben (N+1 fejlesztés), 2020-2025 között (N+2 fejlesztés), és 2030-2035 között (N+3 fejlesztés) kerülhetnek szolgálatba állításra. A NASA a kidolgozó munka felét a propulziós rendszerekre, másik felét pedig a sárkányszerkezetekre fordítja.

Az N+1 fejlesztés a 15 körüli kétáramúsági fokkal rendelkező hajtóművekre összpontosít, beleértve a GTF és a közvetlen meghajtású ventilátorral rendelkező hajtóműveket. A NASA együttműködik a Pratt & Whitney céggel a reduktoros turbóventillátor technológia széleskörű kísérleteinél. Az ügynökség partnerség létrehozását tervezi a P & W céggel egy sárkányszerkezet, valamint a cég reduktoros turbóventillátoros hajtóművének integrálására és tesztelésére az ellenállás

minimalizálása céljából.

A NASA a General Electric céggel is tervezi az együttműködést a nyitott forgórész (open rotor) koncepció realizálásának újraesztésére. Mindkét félnek vannak elképzelései a zajszint csökkentésére, s a NASA szakértelemmel rendelkezik a zajszint és a teljesítmény prognosztizálását biztosító eszközök alkalmazása terén. A nyitott forgórészeknél egy másik nyilvánvaló problémát a vibráció képezi. A nyitott forgórészekkel kapcsolatos munka ott fog kezdődni, ahol a NASA a 80-as évek végén abbahagyta. A NASA tanulmányai szerint a korábbi koncepcióhoz viszonyítva az új koncepció realizálása az integrált sárkány/hajtómű rendszerrel - nyitott forgórész technológia alkalmazásával - a tüzelőanyag fogyasztás 20-22 %-os csökkentését ígéri. Egyéb technológiák (mint pl. a lamináris áramlás vezérlése) alkalmazásával a tüzelőanyag fogyasztás 30-35 %-kal csökkenthető.

Az N+1 fejlesztés környezetvédelmi célkitűzései magukba foglalják a le- és felszállási (Landing / Takeoff - LTO) ciklus nitrogénoxid (NOx) emissziójának 70 %-os csökkentését a CAEP 2 szabványra vonatkozóan és a repülőgép tüzelőanyag felhasználásának 33 %-os csökkentését a CFM 56 hajtóművekkel felszerelt Boeing 737 alapkonfigurációhoz viszonyítva. A NOx csökkentésére irányuló egyes munkák az égési folyamat aktív vezérlését is magukba foglalják. A zajszinttel kapcsolatos célkitűzés 42 dB csökkenés elérésére irányul.

Az N+2 fejlesztés stratégiája egy integrált sárkány-propulziós rendszer koncepciójára összpontosít. Ez az u.n. egybeolvasztott szárny törzs (Blended Wing Body - BWB) konfiguráció, melyet az jellemez, hogy a törzs kontúrvonalai simán átmennek a szárnyba és a konfiguráció nem rendelkezik farokfelületekkel. A hajtóművek az egybeolvasztott törzs szárny középrész hátsó szekciójába vannak beágyazva a zajszint, a tüzelőanyag fogyasztás és az emissziók csökkentésének optimalizálására. Mivel a teljes hajtóműgondolának csak egy részére hat a külső levegőáramlás kisebb az ellenállás és a zaj.

A N+2 fejlesztés célkitűzései magukba foglalják az LTO ciklus NOx emissziójának 80 %-os csökkentését a CAEP 2 szabványhoz viszonyítva és a repülőgép tüzelőanyag felhasználásának 50 %-os csökkentését a GE 90 hajtóművekkel felszerelt Boeing 777 alapkonfigurációhoz viszonyítva. A zajszinttel kapcsolatos célkitűzés 52 dB csökkenés elérésére irányul.

Az N+3 fejlesztés célkitűzései még nem kerültek számszerűen meghatározásra, azonban nyilvánvaló, hogy az NOx emisszió, a tüzelőanyag fogyasztás és a zajszint vonatkozásában további jelentős csökkentések elérésére fognak irányulni.



A BWB konfigurációjú repülőgép

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

AZ F-35 TÖBBFELADATÚ ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK MEGLEPETÉSEI
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 06. 23 p. 43.)

A Lockheed Martin cég illetékes szakemberei azt állítják, hogy az F-35 Közös Csapásmérő Vadászpilóta (JSF) "újra fogja definiálni a többfeladatú csapásmérő" repülőgép koncepcióját, de nem fejtik ki pontosan, hogy ez mit jelent. Bizonyos képességek azonban felismerhetők az alacsony-észlelhetőségű elektronikus támadás (Low-Observable Electronic Attack - LO EA) szándékosan homályosan megfogalmazott leírásában és alapvető koncepciójában. Az elv az, hogy a zavaró- és más elektronikus támadó (EA) berendezések hatékonyabbá válnak, amint közelebb kerülnek egy célhoz. A lopakodó képesség, az alacsony észlelhetőségű fedézetű lokátor és a passzív szenzorok felhasználásával a JSF képes észrevétlenül behatolni a jól védett ellenséges légtérbe. Ezért nem fog a negyedik generációs repülőgépek közelében tevékenykedni, hanem ehelyett a jól védett ellenséges légtérben tartózkodva biztosítani fogja a precíziós adatokat a nagy távolságra lévő, s nagy hatótávolságú fedézetű fegyverekkel felszerelt nem lopakodó támadó repülőgépek számára.

Az F-35 Közös Csapásmérő Vadászpilótát (JSF) úgy tervezik, hogy képes legyen ugyanolyan könnyen végrehajtani egy cél ellen az elektronikus támadást (zavarással, megfélemlítéssel és energiimpulzusok alkalmazásával), mint a robbanó fegyverek célba juttatását.

Az elektronikus támadás és a kinetikus fegyverekkel történő támadás szembeállítása azonban felvet egy érdekes dilemmát. Az új AIM-9X légiharc rakéta képes a repülőgép repülési irányától nagy oldalszögekre lévő célok támadására és megsemmisítésére a repülőgép orrán a célra történő ráfordítása nélkül. Az elektronikus hatások célba juttatásához azonban a célra ráirányított speciális antenna szükséges. Az eddigi ismeretek szerint a JSF csak egy fejlett, aktív elektronikus pásztázást alkalmazó radar antennarendszerrel (AESA) rendelkezik a repülőgép orrában, amely képes az elektronikus támadás végrehajtásához szükséges tűzerő kisugárzásának biztosítására. Az AESA antennarendszer azonban síkban van kialakítva, s ezért látótere 180°-nál kisebb, ami a tényleges elektronikus támadás végrehajtásához 60-90°-ra szűkül. Éppen ezért úgy tűnik, hogy a kiegészítő antennák nélkül a JSF repülőgép EA teljesítőképessége a mellő légtér negyedre fog korlátozódni. E leszűkített látóterén belül azonban az elektronikus hatásokat gerjesztő generátor az AESA radaron keresztül irányítva biztosítja az elektronikus támadó hatások kisugárzását, ami lehetővé teszi az F-35 számára a nagy távolságra lévő ellenséges szenzorok és radarok "elárasztását", vakítását, vagy becsapását.

A dilemma megoldására a választ egy következő generációs zavaró berendezés képezheti, amelyet valószínűleg egy nem lopakodó repülőgép alá függeszthető konténerben lehetne elhelyezni. Lopakodó repülőgépnél azonban a külső borítás alakjához simuló (konformális) antennarendszert, vagy a berendezés belső elhelyezését kellene alkalmazni a visszavert radarjelek csökkentésére.

A lopakodó repülőgép oldalán elhelyezett konformális antennarendszer lehetővé tenné bármelyik oldalon a repülőgéptől nagy oldalszögűre lévő célok elleni elektronikus támadáshoz szükséges célzás végrehajtását. E képesség - a nagyobb processzálo teljesítménnyel együtt - abban is kulcsfontosságú szerepet játszana, hogy biztosítható lenne az ellenséges AESA - és alacsony észlelhetőséggel rendelkező radarok bonyolult emissziós sémáinak leolvasása. Az emissziók vételekor az új EA csomag képes lenne az elektronikus ellentevékenység hatásainak előállítására és "kiölvésére" ugyanezen fejlett ellenséges radarok rombolására.

Az új generációs rendszer jellemzői közé tartozik a zavaró sugárnyalábok számának növelése, a tényleges kisugárzó teljesítmény növelése a nagyobb hatótávolságok eléréséhez, valamint a kiegészítő fejlett technikai megoldások alkalmazása.

A Lockheed Martin cég hivatalos képviselői lehetőséget látnak arra, hogy az F-35 repülőgép szenzor teljesítőképessége egy fejlett elektronikus felderítő képességet is magába foglaljon (ami lehetővé teszi egy pillanatnyi elektronikus harcrend kifejtését, vagyis annak azonnali megállapítását, hogy az ellenség mit és honnan sugároz), s egyértelműen úgy nyilatkoznak, hogy mindez "újra fogja definiálni a többfeladatú repülőgép képességeit".

Az elektronikus támadáson (EA) kívül a JSF a hírszerzési, megfigyelési és felderítési feladatok önálló végrehajtására is alkalmas lesz, méghozzá úgy, hogy eltérően e feladatok elvégzésére jelenleg rendszeresített olyan repülőgépektől, mint a Rivet Joint, Cobra Ball és Compass Call az F-35 képes lesz mélyen behatolni az ellenséges légtérbe és ott végrehajtani e feladatokat.

Vissza a tartalomhoz >>>

AZ F-35B SIKERES ELSŐ REPÜLÉSE
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 07. 07 p. 15.)

A rövid felszállást és függőleges leszállást alkalmazó (STOVL) Lockheed Martin F-35B Lightning II vadászrepülőgép 2008. június 11-én végrehajtotta az első repülését a Lockheed Martin cég Forth Worth-ben (Texas) települő üzemegységének repülőteréről. Az esemény egy olyan repülőgép első repülését jelzi, amely biztosítja a képességek korábban elérhetetlen kombinációját: a lopakodhatóságot, a szuperszonikus sebességet és a STOVL üzemmód alkalmazásával elérhető telepítési rugalmasságot. A 43 perces repülés biztosította az összes kitűzött célok elérését. Az összes további kezdeti repülések hagyományos fel- és leszálló üzemmód alkalmazásával kerülnek végrehajtásra; a rövid felszállások függőleges leszállások és függések kísérleti repülési programjának végrehajtása 2009 elején fog beindulni. Az F-35B repülőgép lesz az első a három Lightning II változat közül, amely 2012-ben eléri a kezdeti hadműveleti teljesítőképességet (IOC), az U.S. Tengerészgyalogság (U.S. Marine Corps) részére. A STOVL változatot az U.K. Királyi Légierő és Királyi Haditengerészet, valamint Olaszország Légierője és Haditengerészete is alkalmazni fogja. Az F-35B propulziós rendszerének időben történő leszállítása a Pratt & Whitney cég F135 hajtómű programja számára is egy jelentős mérföldkövet képez és visszatükrözi a Pratt & Whitney, Rolls-Royce, Hamilton Sundstrand, Lockheed Martin cégek és a JSF programiroda közötti szilárd partnerséget.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

AZ OROSZ LÉGIERŐ TERVEI A SZU-35 RENDSZERBEÁLLÍTÁSÁRA
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 07. 14 p. 42.)

Az Orosz Légierő rendszerbe kíván állítani 48-72 Szuhov Szu-35 többfeladatú vadászpilóta nélküli repülőgépet közbenső megoldásként, amíg szolgálatba nem lép az ötödik-generációs harci repülőgép.

A Szu-27 Flanker vadászgépből leszármaztatott Szu-35 első prototípusa július elején került bemutatásra a Légierő rangidős tisztjei számára. A 901-es fedélzeti számú repülőgép a februári első repülése óta a bemutatásig eltelt időszakban 20 sikeres tesztrepülést hajtott végre. A Légierő vezetője, Alexander Zelin vezéreztetés szerint a haderőnem 2-3 Szu-35 egységet kíván felállítani.

A Szu-27M2 néven is ismert repülőgép lenne az első olyan új-gyártású többfeladatú vadászgép, amely bekerülne a Légierő gépparkjába. A Flanker-ek korlátozott mennyiségben már átalakításra kerültek a Szu-27SM szabványváltozatra, amely lehetővé teszi számos levegő-felszín kategóriájú fegyvertípus alkalmazását.

Összesen négy Szu-35 prototípust kell legyártani, melyek közül az utolsó már egy teljes gyártási sorozatú szabvány repülőgép lesz. A gyártási ütemterv szerint két prototípus ebben az évben kerül legyártásra.

Úgy tűnik, hogy az orosz kormány 2015-ig terjedő időszakra vonatkozó felfegyverzési terve magába foglalja a gyártási sorozatú Szu-35 repülőgépek kezdeti beszerzését bár az ebbe tartozó repülőgépek darabszáma legfeljebb hat lehet. Ettől függetlenül bármilyen volumenű beszerzés a Szuhov céget fogja támogatni. A cég saját kezdeményezésként kezdte el a program végrehajtását export szállítások biztosítására, s még jelenleg is folytatja a fejlesztés önálló finanszírozását. A Szu-35 a brazil vadászpilóta nélküli repülőgép program egyik versenyző típusát képezi.

A Szuhov cég vezérigazgatója, Mihail Pogoszján szerint az első gép leszállítások a Légierő részére 2011-ben kerülhetnek végrehajtásra. Kezdetben a cég 2009-re tervezte az első leszállításokat. Bár a Szu-35 külső kontúrvonalai nagyon hasonlók a Flanker alaptípus kontúrvonalaihoz, a repülőgép belső kialakítása az avionikai berendezések és fedélzeti rendszerek vonatkozásában csaknem teljesen új, s többek között egy üveg repülőgépvezető fülkét is magába foglal.

A fedélzeti rendszerek közül sok rendszer a Szuhov cég ötödik-generációs T-50 vadászpilóta nélküli repülőgép programjában is felhasználható. Zelin tábornok szerint a Szu-35 repülőgépet úgy fejlesztik, hogy magvalósítsa az ötödik-generációs vadászpilóta nélküli repülőgéppel kapcsolatos főbb elképzeléseket és biztosítsa ezek valóságban történő tesztelését. A PAK FA prototípus (a T-50) a tervek szerint 2009-ben fog repülni, s a csapatpróbák céljára történő első gépleszállítások 2013-ban fognak megkezdődni.



A Szu-35 többfeladatú vadászpilóta nélküli repülőgép

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

A RACR FEDÉLZETI LOKÁTOR ISMERTETÉSE A FARNBOROUGH-I REPÜLŐ KIÁLLÍTÁSON
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 07. 14 p. 66.)

Az elmúlt két évtizedben hihetetlen ütemben fejlődtek a fedélzeti lokátorok. Hatótávolságuk 2-3-szorosára nőtt, felbontóképességük pedig a lopakodóképességet veszélyeztető szintig javult. A magas árak, tömeg és hűtési követelmények azonban sok kormány számára elérhetetlenné teszik ezeket a lokátorokat (és az őket hordozó 4++ és ötödik-generációs repülőgépeket).

Még a technológiai szempontból sokat követelő Izraeli Légierő is úgy nyilatkozott az AW&ST folyóiratnak, hogy tervezi az aktív elektronikus pásztázást alkalmazó antennarendszerrel ellátott (AESA) lokátorok bevezetését, azonban a magas költségkihatások miatt csak olyan arányban, melynél minden négy csapásmérő repülőgép közül csak egy lesz felszerelve AESA lokátorral.

A többi három elektronikus kapcsolatban lesz az AESA lokátorral felszerelt repülőgéppel és megfelelő szoftvert fog alkalmazni mind a helyzetismereti, mind pedig a célmeghatározási képesség növelésére. A kritikusok azonban aggódnak, hogy az "AESA repülőgép" üzemzavarai, vagy harci sérülése megghiúsíthatják a harcfeleltetést végrehajtását.

Most azonban - a legalább két éven keresztül híresztelt, de tartalma vonatkozásában titokban tartott munka után - a Raytheon cég a Farnborough-i Repülő Kiállításon felfedte saját jelöltjét - az X-sávban működő Raytheon Fejlett Harci Lokátort (Raytheon Advanced Combat Radar - RACR) - a technológiai és pénzügyi akadályok áttörésére.

A RACR lokátort úgy tervezték, hogy legalább 20 %-kal olcsóbb, könnyebb és kevesebb energiafelhasználást igénylő konstrukció legyen más összehasonlítható méretű fejlett radarokhoz viszonyítva. Emellett a RACR lokátor méreteit tekintve változtatható, ami biztosítja mind a nagyon kisméretű, mind pedig a nagy vadászrepülőgép méretű repülőgépek által támogatott követelmények kielégítését.

A RACR lokátor egy önmagában zárt, beépíthető rendszerként van kialakítva, amely kisebb tömegű és energiafogyasztású léghűtést használ, és fejlett processzorral rendelkezik.

A következő-generációs processzor lehetővé teszi több funkció (radar, földi-térképezés, kommunikáció és elektronikus hadviselés) egyidejű teljesítését, az azonnali, hálóra szervezett működést, valamint a többrétegű adatbiztonságot a nemzetközi felhasználók számára.

Az antenna technológia előrehaladtával várható, hogy a RACR konstrukció még több meglepetést fog szerezni. A Raytheon cég Harcászati Repülőfedélzeti Rendszerekkel kapcsolatos stratégiájának és üzletfejlesztésének igazgatója, Michael Henchey szerint az antennarendszerek fejlődésével együtt jár, hogy ezek a rendszerek könnyebbé és vékonyabbá válnak és bizonyos pont elérésénél (valószínűleg 5-10 év múlva) lehetőség nyílik a meghajtásukra. Ezáltal az antennarendszer egy olyan panellé fog átalakulni, amely görbített apertúrát fog képezni. Miután a rendszer eléggé könnyűvé válik ahhoz, hogy rugalmas legyen, elérhető egy 360°-os pásztázás lehetősége.

A szenzorok többfunkciós képességét figyelembe véve a tervezők nagyfokú rugalmassággal fognak rendelkezni a rendszer elhelyezése, mérete és tömege vonatkozásában.

A radar-, EW- és processzor rendszerek egy közös blokkon belül együtt vannak elhelyezve. A RACR konstrukció annak realitásán alapul, hogy folytatódik a konstrukció mellső részének (az emitterek és a vevők) és hátsó részének (a processzor és az áramforrások) fejlődése. E konstrukciós részek mind költségkímélőbbé válnak, teljesítőképességük és megbízhatóságuk folyamatosan növekedik (s közben az általuk felhasználható sáv szélesség is bővül).

Michael Henchey szerint mindezek elhelyezhetők egy ötödik-generációs (lopakodó) repülőgépen, s biztosítják számára a teljesítőképesség következő (magasabb) szintjének elérését. A baj az, hogy amennyiben az új radartechnológia kizárólag az ötödik-generációs repülőgépeken kerül alkalmazásra, akkor a meglévő (vadász- és bombázó) gépparknak csak egy kis százaléka lesz összekapcsolható egymással. Eppen ezért a Raytheon cég vizsgálja mind a korábbi, mind pedig jelenlegi generációs vadászrepülőgépek AESA lokátorokkal való felszerelésének lehetőségét.

Az új radarok közül a legjobbak olyan fejlett processzorokkal fognak rendelkezni, melyek képesek lesznek a visszavert jelek digitális kiszűrésére, s ezáltal egy cél azonnali azonosítására.

A Raytheon cég azonban nem egyedüli a versenyben. A Northrop Grumman szintén felhasználja Farnborough-t, mint helyszínt az általa kifejlesztett u.n. változtatható méretarányú agilis sugáryalábbal rendelkező radar (Scalable Agile Beam Radar - SABER) ismertetésére. A cég hivatalos képviselői szerint a Northrop Grumman legújabb AESA lokátora egy átfogó teljesítőképességű tűzvezérlő radar, amely az F-22 Raptor, az F-35 JSF és az Egyesült Arab Emírátsúgnak leszállított Block 60 F-16 vadászrepülőgépek számára kifejlesztett szenzorokból leszármaztatva került kialakításra. A Northrop Grumman cég Baltimore-ban települő üzemegységének illetékes programigazgatója, John Fagnant szerint a SABER nem csupán egy radar, hanem inkább egy sokfunkciós rádiófrekvenciás rendszer, amely biztosítja sok olyan harcfeleltetési funkciót támogatását, melyek közül a radar funkció csak az egyiket képezi.

Az elemzések azt mutatják, hogy mindinkább előtérbe kerül egy olyan igény, hogy a korábban gyártott vadászrepülőgépek (pl. F-16, F-18A-D és az U.S.-en kívül gyártott más típusok) modernizálási programok keretében AESA lokátorokkal legyenek felszerelve, ami biztosítaná e repülőgépek hadműveleti teljesítőképességének rendkívüli megnövelését és hálóra szervezett alkalmazhatóságát. Ehhez elsősorban olcsó, ultrakönnyű és kis méretű AESA lokátorok kifejlesztésére van szükség. A versenyben a Raytheon és Northrop Grumman, valamint más U.S. cégeken kívül a brit, francia, svéd, izraeli és orosz elektronikai cégek is részt vesznek.

Vissza a tartalomhoz >>>

Miközben az F-35 tesztelési programjának végrehajtása ez év őszén felgyorsul a Lockheed Martin cég és a Közös Csapásmérő Vadászpilóta (JSF) partnerszörök egy bonyolult és ingatag helyzet egyensúlyban tartására törekednek, hogy elismítsák a repülőgépre vonatkozó árképzéssel kapcsolatos problémákat, még mielőtt a Pentagon közbelépne egy 2014-ben kezdődő stabilizáló többéves repülőgép vásárlási program bevezetésével. A legfrissebb rendelkezésre álló adatok alapján az egyes JSF változatok Pentagon által becsült árai az alábbiak:

1. hagyományos fel- és leszállást alkalmazó (CTOL) változat	49,5 millió USD
2. rövid felszállást és függőleges leszállást alkalmazó (STOVL) változat	69,3 millió USD
3. repülőgép hordozóról üzemeltethető (CV) változat	64,5 millió USD.

E számok bizonyára növekedni fognak, s a Lockheed Martin cég JSF program végrehajtásáért felelős elnökhelyettese, Dan Crowley szerint jelenleg végzik az új adatok gyűjtését, melyek valószínűbbek lesznek és visszatükrözik a "gyártóüzemi aktualitásokat". A Pentagon és a Lockheed Martin cég úgy véli, hogy az AA-1 (CTOL kockázat csökkentő demonstrátor) múlt évben végrehajtott repüléseivel, a BF-1 (az első reprezentatív STOVL repülőgép) legyártásával és mind a 19 rendszertervezési és fejlesztési repülőgépnek a Forth Worth üzem gyártási sorába történő bevezetésével kapcsolatos munka egy szilárdabb alapot biztosít a jövőbeni költségkhatások megállapítására. Mindezeket, s a BF-1 június 11-i sikeres első repülése utáni fellendülést figyelembe véve várható, hogy a program támogatása a nemzetközi partnerek részéről szilárdulni fog.

Az U.S. három haderőnemén (USAF, US Navy, US MC) felül az Egyesült Királyság, Olaszország, Ausztrália, Kanada, Dánia, Hollandia, Norvégia és Törökország azok a partnerek, melyek eddig különböző összegű előlegként befizetett finanszírozást és programtámogatást biztosítottak a JSF program végrehajtására.

A JSF repülőgépek külföldi katonai eladási programok keretében történő beszerzésében Izrael, Szingapúr, Japán, Görögország, Spanyolország, Románia és Bolívia is érdekelt. Ezek közül Izrael volt az első, amely bejelentette az igényét a JSF repülőgépek már 2011-es pénzügyi évben történő megvásárlására.

A Lockheed Martin cég tovább szorgalmazza az ún. "konzorcium vásárlási" koncepció realizálását, ami által a nemzetközi partnerek biztosíthatnák maguknak a JSF korai beszerzését már 2011-ben (a 2014-es dátumot megelőzően, amikor az U.S. tervezi a JSF külföldre történő szállításainak engedélyezését) úgy, hogy egy egyedül előleg díjat kellene fizetniük a repülőgépért, függetlenül az éves egységárról.

A JSF program hivatalos képviselői szerint mintegy 372 repülőgépet vásárolhatnának 2012-2016 között a nemzetközi partnerek.

A Lockheed Martin cég azt reméli, hogy a rövidesen rendelkezésre álló árbevételekre alapozva megerősíti ezeket a vásárlásokat az előlege történő gyártás stabilizálására.

A partner országok tudnának előre fizetni, mivel a Pentagontól eltérően nincsenek korlátozva az évenkénti finanszírozások. Van egy olyan csapda, hogy az anyagi kötelezettségeket jóval azelőtt kell vállalni, mielőtt a Pentagon és a partnerek lehetőséget kapnak a nemzetközi szállításokra engedélyezett változatú Block 3 sorozatú repülőgép teljes körű értékelésére, melynek hadműveleti tesztelésére csak 2014-ben fog befejeződni. Néhány ország már habozó magatartást tanúsít; az Egyesült Királyság esetében például 2013-ig nem várható szerződés aláírása tesztelő és kiképző repülőgépek beszerzésére.

Olaszország illetékes hivatalos képviselői az F-35A változat két korai beszerzését fontolják a hadműveleti tesztelés és értékelés számára. Az első vásárlás a 3. alacsony szintű kezdeti gyártási fázis (LRIP 3) keretében belül a 2009-es pénzügyi évben, a második pedig az LRIP 4 fázis keretében a következő évben kerülne végrehajtásra. Hollandia szintén tervezi egy tesztrepülőgépeknek a 2009-es pénzügyi évben, s egy másiknak pedig a 2010-es pénzügyi évben történő beszerzését.

Ez év végén, vagy 2009 elején várható döntés egy olasz végszerelő és ellenőrző üzem létrehozásával kapcsolatban. Olaszország előzetes követelményei a Légierő számára 109 F-35A változatú repülőgép, a Haditengerészet számára pedig 22 F-35B változatú repülőgép beszerzését tartalmazzák, de a Légierő is növekvő érdeklődést tanúsít két F-35B század beszerzése iránt.

Néhány partner amiatt aggódik, hogy az évenként történő beszerzések miatt árkülönbségek lesznek a repülőgépek között, s ezért elvárja, hogy az árak előre láthatóak legyenek. A dollár értékének fluktuációja szintén komplikációkat okozhat. Éppen ezért a "konzorcium vásárlási" koncepció realizálása biztosíthatja a kívánt stabilitást.

A Lockheed Martin cég azonban optimista és arra számít, hogy nagymértékben valóságghú ("Hi-fi") egységár adatokkal fog rendelkezni a következő év első negyedében. Dan Crowley elnökhelyettes szerint, mikorra a partner nemzeteknek anyagi kötelezettséget kell vállalniuk, a Lockheed Martin tapasztalata a repülőgépek tesztrepüléseivel kapcsolatosan a levegőben és a Block 3 fejlesztés terén a gyártóüzemben jóval nagyobb lesz és nagymértékben lecsökken annak kockázata, hogy olyan repülőgépet vesznek, melynek teljesítőképessége alatta marad a tervezettnél.

A Lockheed Martin cég hivatalos képviselői azonban elismerik, hogy a gyártási ciklus hosszabb volt a tervezettnél, Dan Crowley elnökhelyettes és David Heinz, az U.S. Tengerészgyalogság (U.S. MC) dandártábornoka (a JSF programigazgató helyettese) elmondta, hogy a BF-1 gyártási ütemtervére összpontosították az erőfeszítéseket, mivel a haderőnemek közül az U.S. MC-nek kell először elérni a 2012-es pénzügyi év második negyedében a STOVL változattal a kezdeti hadműveleti teljesítőképességet (IOC).

Az USAF a 2013-as pénzügyi évben kell hogy elérje az IOC-t a CTOL Block 3 változattal, az U.S. Navy pedig a 2015-ös pénzügyi évben a CV változattal.

A jelenlegi tervek szerint a JSF gyártási darabszáma a következő:

1. a 2010-es pénzügyi évben	32;
2. a 2011-es pénzügyi évben	47 és
3. a 2012-es pénzügyi évben	118, vagyis az előző évhez képest több mint kétszeresére növekszik.

A Pentagon különböző változatokat vizsgálva keresi a lehetőségeket a gyártás intenzív felfuttatásának finanszírozására, s a végleges 2010-es pénzügyi évre vonatkozó igény 2009 februárjában kerül a Kongresszus elé megvitatásra. E folyamat közben azonban az USA új elnöke és apparátusa minden bizonnyal kulcsfontosságú változtatásokat fog eszközölni az utolsó pillanatban miután 2009 januárjában hivatalba lép.

A Pentagon közel távú terveiben előirányzott nagyobb mennyiségű F-35 vásárlás lehetőségének egyik fontos meghatározó tényezőjét az képezi, hogy megszűnik a Légierő F-22 költségvetésének finanszírozása, ami lehetővé teszi a Lockheed Martin cég F-22 gyártási sorának végleges leállítását. Mint ismeretes a Pentagonon belül az F-22 program két főtámogatója Michael Wynne miniszter és T. Michael Moseley a Légierő Vezérkari Főnöke a közelmúltban lemondott. Távozásukkal valószínűtlen, hogy a két hajtóműves lopakodó vadászpilóta gyártása folytatódni fog, hacsak nem lép közbe a Kongresszus egy direktívával. Az F-22 részére előirányzott finanszírozás összege valószínűleg átcsoportosításra kerül az F-35 program számára, ami elősegíti a megnövelt volumenű közel távú beszerzéseket, segíti a gyártásfelfutás egyenletesebbé tételét és a korai kibocsátású repülőgépek árának csökkentését.

Egy másik problémát a 2010-es pénzügyi év számára az képezi, hogy mikor fogja eszközölni Izrael az F-35 beszerzéseket és hogyan fogják ezek enyhíteni a gyártásfelfutással kapcsolatos problémákat a Pentagon 2014-ben beindításra kerülő többéves vásárlási programjának beindítása előtt. Izrael jelenleg előzetes tárgyalásokat folytat 25 repülőgép beszerzésére (50 repülőgépre vonatkozó opcióval) a 2010-2012 pénzügyi években. Június hónapban egy izraeli delegáció tartózkodott Washingtonban, hogy részletes tájékoztatást kapjon a JSF teljesítőképességéről. Izraelnek régóta fennálló törekvése az, hogy saját fedélzeti berendezései kerüljenek beszerelésre a repülőgépekbe. A JSF esetében ennek megvalósítása sokkal bonyolultabb lehet, mivel egyrészt e repülőgép harcfeleladat rendszerei egy integrált architektúra keretében belül vannak kialakítva, másrészt pedig azért, mert bármely utólagos külső konstrukciók kiegészítések növelhetik a JSF eredetileg biztosított kis radar keresztmetszetét. Izrael például nem alkalmazza az U.S. Légierő Link 16 kommunikációs adatkapcsolati rendszerét és érdekelt a saját maga által kifejlesztett elektronikus hadviselés csomag beépítésében. Tom Burbage, a Lockheed Martin cég elnökhelyettese és F-35 program integrációs főmenedzser szerint azonban az izraeli követelmények kielégíthetők plusz költségárfordítással egyedi tervezésű hullámformák kifejlesztésével.

Izrael után a következő F-35 vásárló várhatóan Szingapúr lesz, s Japán pedig valószínűleg át fogja helyezni az új vadászpilóta gépek beszerzésére irányuló erőfeszítéseit az F-35-re, mivel az U.S. kormánya minden bizonnyal nem fogja engedélyezni az F-22 nemzetközi eladását.

Közben a gyártás üteme már felgyorsul Forth Worth-ben. Az első LRIP keretében folyamatban van két CTOL változatú F-35 gyártása, melyek a 2009-es pénzügyi év során fognak átadásra kerülni az USAF részére. A második LRIP 12 repülőgép gyártását foglalja magába, melyek közül 6 CTOL változatú, 6 pedig STOVL változatú F-35. Az U.S. Navy részéről nincs beütemezve 2010-ig az első négy CV változatú (repülőgép-hordozóról üzemeltethető) repülőgép átvétele.

Lehetséges, hogy a Pentagon közbelép egy kiegészítő F-35 finanszírozással, a BF-1 múlt havi sikeres első repülését követően fokozódik a program iránti bizalma. John Young, a Pentagon beszerzési főnöke kijelentette, hogy kész megfontolni egy olyan döntést, amely lehetővé tenné a program teljes ütemű gyártási fázisba történő belépését, mielőtt megkapná a hivatalos "Beyond LRIP" ("LRIP utáni") jelentést a tesztelés végrehajtó szervezettől. Általában az a helyzet, hogy a programoknak meg kell várnuk egy hivatalos beleegyező "fejbőlöntést" a Pentagon tesztelő wing-jétől, mielőtt a beszerzési főnök megfontolná a teljes ütemű gyártás finanszírozásának megkezdését.

A JSF program hivatalos képviselői jól haladnak előre a program végrehajtásával, s azzal érvelnek, hogy ennek egyik oka az, hogy a Pentagon és a Lockheed Martin cég a korábbi F-16 és F-22 programoktól eltérő utat választotta a JSF program végrehajtására. Kialakították a párhuzamos tesztelések módszerét - beleértve a földi és légi teszteléseket, valamint a modellezéssel és szimulációval történő teszteléseket - s e módszer alkalmazása elegendő betekintést fog biztosítani 2014-ben a beszerzési hivatal számára annak eldöntésére, hogy eléggé érett-e a JSF rendszer a teljes ütemű gyártás beindítására.

Az "LRIP utáni" jelentés 2014 végén várható, melynek alapján a Pentagonnak döntést kell hoznia a 2014-es pénzügyi évben kezdődő többéves beszerzés finanszírozására. A pénzügyi stabilitás azonban döntő fontosságú a program számára.

Az "LRIP utáni" jelentés alapján képező tevékenységek magukba foglalják a hadműveleti tesztelésben való részvételt Olaszország, Hollandia és az Egyesült Királyság részéről.

Egyébként a Lockheed Martin hivatalos képviselői kihangsúlyozzák, hogy a cég F-35-tel kapcsolatos ár-modelljei sokkal megbízhatóbbak, mint a korábbi repülőgép-programoknál alkalmazott ár-modellék. A cég különösen optimista a hadműveleti tesztelésre történő küszöbönálló átmenet ütemtervével kapcsolatban. A program hivatalos képviselői elismerik, hogy a programra vonatkozó korábbi tervek a kialakításuktól kezdve irreálisak voltak. A tervek legutóbbi átszerkesztése egy évvel megnöveli a rendszerfejlesztési és demonstrációs fázis időtartamát, s ez lehetővé teszi, hogy több idő legyen a hadműveleti tesztelési fázisra történő áttérésre, beleértve azt az időt is, amely e fázis végrehajtásában résztvevő gépszemélyzetek kiképzéséhez szükséges.

A Pentagon 2010-es pénzügyi évének költségvetésére vonatkozó másik kérdést az képezi, hogy mikor kerül finanszírozására a Block 4 változatú repülőgép. Az első Block 2 változatú repülőgépeket az U.S. Tengerészgyalogság veszi át, mivel sürgősen szükség van az elavult Harrier STOVL vadászpilóta gépek lecserélésére. Mindeneség

újabb Block változat azonban magával hozza a repülőgép teljesítőképeségének növelését. Mivel az egyes Block változatok bevezetésével történő modernizálás szoftver aktualizálással biztosítható a tengerészgyalogság fokozatosan fogja végrehajtani gépparkjának modernizálását a Block 2 konfigurációból kiindulva. A Légierő már eleve Block 3 változatú F-35 CTOL repülőgépeket fog beszerezni.

A Pentagon a 2010-es pénzügyi év költségvetésében tervezte a Block 4 változat fejlesztésének megkezdését, azonban a haderőnemek finanszírozási lehetőségétől függően ez eltolódhat a 2012-es pénzügyi évre. Ebben az esetben azonban a Block 4 változat által biztosított néhány képesség kialakítása már a Block 4 változat teljes körű bevezetése előtt finanszírozható lehet. David Heinz dandártábornok, JSF helyettes programigazgató szerint a Légierő fontolja az automatikus, földdel való összeütközést elkerülő rendszer és a "Net Ready" képesség előre történő finanszírozását a teljes Block 4 változat bevezetése előtt.

A nemzetközi partnerek várhatóan a Block 3 modellel kezdik a JSF beszerzési programjaik végrehajtását és input adatokat fognak biztosítani a Block 4 változat fejlesztési programjába történő befoglalás céljából.

A lehetséges potenciális JSF vevők

Ország **Várható JSF vásárlások/változatok Konkurens típusok/A típus kiválasztás ideje**

Partnerek

U.S.	2443/CTOL, CV, Stovl)	nincsenek
Ausztrália	100 CTOL	nincsenek
Kanada	Legalább 65 CTOL	Verseny van tervezve a 2012 évi döntés számára
Dánia	48 CTOL	F/A-18 E/F, Gripen; a döntés 2009-ben várható
Olaszország	131 CTOL és Stovl	nincsenek
Hollandia	85 CTOL	F-16, Eurofighter, Gripen, Rafale; a döntés 2010-ben várható
Norvégia	48 CTOL	Gripen; a döntés 2008 végén várható
Törökország	100 CTOL	nincsenek
U.K.	138 Stovl	nincsenek

Potenciális külföldi országok

Izrael	25 (plusz további 50 opció)	nincsenek
Szingapúr	Meghatározandó változat	mennyiség ésVerseny valószínű, ideje ismeretlen
Japán	Meghatározandó változat	mennyiség ésF-22, Rafale, Eurofighter, F/A-18 E/F, F-15
Spanyolország	Meghatározandó változat	mennyiségű Stovl nincsenek
Görögország	Meghatározandó változat	mennyiség ésVerseny valószínű a Rafale, Eurofighter és F/A-18 E/F típusokkal



Az első F-35 B STOVL változatú repülőgép vezeti a köteléket (felül jobbra) a Forth Worth feletti repülésben. Középen az F-16, alul balra pedig az F/A-18

Az U.S. és a partnerországok a fedélzeti fegyverek széles kínálatából választhatják ki az általuk beszerzendő JSF repülőgépek fegyvertípusait. Más fejlett fegyverrel rendelkező platformokhoz hasonlóan az F-35-nél is az a helyzet, hogy a rendszerbeállítás kezdetén a repülőgépek csak korlátozott számú fegyvertípussal lesznek ellátva, s a típusok száma a platform érlelődésével növekedni fog. A rendszerfejlesztési és demonstrációs (SDD) fázis folyamán a kulcsfontosságú fegyvertípusoknak csak egy korlátozott száma lesz alkalmazható a repülőgépen.

Kezdetben az F-35A és F-35C változatú repülőgépek úgy lépnek szolgálatba, hogy teljesítményük a fegyverek vonatkozásában korlátozva lesz a Boeing cég kisátmérőjű bombájára [Small Diameter Bomb I - (SDBI)] és a Raytheon cég AGM-154 nagy hatótávolságú fegyverére, mely utóbbi az U.S. Haditengerészetnél kerül felhasználásra. Ezután a fegyvertípusok választási lehetősége a Block 4 repülőgép változattól kezdődően, s a további változatoknál folytatódva bővíteni fog.

A Block 3 változat fegyverrendszerének 2007-ben végrehajtott elemzése megállapította, hogy a rendszert még bővíteni kell egy hajók ellen alkalmazható rakétával. E rakéta a Harpoon utódját fogja képezni, s csak egy későbbi Block változatba kerülhet beintegrálásra.

A Block 1, Block 2 és Block 3 változatok fedélzeti fegyverrendszerei már meghatározásra kerültek a Pentagon részéről, s ezek biztosítják az U.S. részére az alapvető légharc és levegő-felszín teljesítményeket és két U.K. specifikus fedélzeti fegyver integrálását is magukba foglalnak.

Közel távon a fegyverek beintegrálásával kapcsolatos főkövetelményt az határozza meg, hogy az U.S. Tengerészgyalogság 2012-ben el kell, hogy érje a Block 2 konfigurációban kialakított repülőgépekkel a kezdeti hadművelleti teljesítményeket (IOC). E konfiguráció magába foglalja belső beintegrált elhelyezésben a Boeing JDAM (Joint Direct Attack Munition) és a Raytheon GBU-12, a Raytheon AGM-154 közös nagy hatótávolságú fegyvereket, valamint a Raytheon AIM-120C radarvezérlésű légharc rakétát (AAM).

Az F-35 fedélzeti fegyverrendszere a Block 3 változatban kiegészítésre kerül az AIM-9X, infravörös önirányítású légharc AAM rakétával.



Az MBDA ASRAAM leképező, infravörös önirányítású rakéta mind belső elhelyezésű, mind pedig külső függesztésű változatban beintegrálásra kerül az F-35 repülőgép fedélzeti fegyverrendszerébe.

A Block 4 változat fedélzeti fegyverrendszerébe tartozó fegyvertípusok meghatározásával kapcsolatos viták folyamatban vannak. Az egyik vitatott típust az SDB II (Small Diameter Bomb II) kisátmérőjű bomba képezi. Felvetődik ugyanis az a kérdés, hogy valójában kinek van szüksége erre a fegyvertípusra és anyagilag ki engedheti meg magának az SDB II beszerzését.

Izrael késői belépése a programba és azon igénye, hogy bizonyos saját fejlesztésű fegyverei is beintegrálásra kerüljenek az F-35 fegyverrendszerébe szintén problémákat vet fel. Kevés belső tér áll rendelkezésre bármely kiegészítő fegyvertípus beintegrálására.

Az F-35 vonatkozásában az integrációs programok egyes fegyvertípusok belső és külső hordozhatóságának és alkalmazhatóságának biztosítására is kiterjednek. Jelentős kihívást képez például egy fegyver kioldása a belső térből.

Azon partnerországok számára, melyek irányítható fegyvereket gyártó saját "nemzeti" ipari bázissal rendelkeznek, soha nem volt elfogadható a kizárólag csak U.S. fegyverekből álló választék.

Az Egyesült Királyság Védelmi Minisztériuma részéről például az MBDA ASRAAM, infravörös önirányítású légharc rakétával és az U.K. Precíziós Vezérlésű Bombával (Raytheon Paveway IV) mindig az volt a szándék, hogy a Rendszertervezési és fejlesztési (SDD) fázis végrehajtása során beintegrálásra kerüljenek.

Az ASRAAM rakéta rögzített hordozási próbái valószínűleg 2009 közepén fognak kezdődni, majd ezt fogja követni ugyanazon év vége felé a Paveway IV repülési tesztelése. Az Asraam rakétával csak nagyon kevés tényleges indítást terveznek végrehajtani, elsősorban a modellezés pontosságának leellenőrzésére.

Jelenleg az Egyesült Királyság egy tervezési feltételezett szolgálatba lépési (Planning Assumption Service Entry -PASE) dátummal rendelkezik az általa preferált változat (az F-35B) számára. E dátum 2017-re van kijelölve. Az egyik brit ipari vezető szerint ebben az időpontban "az F-35B ténylegesen egy Paveway IV bomba szállító eszköz" lesz.

A repülőgép teljesítményének növelése a nagy hatótávolságú fegyverek célba juttatásának biztosítására a Block 4 változat keretében, vagy esetleg azon túl kerül megvalósításra a Lockheed Martin AGM-158 közös levegő-felszín nagy hatótávolságú rakéta, a brit MBDA Storm Shadow rakéta és a norvég Kongsberg közös csapásmérő rakéta külső függesztés kialakításában történő beintegrálásával. A hatótávolságon kiválasztható precíziós hatások (Selectable Precision Effects At Range - SPEAR) brit programjának második fázisa (az u.n. Drop II) szintén biztosíthat egy közepes hatótávolságú fedélzeti fegyvert az F-35 számára.

Az AIM-120 típuson kívül a másik egyedüli lokátor irányítású AAM jelöltet az Egyesült Királyság Meteor rakétája képezi az F-35-be történő beintegrálás számára.

A belső fegyvertérben való elhelyezhetőség javítására áttervezték a hátsó vezérsíkokat, majd ezt követően ez év elején végrehajtották a külső konfigurációval és illeszkedéssel kapcsolatos második tesztelést.

Európában a fejlesztéssel kapcsolatos kulcsfontosságú tevékenységek végrehajtása az MBDA konzorciumnál összpontosul. Növekvő újbóli közeledés tapasztalható Anglia és Franciaország részéről a közös programok azonosítására, s az Egyesült Királyság komplex fegyverek fejlesztésével kapcsolatban u.n. "Team Complex Weapons" programja végrehajtásának eredményeire támaszkodva egy stratégiai politika kidolgozására.

Az U.S.-ben mind a légi, mind pedig a haditengerészet a jövőbeni nagy hatótávolságú csapásméréssel kapcsolatos szükségleteket vizsgálja. A légi számára a fejlesztés egyik katalizátorát a következő generációs bombázó repülőgépi képezi, bár a harcászati platformok vonatkozásában is folyamatban vannak az erőfeszítések. Az U.S. Haditengerészet vizsgálja egy felszínről indítható, szárazföldi célpontok támadását biztosító fegyverrel, valamint egy hajók ellen alkalmazható megnövelt hatótávolságú rakétával kapcsolatos saját szükségleteit.

Közben úgy tűnik, hogy a légi erő véget vehet a cirkáló rakétákkal összefüggő gyötrelmes helyzetnek. Több mint egy év problémái után végre helyes úton halad a Lockheed Martin cég nagy hatótávolságú közös levegő-felszín rakétájának (Joint Air - Surface Standoff Missile - JASSM) fejlesztése. Az elmúlt évben egy GPS meghibásodás (bitvesztés) által okozott probléma miatt négy tesztelő tüzelés során a rakéták a kijelölt céltól több mint 30,5 m (100 ft) távolságra csapódtak be.

A Pentagon hivatalos képviselői szerint azonban a problémát sikerült megoldani, s a programot újra hitelesítették az előrehaladás biztosítására. A légi erő azt is vizsgálja, hogy hogyan lehet gyorsítani a megnövelt hatótávolságú JASSM-ER rakéta fejlesztését a hatótávolság 370 km-ről 926 km-re (200 nmi-ről 500-ra) történő növelésére.

Európában Franciaország felgyorsította a tengeralattjáróról indítható cirkáló rakéták beszerzését és jelezte hosszú-távra vonatkozó érdeklődését a megnövelt hatótávolságú légi- és lehetőség szerint földi indítású rendszerek beszerzésében.

Angliában a védelmi minisztérium fontolja egy jövőbeni nagy hatótávolságú cirkáló rakéta (Future Long-Range Cruise Missile - FLRCM) kifejlesztését, ami a mélyen behatoló csapásmérő erők részét képezne.

Mind a brit, mind pedig a francia projektek a 2020-as évek közepén valósulhatnak meg. Közel távon Spanyolország a Tomahawk Klubhoz való csatlakozást vizsgálja.

Másutt az európai kontinensen Oroszország 2010 után valószínűleg hamarosan megkezdheti a H-101/H-102 családba tartozó cirkáló rakéták rendszerbe állítását. Kína pedig közeledik a DH-10 típusú légi indítású változatának telepítéséhez.

Az U.S. Légierő következő generációs bombázó repülőgépe - a szó szoros értelmében véve - biztosítani fogja a platformot Washington jövőbeni hagyományos és minden valószínűség szerint nukleáris, stratégiai cirkáló rakéta fejlesztési számára. Teljesen elképzelhető, hogy a bombázó repülőgép végül is legalább két fegyverkategóriába tartozó harci eszközt fog hordozni:

1. egy nagysebességű csapásmérő rakétát, amely biztosítja a képességet a megnövelt távolságon lévő időérzékeny célok megsemmisítésére;
2. egy nagy hasznos teherhordozó kapacitással és alacsony észlelhetőségi szinttel rendelkező szubszonikus cirkáló rakétát.

Carl Avila, a Boeing cég fejlett fegyverekkel és rakéta-rendszerekkel foglalkozó igazgatója szerint a szilárd burkolattal rendelkező és mélyen a földbeásott célok megsemmisítéséhez valószínűleg "lassúbb" konstrukciók szükségesek. A Boeing által kutatott konstrukciók sebességtartománya a szubszonikus sebességektől a 8 szoros hangsebességig terjed.

Az USAF a harcászati cirkáló rakéták fejlesztésében is aktív. A Légierő Kutatólaboratóriumának alacsony költségkihatású miniatűr cirkáló rakéta (Low-Cost Miniature Cruise Missile - LCMCM) programja arra irányul, hogy azonosításra kerüljön egy olyan fedélzeti fegyver, amely alkalmas a Lockheed Martin F-22 Raptor és F-35 Lightning II vadászrepülőgépek belső fegyvertereiben való hordozására. A Boeing, a Lockheed Martin és valószínűleg a Raytheon cég is dolgozik az LCMCM koncepció realizálásán. A szándékok szerint a repülőeszköz 3-4 függetlenül célra irányított végfázis vezetésű részét öltet hordozását biztosítaná.

A Boeing cég egy olyan elfordítható szárnyú konstrukciót vizsgál, amely lehetővé tenné a belső fegyvertérben való hordozást, valamint a szárny optimalizálását vagy az ellenséges légtérbe történő nagyobb sebességű behatolást, vagy pedig az őrzáratozás biztosítására.

A Lockheed Martin elképzelésének elemei nyilvánvalóan a cég Többcsörös, Fejlett, Megnövelt Hatótávolságú Csapásmérés (Multiple Advanced Strike Extended Range - MASTER) koncepciójában.

A MASTER koncepció alapján kialakított cirkáló rakéta törzsének külső konfigurációja hasonló a Lockheed Martin cég "Top Cover" őrzárató cirkáló rakétájának és Minion UAV eszközhöz törzse alakjához. A belső fegyvertérben való hordozhatóság biztosítására a szárnyak a törzs alatt összecukhatók, a hátsó vezérsíkok pedig a tárolás számára előre hajthatók lennének.

Az Egyesült Királyság cirkáló rakétákkal kapcsolatos követelményét a hatótávolságon kiválasztható precíziós hatások (SPEAR) brit programja tartalmazza. Ez egy hosszú távú erőfeszítés, melynek célja a teljesítőképesség és megszűntetése a RAF légi indítású fegyvereinek készletében. A Spear program második fázisának (Spear Drop II) megközelítést alacsony-költségkihatású, belső hordozhatósággal rendelkező cirkáló rakéta képezi.

A Spear program szándéka az, hogy biztosítsa legyen a fedélzeti fegyverek megfelelő kategóriájára a RAF állományába tartozó Eurofighter Typhoon, F-35, Tornado GR-4 és pilótánélküli harci repülőeszköz (UCAV) platformok részére. A RAF számára azonban egy sajnálatos tény, hogy a Spear programon belül kitűzött szolgálatba lépési határidők folyamatosan eltolódnak. A 2005 évi tervezés szerint a Spear program első fázisának (Spear Drop I) szolgálatba lépési dátuma 2012-re volt meghatározva. Az 80 km (50 mi) körüli harci hatótávolságot biztosító Drop I szolgálatba lépési dátuma azonban 2017-re lett eltolva. A Drop II mintegy 160 km (100 mi) harci hatótávolságot biztosítana, azonban szolgálatba lépése csak 2020-ban várható.

Jelenleg azonban már ezek a dátumok is kétségesnek tűnnek. Bizonyos források azt sugallják, hogy a Spear program első eleme nem valószínű, hogy 2020-ig szolgálatba lép. E dátum azonban fölvehető az a kérdés, hogy vajon a Védelmi Minisztérium törekszik-e a Spear fegyver Tornado GR-4-be történő beintegrálására, mivel a jelenlegi tervek szerint a típus 2025-ben kivonásra kerül a szolgálatból. A Spear program végrehajtása valószínűleg az Egyesült Királyság komplex fegyverek fejlesztésével kapcsolatos "Team Complex Weapons" programjának előrehaladásához is kapcsolódik.

Az U.S.-ben a közös levegő-föld rakéta (Joint Air-to-Ground Missile - JAGM) fejlesztése mellett egy másik kiemelt fontosságú programot a kis átmérőjű bomba II (Small Diameter Bomb II - SDB II) fejlesztése képezi. A Boeing és Lockheed Martin cégek partnerségben alakították ki, hogy versenyezzenek a Raytheon céggel olyan kis átmérőjű bomba (SDB) kifejlesztésére, amely képes a mozgó célok támadására minden időjárási viszonyok között. Az SDB II-vel kapcsolatos döntés 2010-ben várható. A Boeing cég által javasolt SDB II konstrukció egy több üzeműdű célkereső fejet alkalmaz, amely eredetileg a JCM (Joint Combat Missile - közös harci rakéta) program számára lett kifejlesztve. A célkereső fej a milliméteres hullámú képalkotó infravörös - és féltávtávú lézerek kombinációját használja a célkiválasztás biztosítására. A követelmény egy kétirányú adatkapcsolat szükségességét is előírja. Az USAF-nál a Boeing F-15E, az U.S. Navy-nél pedig az F-35 lesz az első típus, melynek fedélzeti fegyverrendszerébe beintegrálásra kerül az SDB II. Több F-35 partnerország szintén szorosan követi a 113 kg (250 lb) tömeg kategóriájú fegyver fejlesztését, figyelembe véve annak későbbi beszerzését.

Az SDB I (GBU-39) kis-átmérőjű bombával szerelt harci tapasztalatok szükségessé teszik kisebb változatok bevezetését a fegyver irányító szoftverjében. Az SDB I az F-15E vadászgépeken van rendszeresítve, melyek a Qatar-ban lévő Al Udeid-ről hajtottak végre harci bevetéseket. A gépszemélyzetektől kapott visszajelzések alapján a Boeing cég megváltoztatta a szoftvert, hogy minimalizálja a repülési időt a fegyver rövid távolságokra lévő célok elleni alkalmazásakor. A fegyver szoftvere eredetileg úgy volt optimalizálva, hogy biztosítsa az SDB hatótávolságának maximális kihasználását.

A Pentagon számára az olcsó GPS zavaróeszközök proliferációja is gondot jelent. Bár az eddigi harcok során ezek nem voltak képesek hatékonyan eltéríteni a fegyvereket az iránytól, a Pentagon tervezői már intézkedéseket fogantattak, hogy megnöveljék a fegyverek ellenálló képességet a zavaróeszközökkel szemben. A Boeing cég a St. Louis-ban települő üzemegységében jelenleg fejleszti a Pentagon számára az első 100 oyan JDAM (Joint Direct Attack Munition - közös közvetlen támadást biztosító fegyver) gyártását, melyek már el vannak látva a Rockwell Collins cég által gyártott új integrált GPS zavaróeszközzel (Integrated GPS Antijam System - IGAS). A készletben jelenleg lévő JDAM fegyverek szerkezete egy szabvány Szelektív Elérhetőséget biztosító megtévesztés - elhárító modult (Selective Availability Anti - Spoofing Module - SAASM) foglal magába, míg az IGAS rendszer a Rockwell Collins cég által ötödik generációs SAASM-nak nevezett olyan konstrukciót használ, amely lehetővé teszi a GPS jelek minden irányból történő vételét, s antennarendszere "12 sugáryalábot" irányító képességgel rendelkezik. A Pentagon azt tervezi, hogy a korábbi SAASM antenna konstrukció gyártásának beszüntetésével a jövő évben áttér az IGAS rendszerrel ellátott JDAM fegyverek beszerzésére. Az új rendszer várhatóan az SDB fegyvereken is változatain is felhasználásra fog kerülni.

A levegő-felszín kategóriájú fegyverekhez hasonlóan a légiharc fegyverek fejlesztése terén is növekszik az aktivitás, melyet elősegíti az alábbi két tényező:

1. az a kívánság, hogy a fegyverek képesek legyenek hatékonyan szembeszállni olyan "nehéz célok"-kal, mint a cirkáló rakéták és az UAV eszközök; és
2. a jelentős teljesítőképességgel rendelkező konkurens rendszerek megjelenés, vagy bizonyos esetekben újra megjelenése.

A cirkáló rakéták és az UAV eszközök bármilyen más eszközökhöz viszonyítva a legkevésbé képeznek kihívást a harci alkalmazás számára, mivel viszonylag kismérettel, kis visszavert radarjellel és infraképpel, s a cirkáló rakéták esetében olyan képességgel rendelkeznek, amely lehetővé teszi a radar földi visszaverődések viszonyai között a repülést, ami megnehezíti az észlelhetőségüket. Vizuális észleléskor esetén azonban az UAV eszközök sebezhetőek, vagy fedélzeti lőfegyverek, vagy AAM rakéták részéről, mint ezt két grúz Hermes 450 UAV eszköz orosz vadászrepülőgépek által a közelmúltban történt lelévése is tanúsítja.

Kína és Oroszország vonatkozásában a repülő fedélzeti fegyverrendszerek fejlesztésével kapcsolatban megállapíthatók az alábbiak:

Kína PL-12 típusú aktív lokátor irányítású légiharc rakétája (AAM) közel van a Chengdu J-10 vadászrepülőgépben történő szolgálatba állításához. Valószínűleg a következő pár éven belül a J-11B típuson is alkalmazásra fog kerülni, amely a Suzhou Szu-27 Flanker vadászrepülőgép Kínában gyártott változatát képezi.

A PL-12 szolgálatba lépő első változata 70-80 km maximális hatótávolsággal fog rendelkezni. Az orosz R-77 (AA-12 Adder) alapvető változtatástól eltérően (melyet Kína szintén szolgálatba állít) a PL-12 kettős fokozatú, lüktető hajtóművet használ. A repülési pálya profiljának a vezérlő szoftver egyszerű módosításával történő optimalizálása jelentősen megnövelheti a maximális hatótávolságot. Néhány U.S. forrás szerint a módszer csaknem megkétszerezheti a rakéta kezdeti változatának hatékonyságát. Kína korábban azt is jelezte, hogy vizsgálja a fegyver torósugárhajtómű alkalmazásával kialakított változatát, bár ennek megvalósítása csak legalább egy évtized múlva tűnik reálisnak.

A J-11B vadászrepülőgép és PL-12 rakéta hatékonyan integrált és alkalmazott kombinációját - megfelelő mennyiségben telepített repülőgépek esetén, jelentősen meg fogja növelni azt a légiharc teljesítőképességet, amellyel a Kínai Légierő jelenleg rendelkezik. A J-11B vadászrepülőgép kezdeti változata 6 PL-12-, valamint 4 légiharc rakéta hordozására lesz képes.

A PL-12 rakéta konstrukciója jelentős mennyiségű orosz gyártású szerkezeti elemet foglal magába, beleértve az orosz Agat cég által kifejlesztett rádió célkoordinátort is.

A találgatásokra nyitva marad a válasz arra a kérdésre, hogy Oroszország képes lesz-e a Kína által igényelt mennyiség legyártására, figyelembe véve a saját belső szükségleteit kielégítő és az esetleges egyéb exportszállításokkal kapcsolatos mennyiséget. Elképzelhető, hogy Oroszország engedélyezni fogja az aktív rádió célkoordinátor licenz gyártását Kínában.

Kína exportra is felajánlotta a PL-12 rakétát SD-10 jelzéssel. A fegyver felajánlása Pakisztán JF-17 típusú könnyű vadászrepülőgéppel volt kapcsolatos, melyet a kínai Chengdu cég fejlesztett ki.

Oroszország több mint tíz év "haldoklás" után szintén újraélesztette a jövőbeni légi indítású fegyvereinek programját, melynek finanszírozása elsősorban a légiharc kategóriájú rendszerek fejlesztésére irányul.

A Szovjetunió összeomlása, majd ezt követően a katonai kiadások finanszírozásának összeomlása azt vonta maga után, hogy a légiharc és levegő - felszín kategóriájú fegyverekkel kapcsolatos fejlesztések nagy része egyszerűen leállt, vagy csak egy "gondozási - karbantartási" alapon folytatódott.

Úgy tűnik azonban, hogy az orosz gazdaság fellendülése, egy magabiztosabb külpolitikával párosulva lehetővé teszi az orosz vezetés számára, hogy megújult hangsúlyt helyezzen a védelmi beszerzésekre - bár ezek volumene messze van a Szovjet érában kialakított szinttől. 2002-ben létrehozták a Harcászati Rakéta Korporációt, amely jelenleg gyakorlatilag húsz különböző vállalatot foglal magába. A Korporáció szándéka az, hogy befejezze a 90-es években megkezdett rövid-, közepes és nagy hatótávolságú légiharc rakéta fejlesztési programokat. E rakéták valószínűleg beintegrálásra kerülnek mind a jelenleg rendszerben lévő vadászrepülőgépek, mind pedig a légierő PAK FA ötödik generációs harci repülőgéppé fedélzeti fegyverrendszereibe, s főbb típusaik az alábbiak:

1. a K-30 fejlesztés az R-73 (AA-11 Archer) rakéta utódját képezi;
2. a 180 gyártmány (valószínűleg a K-77 M) az R-77 (AA-12 Adder) alaptípus rakéta átfogó modernizálással kialakított továbbfejlesztése;
3. a 610 M Gyártmány (K-37M) pedig az R-33 (AA-9 Amos) rakéta utóda, amely jól felhasználható egy modernizálási program keretében a MiG-31 Foxhound vadászrepülőgép részére.
4. a 810 gyártmány egy további nagy hatótávolságú fejlesztést képez a PAK FA ötödik-generációs harci repülőgép számára.

A fejlesztési programok között szerepel az R-77 rakéta megnövelt hatótávolságú változata, amely kétfokozatú hajtóművel (rakétahajtómű és torlósugar hajtómű) van ellátva.

Az orosz és főleg a kínai fejlesztések hatására az U.S. figyelem áthelyeződik a légiharc kategóriájú fegyverek területére. Közel távon az U.S. szolgálatba fogja állítani az AMRAAM rakéta AIM-120D változatát, hogy bővítse a fegyver harci alkalmazhatóságának tartományát. Hosszabb távon a Légierő Kutató Laboratóriuma számos technológiai lehetőség beható vizsgálatát végzi, melyek között szerepel az ún. kettős-hatótávolság kettős-szerepkör (Dual-Range Dual-Role) program utódját képező közös, kettős-szerepkörű, légi főlényt biztosító rakéta (Joint Dual-Role Air Dominance Missile - JDRADM).

A kínai és az orosz fejlesztések az MBDA konszern kétfokozatú (rakéta és torlósugar) hajtóművel ellátott Meteor rakétája iránt is tovább fokozhatják az érdeklődést, amelynek fejlesztése előrehaladt stádiumban van. Befejeződött egy kezdeti tesztelési kampány, s ez év végén megkezdődik a kísérleti lövészetek további sorozatának végrehajtása. A fejlesztési program a tervek szerint 2011-ben kerül befejezésre.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

TÁJÉKOZTATÓ A HIPERSONIKUS REPÜLŐESZKÖZÖK FEJLESZTÉSÉRŐL
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 07. 14 p. 128.)

A hiperszonikus repüléssel kapcsolatos kutatások közel 40 évvel ezelőtt kezdődtek. Az elmúlt évtizedek során nyilvánvalóvá vált, hogy a hiperszonikus repülések gyakorlati megvalósításához olyan széleskörű, bonyolult elméleti és technológiai kutatások és fejlesztések szükségesek, melyek önálló végrehajtása meghaladja az egyes országok gazdasági lehetőségeit és kutatási kapacitását. Éppen ezért aligha meglepő, hogy felgyorsult az országok közötti nemzetközi együttműködés és partnerség kialakítása elsősorban a hiperszonikus tesztes és fejlesztés területén. A hiperszonikus repülés hatalmas technikai kihívásai, a korlátozott költségvetési lehetőségek és a még korlátozottabb tesztes kapacitások kikényszerítik az országok közötti együttműködést.

Ausztrália és az U.S. egyengeti az utat az új kollaboratív megközelítés számára a Hycouse és Hifire projekteken keresztül, míg Európa Lapcat II és ATLLAS kutatási projektjeit egyesíti az országok erőfeszítéseit a kontinensen. Nemzeti projektek végrehajtása is folyamatban van Kínában, Franciaországban, Németországban, Indiában, Olaszországban, Japánban, Oroszországban és az Egyesült Királyságban, akik közül egyesek esetenként más országokat is felkérnek a nemzeti projektek végrehajtásában való együttműködésre.

Hosszú út van még hátra azonban ahhoz, hogy a hiperszonikus, levegőbeszívást alkalmazó technológia gyakorlati megvalósításra kerüljön.

Az U.S. - ausztráliai hiperszonikus nemzetközi repüléskutatási kísérleti (Hypersonic international flight research experiment - Hifire) projekt keretében jelenleg készülnek a Hifire eszköz első repülésére, melyet a Woomera tesztelő poligonon fognak végrehajtani. A következő 5 évben összesen 10 átfogó repülési tesztelési program kerül végrehajtásra, melyek során adatokat fognak gyűjteni a Mach 5 feletti - eddig még feltáratlan - hiperszonikus repülési tartománnyal kapcsolatban.

Az ötvenes, 56 millió USD értékű Hifire projekt végrehajtását az U.S. Légierő Kutató Laboratóriuma (AFRL) és Ausztrália Védelmi Tudományos és Technológiai Szervezete irányítja.

Mind a gázturbinás, mind pedig a rakétahajtómű alapú vegyes hajtómű működési ciklusok értékelés alatt állnak az Európai Unió Lapcat (Long Term Advanced Propulsion Concepts and Technologies - hosszú-távú fejlett propulziós koncepciók és technológiák) projektje alapján, amely ez év októberében lép a végrehajtás második fázisába. Miután ez egy összeurópai projekt, az erőfeszítés a világ legnagyobb mértékben nemzetközileg - kollaboratív hiperszonikus vonatkozású programjának tekinthető, amely 12 ipari és akadémiai partnert fog össze hat országból. A programot az Európai Űrkutatási és Technológiai Központ (European Space Research and Technology Center - ESA-ESTEC) koordinálja Hollandiában. A Lapcat II az eredeti projekt újonnan finanszírozott továbbfolytatása, amely három évvel ezelőtt lett beindítva azzal a céllal, hogy értékelje a kulcsfontosságú technológiákat egy hiperszonikus kereskedelmi szállító repülőgép kialakítása számára. Az elképzelt célkitűzés egy olyan légi-jármű létrehozása, amely képes Brüsszellel (Belgium) Sydney-be (Ausztrália) repülni 2-4 óra alatt.

A Lapcat I fázisban azonosításra kerültek olyan levegőbeszívást alkalmazó, hidrogén tüzelőanyagot felhasználó Mach 4, 5 - Mach 8 koncepciók, melyeket a Lapcat II fázis során alaposabban meg fognak vizsgálni. Johan Steelant projektmenedzser szerint ez az első alkalom, hogy az EU támogatást nyújt a hiperszonikus szállítással kapcsolatos kutatásokhoz. Az előzetes tanulmányok eddig azt mutatják, hogy mind a Mach 4, 5 mind pedig a Mach 8 nagy hatótávolsággal rendelkező, hidrogénbázisú tüzelőanyagot felhasználó szállító légi-járművek megvalósíthatók. A tanulmányok azt is jelzik, hogy egy hidrogénbázisú tüzelőanyagot felhasználó Mach 4, 5 légi-jármű a rövidebb távolságokra történő repülések számára is érdekes potenciális lehetőségeket biztosít.

Néhány Lapcat konstrukció felületesen hasonlít a Lockheed Martin cég Mach 6, 200 utast befogadó utasszállító repülőgépéhez, melyet a Hiperszonikus Utazó Repülőgép elnevezésű technológiai program alapján tanulmányoztak a 70-es évek végén. Johan Steeland szerint ez nem meglepő, mivel az EU Lapcat projektjének Mach 6 repülőeszközével kapcsolatban a propulziós rendszer és a sárkányszerkezet integrációjára vonatkozó tanulmányok végrehajtása előtt a Hycat anyagot is áttekintették. A tanulmányok az ATLLAS projekt részeként kerültek végrehajtásra. Az ATLLAS a Lapcat hároméves kiegészítő projektje. Az ATLLAS egy rövidítés, melynek kibontása a következő: Aerodynamic and Thermal Load Interactions with Lightweight Advanced Materials for High-Speed Flights (Aerodinamikai és Hő-terhelések Kölcsönhatásai a nagysebességű repülések számára alkalmazott könnyűsúlyú fejlett szerkezeti anyagokkal). Az ATLLAS projekttel kapcsolatos tanulmány végrehajtása 2006 őszén kezdődött. A tanulmány a hosszantartó hiperszonikus repülés lehetőségét biztosító hőálló szerkezeti anyagok kutatására összpontosul. Ez magába foglalja a sárkány konstrukció külső felületének szerkezeti anyagait, valamint a propulziós rendszer olyan kritikus elemeinek szerkezeti anyagait, mint pl. az égőtér. A Lapcat-hoz hasonlóan az ATLLAS projekt végrehajtását is az ESA - ESTEC koordinálja, s magába foglal egy 13 partnerből álló konzorciumot az ipar, a kutatóintézetek és egyetemek területéről.

E kutatás specifikus célját az alábbiak képezik:

1. az olyan kistömegű fejlett szerkezeti anyagok azonosítása és értékelése, melyek képesek ellenállni az ultra magas hőmérsékleteknek és hő áramoknak, s ezáltal biztosítják a Mach 3 feletti repülési lehetőséget;
2. a hűtési technikák értékelése és a fejlett szerkezeti anyagok aerotermikus terhelésekkel való kölcsönhatásának értékelése mind a sárkányszerkezet, mind pedig a propulziós rendszer elemei számára.

A kutatások első - egyik legfontosabb - területét annak vizsgálata képezte, hogy a különböző éles belépő élek, levegő bevezetőnyílások és a sárkányszerkezetek külső borításának anyagai hogyan képesek ellenállni a különböző aerotermikus terhelések hatásának. E célból vizsgálatra kerültek mind az oxidált keramikai anyagok (keramikai mátrix kompozitok), mind pedig a nem-oxidált keramikai anyagok (szilícium-karbid). Johan Steelant szerint a kutatások eredményeinek köszönhetően jelenleg olyan modelleket terveznek, melyek konstrukciója a gyárthatóság szempontjából realitásabb szerkezeti anyagokat tartalmaz, s melyek alkalmasabbak a szélsőtér kísérletek végrehajtására. Egy későbbi tanulmány az égőtér belső belétségeit is vizsgálta.

E kutatásokkal párhuzamosan az ATLLAS projekt az új film- és effuziós hűtési technikákat is vizsgálja, melyek párolgási és elektro aerodinamikai elveken alapul.

Az összeurópai Lapcat/ATLLAS hiperszonikus projektek mellett egyéni nemzeti projektek is folyamatban vannak Franciaországban, Németországban és Olaszországban. Franciaország Onera Kutató ügynöksége az ún. LEA projekt végrehajtásának felénél tart. A LEA projekt egy olyan kísérleti hiperszonikus légi-járművel kapcsolatos, melynek fejlesztését jelenleg végzi az európai MBDA rakétagyártó konzorcium. A korábbi közös erőfeszítésekkel végrehajtott olyan projekteket követően, mint a Promethee változatható geometriájú vegyes rakéta/torlósugarhajtómű (ramjet), a Prepha szupersonikus égést alkalmazó torlósugarhajtómű (scramjet) és a Japhar torlósugarhajtómű, a LEA projekt célját egy Mach 4 - Mach 8 tartományban üzemelő kettős üzemű torlósugarhajtómű létrehozása képezi. A LEA program vezetője Francois Falempin szerint egy olyan 4 méter hosszú jármű tesztelését kívánják végrehajtani, amely méreteit tekintve közel áll az X-43A járműhöz. Költségvetési csökkentések miatt az eredetileg tervezett hat tesztelés helyett csak négy kerül végrehajtásra. A LEA járműveket rakéta fogja felgyorsítani a torlósugarhajtómű működésbeli tesztelését biztosító sebességre, s a tervezett 30 másodpercig a Mach 4 - Mach 8 tartományban fognak repülni 2011 és 2013 között.

A változatható geometriájú égőtér működési elveinek a repülés tényleges dinamikai változtatásai nélkül történő demonstrálására minden egyes tesztrepülési feladat egymástól eltérő Mach számmal és rögzített hajtómű geometriával kerül végrehajtásra. A LEA konfiguráció egy mozgó láng stabilizátort és burkolatot, valamint egy égőtérrel foglal magába, amely a levegőbevezető csatornán belül előre és hátra mozdítható, hogy biztosítsa a változatható-geometriájú szerkezet különböző helyzetit a szubsonikus és szupersonikus égés számára.

A LEA kutatócsoport jelenleg a törzs mellsőrész- és a levegőbevezető rendszer tesztelések második fázisának felénél tart. E tesztelések egy része alternatív levegőbevezető ajtókat fog értékelni, hogy biztosítsák a 2004-ben és 2005-ben végrehajtott kezdeti tesztelések során tapasztalt nagy homlokellenállás leküzdését. A Moszkvai Repülő Intézetnél (MAI) egy kétharmad méretű vízhűtéses üzemanyag befecskendező tartórúd végrehajtott teszteléséből nyert jó eredmények szintén egyengettek az utat egy teljes méretű konstrukció ez év végén lehetséges teszteléséhez. Egy réztövezetből készült hőelnyelő struktúrával kialakított csökkentett méretű égőtérrel szintén megkezdik első alkalommal a tesztelés és év nyarán az Onera kutató ügynökség Párizshoz közeli Palaiseau-ban települő ATV5 tesztelő állomásán. Folytatódnak a sikélleletekkel kialakított törzs hátsórészrel és a kiterjeszhető rámpával kapcsolatos tesztelések az ügynökség Mendon közelében lévő S3 transzonikus szélsőtérben. Az Onera ügynökség S4 szélsőtérben 2010 elején fog felhasználni a Mach 6-nál történő szabadsugar szélsőtér tesztelések végrehajtására, míg a Mach 7,5 tesztelések 2011 harmadik negyedévére vannak betervezve.

Várható, hogy a további francia - orosz hiperszonikus együttműködés ez évben később kerül megerősítésre valószínűleg egy kormányközi megállapodás keretében, aminek alapján lehetővé válik az orosz intézmények és tesztelő objektumok közös felhasználása a közelgő teljes körű kutatási munka végrehajtásához. A LEA kísérleti repülések például egy módosított Tupolev Tu-22 szupersonikus bombázóról történő légi-indításra vannak alapozva.

Az alapvető hiperszonikus kutatási munka Oroszországban szintén folytatódik. Lassú, de folyamatos az előrehaladás az elektromágneses módszerrel gerjesztett plazma áramlás-vezérlésre történő felhasználása terén. Az elektromágneses erő felhasználását a lökeshullám (következésképpen az aerodinamikai ellenállás) erejének csökkentésére, a "virtuális" áramlás vezérlő felületek kialakítására, sőt az égési folyamat javítására már 40 év óta tanulmányozzák, s ezen időszak utolsó 20 évében pedig az erőfeszítéseket a korábbi szovjet Ajax hiperszonikus légi jármű projektre összpontosították.

Egy magneto hidrodinamikai (MHD) plazmagenerátor szimulált Mach 5,15 viszonyok közötti tesztelése a közelmúltban kerültek végrehajtásra Moszkvában az Orosz Tudományos Akadémia részéről. A tesztelések magukba foglalták egy plazma "vezérlő elem" feletti áramlások egymássalletti vizsgálatát. A plazma-vezérlő elemet páronként beépített elektródák gerjesztették, melyek négyeszetes és hengeres állandó keresztmetszetű modellek éles belépő élén és levegőbevezető nyílásaiban kerültek elhelyezésre. Az Orosz Tudományos Akadémia hivatalos képviselői szerint a tesztelések azt bizonyították, hogy a plazma "virtuális hiperszonikus belépő él" sávja és virtuális változatható keresztmetszetű hiperszonikus belépő burkolattá válik". Bár a technológia továbbra is igéretes marad különböző alkalmazások számára (egy kétáramú torlósugar hajtómű koncepciójának realizálását is beleértve), az orosz MHD generátorral történő plazmagerjesztés orosz proponentjei elismerik, hogy további vizsgálatok szükségesek, s a kutatási tevékenységeket összpontosítani kell az alapvető és egyszerűbb aerodinamikai - elektromágneses kölcsönhatás jelenségeire.

Németország űrrepülési központja (DLR) a Mach 11 kategóriába tartozó Shexef II (Sharp Edge Flight Experiment - Shexef) járművel készült a hiperszonikus kísérleti repülések végrehajtására. A járművet azzal a céllal tervezték, hogy demonstrálja a speciális hővédő (hőpajzs) rendszerekkel felszerelt újrafelhasználható űrjárművek alkalmazhatóságát. A gyorsító rakétával ellátott 12,5 m (41 ft) hosszú vegyes indító és tesztelő járművet a tervek szerint 2010 márciusában fogják indítani az Észak-Norvégiaián lévő Andoya rakétabázisról. A megfelelő magasság elérése után a 5,5 m (18 ft) hosszú tesztelő jármű tovább folytatja a repülést 1207 km (750 mi) távolságon a Norvég Tenger fölött, s végül ejtőernyővel fog leereszkedni az Északi-sarki Spitzbergen szigetére. A teljes repülési idő várhatóan 11,6 perc körül lesz, s közben a tesztelő jármű 277 km (172 mi) magasságot fog elérni. A teljes repülési időn belül a kísérleti tesztelési idő mintegy 45 másodperc lesz, s ezen idő alatt a jármű a Mach 9,3-tól Mach 11,1-ig terjedő hiperszonikus tartományban fog repülni.

A DLR a Shexef II járművet egy repülő hiperszonikus laboratóriumnak tekintik, mivel különböző kísérletek végrehajtásának lehetőségét fogja biztosítani. Az aktív repülés vezérlőrendszer például szénszálas - erősítő aktív töltőanyag szerkezeti anyagból készült irányítható függőleges vezérsíkkal lesz ellátva, melyek hővédelmét hőfelvétel (hő pajzs) rendszerek (Thermal Protection Systems - TPS) fogják biztosítani. A kísérletek végrehajtására kijelölt egyéb szerkezeti részek és berendezések magukba

foglalnak egy aktív hűtési hővédő elemet, valamint különböző fejlett szenzorberendezéseket.

Olaszország Űrepülési kutató központja (CIRA) jelenleg készül a Prora- USV-1 (pilóta nélküli űrjármű-1) sorozatba tartozó második hiperszonikus tesztelő repülő próbapad (Flying Testbed-2 - FTB-2) ledobására. A sztratoszférikus léggömbörről ledobásra kerülő FTB-2 várhatóan ez év októberében fog repülni és a süllyedés során Mach 1,2-t kell elérnie. Az első repülő próbapad (FTB-1) 2007 februárjában Mach 1,01-t ért el, azonban a leszálló ejtőernyőrendszer meghibásodása miatt megsemmisült. Az FTB-2 várhatóan 25 km magasságról kerül ledobásra, míg egy harmadik jármű Mach 1,8-at fog elérni 35 km magasságból történő ledobás után. E kísérletek a tervek szerint a 2009-2010-ig terjedő időszakban kerülnek végrehajtásra. Az USV-1 sorozatba tartozó FTB-1, FTB-2 és FTB-3 tesztelő repülő próbapadok előkészítik a kutatási program következő fázisának az USV-X sorozatba tartozó szuborbitális és a légkörbe visszatérő FTB-X elnevezésű hiperszonikus tesztelő járművekkel történő végrehajtását.

Közben egy USV-Tech elnevezésű projekt keretében kifejlesztésre kerülnek az FTB-X járműveket a feladatok végrehajtására képessé tevő technológiák. Az USV-Tech projekt biztosítja az atmoszférikus és szuborbitális programok közötti rés áthidalását. Az első USV-X teszt egy szuborbitális és a légkörbe visszatérő FTB-X járművel lesz kapcsolatos, amely közel Mach 10 sebességet fog elérni miután rakétával felgyorsításra került mintegy 80 km magasságig.

Egy későbbi FTB-X az alacsony földközeli orbitális pályáról (Low Earth Orbit - LEO) a légkörbe való visszatérést fogja demonstrálni mintegy 120 km magasságig történő felgyorsítás után.

A CIRA űrprogramjainak vezetője, Genaro Russo szerint az USV-X projekt menetrendje lassítva van, mivel közben tanulmányozzák a lehetséges szinergiákat (egymást kiegészítő együttműködéseket) e projekt és más európai programok között. E programok magukba foglalják az ESA jövőbeni indítórendszerek előkészítésével kapcsolatos programját (Future launchers preparatory program - FLPP) és közbenső kísérleti járművét (Intermediate experimental vehicle - IXV), amely az Ariane V, Szozuz vagy Vega indítórakétákra szerelve a hiperszonikus kutatások végrehajtásának alapvető eszközt fogja képezni. A IXV előzetes tervezési felülvizsgálata 2008 harmadik negyedévére, kritikai tervezési felülvizsgálata 2009 végére, s első repülése pedig 2012-re van beütemezve.

Az Egyesült Királyság a hosszantartó hiperszonikus repüléssel kapcsolatos kísérlet (Sustained Hypersonic Flight Experiment - Shyfe) végrehajtásának előkészítésén dolgozik. A Shyfe a Védelmi Minisztérium és a Qinetiq konzern közös projektje a torlósugarhajtóművel felszerelt hiperszonikus eszköz teljesítmőképességének Mach 6-val történő vizsgálatára.

Kína több hiperszonikus rakéta- és jármű projekt végrehajtása terén előrehaladást ért el. A legújabb projektek egyikét egy "kis ellenállással" rendelkező kísérleti scramjet (Supersonic Combustion Ramjet - Szuperszonikus égést alkalmazó torlósugarhajtómű) fejlesztése képezi. A fejlesztés egy simafalú égőtér Mach 6 értékig terjedő tartományban elvégzett sikeres tesztelését követi, amely a Pekingben lévő tesztelő bázison került végrehajtásra. A Kínai Űrepülési és Aerodinamikai Akadémia (CAAA) kutatói szerint az áttörés egy olyan konstrukción alapul, amely lehetővé teszi a tüzelőanyag és levegő rétegek jobb összekeveredését az égőtér belső fala mentén.

A kutatócsoport szerint nincs szükség láng stabilizátorokra, kompressziót és expanziót biztosító felületek kialakítására, s a kísérletek azt mutatják, hogy a keverék gyújtása automatikusan elérhető mesterséges gyújtó, vagy lángstabilizáló berendezések nélkül és tartós stabil égés fenntartása biztosítható. A tesztek azt is jelzik, hogy a tolóerő nagyobb a simafalú égőtérrel rendelkező konstrukciónál. A CAAA munkája várhatóan értékelésre kerül a Xian-ban lévő Északnyugati Politechnikai Egyetem kutatói részéről, ahol több hiperszonikus konstrukcióval kapcsolatban folyamatban vannak a tervezési munkák.

Japán Űrkutatási Ügynökségének (Japanese Aerospace Exploration Agency - JAXA) hiperszonikus kutatásokkal kapcsolatos munkája jelenleg egy előhűtést alkalmazó Mach 2 - plusz kategóriájú "S - Engine" (S - Hajtómű) elnevezésű gázturbinás sugárhajtómű küszöbön áll földi tesztelésre összpontosul. Az S - Hajtómű egy korábbi Atrex elnevezésű, előhűtést alkalmazó, expanziós ciklusú tesztelő hajtómű légi üzemelésre képes változata. Az S - Hajtómű tesztelésével az a szándék, hogy bizonyítást nyerjen azon koncepció hiperszonikus potenciálja, amely részét képezhetné egy vegyes ciklusú rendszernek. A 2007-ben először működtetett S - Hajtómű egy folyékony hidrogén rendszert foglal magába, amely a hajtóműbe belépő levegő hőcserélőn keresztül történő hűtésére szolgál. A kutatók szerint az S - Hajtómű továbbfejlesztett változata képes lehet a Mach 5 - plusz repülési sebességeken történő üzemelésre és a Hytex-hez hasonlóan (Hytex - Hypersonic turbojet experiment - Hiperszonikus gázturbinás sugárhajtómű kísérlet) úgy fogják fejleszteni, hogy a terv szerinti kísérleti repülések végrehajtásra kerüljenek 2015-ben.

A Hokkaidó-ban (Japán) elvégzett teszteléseket követően az S - hajtóművet beépítik egy kis szárnyakkal ellátott járműbe, melynek repülési tesztelését 2009 májusában fogják elvégezni.

Egy sztratoszférikus léggömbörről mintegy 40 km magasságból történő ledobása után a jármű süllyedés közben kb. 1 perc alatt fogja elérni a Mach 2 hajtómű üzemelési feltételeket. A jármű újra felhasználhatóságának lehetőségét szuperszonikus és szubszonikus ejtőernyők fogják biztosítani.

A JAXA végső célját egy olyan Mach 5 kategóriájú szállító repülőgép kialakítását biztosító technológia demonstrálása képezi, amely a Csendes óceánon keresztül 2 óra alatt Japánból az U.S.-be repülhet. Matasaka Maita, a JAXA képviselője szerint vizsgálják annak lehetőségét, hogy 2025-ben rendelkezésre álljon egy kísérleti X - jármű bizonyos fajtája, azonban szükség van a levegőbeszívást alkalmazó jármű jövőbeni fejlesztési útjának világosabb meghatározására és a nagyobb nemzetközi együttműködésre.

Vissza a tartalomhoz >>>

A hamarosan közpredává váló több mint 40 milliárd USD értékű közelgő vadászpilóta repülőgépek vásárlásai ellenére a kormányok mindinkább a harci repülőeszközök ipari bázisának hosszútávú történő kialakítása foglalkoztatja.

A kontraktorok megkezdték a világ különböző országaiban folyó vadászpilóta repülőgépek verseny legkritikusabb szakaszában való részvételt, mellyel kapcsolatos döntések az elkövetkező 24 hónapban várhatók.

Az U.S.-ben azonban a három fő sárkányszerkezet gyártó cég (a Lockheed Martin, a Boeing és a Northrop Grumman) jelenleg egy nagy horderejű "hadi játékban" - nevezetesen a Pentagon által támogatott tanulmány összeállításában - vesz részt. A tanulmány szándéka a jövőbeni ipari bázis helyzetének felbecsülése és a jövőbeni vadász- és bombázó repülőgépek számára szükséges ipari kapacitások biztosításának vizsgálata.

Az egyik kérdés az, hogy szükséges-e a Lockheed Martin F-35 Közös Csapásmérő Vadászpilóta Repülőgép (JSF) számára egy második gyártókapacitás. A Boeing cég már tájékoztatta a Pentagont arról, hogy hogyan tudná biztosítani az F-35 gyártását, azonban a JSF program hivatalos képviselői kijelentik, hogy a repülőgép árának növelése egy tiltó tényező, s az ilyen törekvések szemben állnak a programot alátámasztó eredeti stratégiával, melynek lényege az anyagilag megengedhető ár biztosítása.

Európában a négy Eurofighter partnerország harcol a Typhoon harmadik gyártási sorozatával kapcsolatban egy előnyös üzlet megkötéséért, míg Franciaország szorgalmazza a régió harci repülőeszköz gyártó szektorainak további konszolidációját. Oroszország szintén közel áll a vadászpilóta repülőgép gyártó cégei konszolidálásának megvalósításához.

A több mint 400 gépet magába foglaló jelenlegi vadászpilóta repülőgépek versenyre kiegészítő hatást gyakorol az F-35 közelgő megérkezése és annak veszélye, hogy bizonyos versenyző típusok gyártóisorait be kell zárni, amennyiben nem lesznek biztosítva kiegészítő megrendelések a következő néhány évben.

A Pentagon tanulmány mérlegelni fogja azt, hogy milyen technológiák, szakértelem és egyéb erőforrások állnak rendelkezésre az F-35 utáni következő-generációs csapásmérő repülőeszközök fejlesztése és gyártása számára, az ún. hatodik-generációs teljesítőképesség kialakulásához vezető potenciális evolúciót is beleértve. Ez magába foglalhatná az U.S. Légierő következő bombázó repülőeszköze számára a megfelelő pilótanélküli rendszereket, valamint az U.S. Haditengerészet F/A-XX típusát.

A Northrop Grumman cég a Lockheed Martin/Boeing cégcsoporttal versenyez a bombázó repülőeszköz kifejlesztésével kapcsolatos munkákért.

A 90-es években végrehajtott ipari konszolidációk után az U.S.-ben két vadászpilóta repülőgép gyártó maradt meg. Bombázó repülőgépeket pedig a 90-es évek óta nem gyártottak.

A Wall Street elemzői semleges brókerként fognak részt venni a Pentagon tanulmányban.

Az U.S. főbb sárkányszerkezet gyártó cégeinek jelenlegi tevékenységével és helyzetével kapcsolatban megállapíthatók az alábbiak:

A Boeing jelenleg a harcászati repülőgépek fő sárkányszerkezet-gyártó cége. E pozíciója azonban a jövőben kérdéses, mivel az F/A-18 és F-15 gyártóisorok terhelése a következő évtizedben várhatóan lecsökken, s a cégnek még új katonai munkákat kell biztosítania.

A Northrop Grumman cég jelenleg két pilóta nélküli harci repülő rendszer (UCAS) demonstrátort készít az U.S. Navy részére, s végzi a B-2 bombázó repülőgéppark modernizálását új védőbevonatok felvitelével, valamint új kommunikációs és radar rendszerek beépítésével. A cég a törzs közép-rész gyártását is biztosítja az F-35 közös csapásmérő vadászpilóta repülőgépek számára.

A rendkívül nagy tételek hatása a folyamatban lévő vadászpilóta repülőgépek versenyekben a Lockheed Martin F-35 programba is átszivárog. Charles Davis vezérőrnagy, az F-35 program végrehajtásáért felelős tábornok kihangsúlyozta a gyártók felé, hogy tegyék félre a vetélkedéseket és inkább annak kutatására összpontosítsanak, hogy gyártmányaik hogyan fognak együtt üzemelni a repülőgéppel.

Davis tábornok szerint "eddig lassú volt a gondolkodás" az üzemeltetés koncepcióinak az F-35 számára történő kifejlesztésére mind az U.S. haderőnemeinél, mind pedig a kilenc partnerországban. Úgy véli, hogy az U.S. Tengerészgyalogságon kívül sem az USAF, sem pedig az U.S. Army nem vizsgálta megfelelően az F-35 bevezetésének kihatásait, vagy nem elemelte a típus kapcsolatát a jövőbeni harci rendszerrel (FCS).

A Boeing cég felügyeli az FCS programot, hogy rendszerbe állításra kerüljenek azok a földi járművek, melyek fel vannak szerelve új fegyverekkel, kommunikációs berendezésekkel és együtt kell hogy tevékenykedjenek a kapcsolódó pilótanélküli repülőeszközökkel (UAVs). Davis tábornok szerint a hadsereggel csak most kezdődtek a megbeszélések a katonák és a vadászpilóta repülőgépek közötti összeköttetés biztosításáról.

A tábornok kritizálja a Boeing cég F/A-18 E/F Super Hornet vadászpilóta repülőgépekkel kapcsolatos agresszív marketingtevékenységet. A cég az F/A-18E/F Super Hornet típust az F-35 alternatívájaként állítja be.

Az F-35 egy integráns részét fogja képezni annak a jövőbeni csapásmérő erőnek (Anti-Access Denial Strike Force), amely a lopakodó tulajdonsággal rendelkező F-22, B-2 és F-35 repülőgépekből fog állni és feladatát az ellenség legbonyolultabb, integrált légvédelmi rendszereinek leküzdése fogja képezni.

Washingtonnak a jövőbeni harci repülőgép platformokra vonatkozó szükségletekkel kapcsolatos törekvései és ezek ipari vonzatai az Európában folyamatban lévő megfontolásokban is visszatükröződnek.

A négy Eurofighter ország kormányainak védelmi minisztériumi képviselői között augusztusban várható egy értekezlet, hogy megtalálják az utat a 3. sorozatú Typhoon vadászpilóta repülőgépekkel kapcsolatos kormányzati tárgyalások folytatására.

Az iparral folytatott megbeszélések ténylegesen leálltak, mivel a kormányok nem tudtak megegyezni a vásárlandó repülőgépek mennyiségében. Az Egyesült Királyság és Olaszország le kívánják csökkenteni azt az össz mennyiséget, melynek vásárlására elkötelezték magukat.

A 3. sorozat (Tranche 3) névlegesen 236 vadászpilóta repülőgépet foglal magába. A védelmi minisztériumok rangidős képviselői között tartandó értekezlet célja annak biztosítása, hogy a probléma megoldásában előrehaladás legyen elérhető.

Aloysius Rauert, az Eurofighter első számú vezetője szerint áttörésnek kell bekövetkeznie, ha a Tranche 3 szerződés aláírásra kerül az év végén, vagy a következő év elején. Az aláírás késleltetése olyan veszéllyel jár, hogy szükségtelenül megnövekednének a program költségkihatásai, amennyiben egy gyártási rés keletkezik a Tranche 2 sorozat befejezése és a Tranche 3 sorozat megkezdése között.

Az Eurofighter konzorciumot felkérték, hogy árazza be az Egyesült Királyság és Olaszország részére azokat az opciókat, melyek szerint csak a felét vásárolnák meg a részükre kijelölt gépmennyiségnek, vagy egyáltalán nem vásárolnák repülőgépeket a Tranche 3 sorozatból.

Szaúd-Arábia 72 Tranche 2 sorozatba tartozó Typhoon vadászpilóta repülőgépet rendelt, s érdekelt további repülőgépek beszerzésében a Tranche 3 sorozatból. Egy ilyen beszerzés kompenzálhatná a brit vásárlások esetleges csökkentésének negatív hatásait.

Kiegészítőleg az Eurofighter csoport a vadászpilóta repülőgép modernizálási stratégiájának tökéletesítésére is törekszik, különösen azt figyelembe véve, hogy gyorsabban beérő új teljesítőképességek szükségesek a repülőgép export piacon való sikerességének biztosítására. Aloysius Rauert például elmondta, hogy folyamatban van az ún.

"Fázis 2 teljesítőképesség növelő csomag" felülvizsgálata olyan szempontból, hogy a repülőgépen korábban kerüljön bevezetésre egy aktív elektronikus páztázást alkalmazó antennarendszerrel (AESA) ellátott fedélzeti lokátor.

TÁJÉKOZTATÓ A "MANTIS" UAV DEMONSTRÁTOR ESZKÖZRŐL
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 07. 21 p. 26.)

Az Egyesült Királyság "Mantis" hosszú-időtartamú ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance - hírszerző, megfigyelő és felderítő), és csapásmérő UAV programja a BAE Systems társaság számára biztosítja egy olyan platform fejlesztését és gyártását, amely nem csak az Egyesült Királyság nemzeti szükségleteit, hanem az U.S. követelményeit is kielégítheti.

A "Mantis" makettje első alkalommal a Farnborough-i repülő kiállítás nyitónapján került nyilvánosan bemutatásra. A BAE Systems társaság és a Brit Védelmi Minisztérium az elmúlt 18 hónapban titokban tartották a Mantis-szel kapcsolatos munkákat, bár a közelmúltban már kezdtek megjelenni bizonyos korlátozott részletek.

A Mantis egy alternatívát biztosít a Védelmi Minisztérium számára a General Atomics cég Predator B/Reaper UAV eszközének további jelentős beszerzésével szemben. Egy sürgős hadműveleti követelmény alapján London eddig három eszközt rendelt, további jelentősebb mennyiség rendelésének potenciális lehetőségével. A Mantis feszített fejlesztési ütemterve azt a lehetőséget ígéri, hogy az eszköz beszerezhető lenne olyan időkereten belül, amely csak kismértékben haladná meg a kiegészítő Predator B UAV eszközök beszerezhetőségéhez szükséges időkeretet.

A mintegy 21,3 m (70 ft) szárnyfeszítéssel rendelkező sárkányszerkezet gyártása már folyamatban van. A földi üzemeltetési próbák ez év vége előtt várhatók, s az első repülés pedig 2009 elejére van tervezve.



A BAE Systems társaság "Mantis" UAV eszközének makettje

A Mantis hadműveleti változatának maximális repülési időtartama 30 óra körül lesz, s az eszköz 7620-9144 m (25 000 - 30 000 ft) magassági tartományban fog tevékenykedni.

A Mantis végleges konfigurációjának kialakítása előtt a BAE Systems társaság vizsgálta az egy és két hajtóműves konstrukciókat, s végül a két hajtóműves konfiguráció mellett döntött, melynél a két hajtómű a törzs hátsó részén felül lévő rövid szárnycsonkok végén van elhelyezve. E megoldás több előnnyel rendelkezik. Az egyik az, hogy az UAV eszköz képes egy hajtómű működése mellett hosszú ideig járőrözni. A prototípus változatú Mantis UAV eszközbe a Rolls-Royce Modell 250 hajtómű egyik változata van beépítve. A gyártási szabvány változatú Mantis UAV eszközbe beépítendő hajtómű típusa még meghatározásra szorul.

A Mantis teljesítmény és méret adatait még nem hozták nyilvánosságra, azonban a szándékok szerint az UAV eszköz maximális utazósebessége 370-555 km/h (200 - 300 kt) lesz.

Az UAV eszköz tolélcgsavaros változata mellett a BAE Systems egy turbóventillátoros változatot is vizsgált.

A Mantis fejlett koncepciójú technológiai demonstrátorral az a szándék, hogy kielégítse a Védelmi Minisztérium követelményeit a folyamatos hírszerzés, megfigyelés és felderítés, valamint a hosszú időtartamú csapásmérő képesség fenntartásának biztosítása vonatkozásában.

A Farnborough-i repülő kiállításon bemutatott Mantis makett hat szárnyalatti függesztő csomóponttal rendelkezik. A törzs elején felül kidomborodó részben a műholdas kommunikáció antennája van elhelyezve.

A Mantis program végrehajtásának irányítását a Védelmi Minisztérium Stratégiai UAV Kísérlet (Strategic UAV Experiment - SUAV) elnevezésű integrált projekt csoportja végzi.

Mark Kane, a BAE Systems autonóm rendszerekkel kapcsolatos ágazatának ügyvezető igazgatója elmondta, hogy a Mantis program Spirál 1 fázisa a képgyűjtő és szenzorkezelő rendszer integrálására vonatkozó munkákat tartalmazza. A Spirál 1 fázis végrehajtása folyamán a Mantis demonstrátor UAV valószínűleg egy elektro-optikai (EO) rendszerrel lesz felszerelve. Végül kialakításában a Mantis EO és infravörös szenzor berendezéseket, valamint egy szintetikus apertúrájú fedélzeti lokátor hordozását fogja biztosítani. A még hivatalos jóváhagyásra szoruló Spirál 2 fázis a levegő - felszín kategóriájú fedélzeti fegyverek beintegrálását foglalja magába.

A Védelmi Minisztérium szakterületileg illetékes vezetője, Simon Bollom légi marsall szerint: "A Mantis egy platform, mellyel kísérletezhetünk."

A Minisztérium a Mantis demonstrátor UAV eszközt a Morrigan Projekt (Project Morrigan) végrehajtásával kapcsolatos munka részeként is felhasználhatja. E minisztériumi projekt az UAV eszközök használhatóságát vizsgálja különböző területeken, a hadszíntereket is beleértve. A BAE Systems társaság "Herti" harcászati UAV repülőeszköze a Morrigan Projekt részeként már korábban áttelepítésre került az Afganisztánban lévő Kandahar Légi bázisra.

Mark Kane szerint a Mantis projekt egy jó példája a Minisztérium Védelmi ipari stratégiájában és kapcsolódó Védelmi Technológiai Stratégiájában körvonalozott szándéknak és célkitűzéseknek.

A Mantis UAV egy alacsony - észlelhetőséggel rendelkező pilótánélküli harci repülőeszköz (UCAV) kiegészítését is biztosíthatja a minisztérium alárendeltségében lévő Deep and Persistent Offensive Capability erők részeként mint egy ISR elem, vagy mint egy felfegyverzett őrnárató platform. A Suare integrált projekt csoport (IPT) a BAE Systems által vezetett Taranis alacsony - észlelhetőséggel rendelkező UCAV demonstrátor program menedzselését is végzi.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

A Bell cég felfegyverzett felderítő helikopter (Armed Reconnaissance Helicopter -ARH) programja ismét alapos vizsgálat alatt áll, melynek keretében a cég igyekszik véglegesen meghatározni a program vonatkozásában mind a költségkihatásokat, mind pedig a tesztelések időtartamát.

Az U.S. Hadsereg jelenleg négy alternatívát vizsgál a Bell cég ARH konstrukciójával szemben. A program további előrehaladásához a hivatalos képviselőknek újra bizonyítaniuk kell a Kongresszus számára, hogy kevésbé költséges opciók nem állnak rendelkezésre és a program vezetése és költségkihatása szilárd alapon nyugszik.

A helikopter sárkányszerkezetének ára a kezdeti mintegy 5 millió USD-ről az eddigi fejlesztés során közel 10 millió USD-re növekedett.

A fejlesztési program hat helikoptert foglal magába, melyek közül négy már legyártásra került. A főbb részegységek az ötödik helikopter számára májusban megérkeztek, s a hatodik részére pedig néhány hónapon belül leszállításra fognak kerülni a Texas-ban lévő összeszerelő üzembe. Az ötödik helikopter a jövő év tavaszára lesz kész a repülési tesztelések megkezdésére, s a tesztelések teljes programjának végrehajtására további mintegy két évre lesz szükség.

A Bell cégnek sikerült leküzdenie az UH-1Y és AH-1Z helikopterek újragyártási programjával kapcsolatban felmerült problémákat. Ezt figyelembe véve a Navy felkészül az UH-1Y teljes ütemű gyártására vonatkozó döntésre, ami szeptemberben várható. Egyébként a típusal kapcsolatos problémák akkor jelentkeztek, amikor az újragyártási program alapján a cég áttért egy új kialakítású helikoptervezető fülke beintegrálására a helikopter sárkányszerkezetébe. Az AH-1Z Cobra típus a tesztelési program közel 50 %-át már végrehajtotta. A teljes ütemű gyártás engedélyezéséhez még ki kell küszöbölni néhány problémát, melyek a helikopter célzórendszerével kapcsolatosak. A Navy 100 UH-1Y és 180 AH-1Z helikopter beszerzését tervezi.

Az Eurocopter konzorcium az UH-72A Lahota könnyű többcéltű helikopterrel (Light Utility Helikopter - LUH) elért sikerekre építve tervezi a helikopter eladását az U.S. Hadsereg részére. Sőt a Pentagonon belül folytatódnak a megbeszélések más haderónemekkel is arról, hogy LUH helikoptereket vásároljanak az U.S. Hadsereg szerződésén keresztül. Ezen túlmenően az Eurocopter szemmel tartja az U.S. Légierő kialakulóban lévő követelményeit egy sokcéltű helikopterrel kapcsolatban, s minden lehetőséget megfontol egy ilyen helikopter U.S. Légierő számára történő exportálására. Ezzel kapcsolatosan a konzorcium megfontolásai kiterjednek a helikopterek széles skálájára, kezdve az EC 145-től (ami az alapot képezi az UH-72A számára) a sokkal nagyobb EC 725-ig bezárva.

Az Agusta Westland cég szintén figyelemmel kíséri a programot. A cég úgy véli, hogy a késés az USAF harci kutató és mentő helikopter program (CSAR-X) odaítélésében és a közös, függőleges légi szállítást támogató platform (Common Vertical Lift Support Platform - CVLSP) programra vonatkozó követelmény kiadásában egy kedvező lehetőséget von maga után. Ezt figyelembe véve a cég tervezi az US101 típus felajánlását. A CSAR-X program odaítélése azért késik, mivel a Boeing cég CH-47 típusal kapcsolatos győzelme ellen a vesztes cégek sikeresen óvást emeltek. Az új ismételt versenyre augusztusban kell beküldeni a végső felajánlásokat. A Pentagon októberben szándékozik odaítélni a programmal kapcsolatos szerződést.

Amennyiben a CVLSP követelmény egy kisebb platformra fog vonatkozni az Agusta Westland cég valószínűleg a Filadelfiában települő üzemében gyártott AW 139 típust fogja felajánlani.

Az USAF program csak egy részét képezi mindkét európai helikoptergyártó expanzív növekedési terveinek. Az Eurocopter az U.S.-ben lévő kereskedelmi gyártósorának további növelését is tervezi. A konzorcium Columbus-ban (Miss.) települő új üzeme elegendő kapacitással rendelkezik egy második végszerelő sor befogadására. Szeptemberben várhatóan jóváhagyásra kerül a konzorcium részéről az EC 175 típusnak ebben az üzemben történő összeszerelése. A 16 üléses helikopter első szerelőszora Franciaországban lenne, azonban a típusal kapcsolatos jelentős igények indokoltá teszik és támogatják egy második szerelőszor létrehozását, ami viszonylag szerény 10 millió USD összegű kiegészítő beruházással megoldható.

Az Eurocopter-hez hasonlóan az Agusta Westland is vizsgálja a növekedés lehetőségeit. A cég reméli, hogy a következő év elején megkapja a rendelést az AW 149 típusú katonai helikopter gyártásának beindítására. Az év vége előtt a cég tervezi egy kereskedelmi, 4-5 tonna tömegű könnyű - két hajtóműves, jelenleg XX9 néven ismert forgószárnyas repülőeszköz gyártásának beindítását.

Az európai helikoptergyártók számára azonban nemcsak az U.S. képezi az egyedüli érdekeltségi területet. Lutz Bertling, az Eurocopter első számú vezetője (CEO) szerint már ebben az évben felmerülhet Európában egy információkérés (Request for information) egy 13 tonnás kategóriába tartozó, 2222 km (1200 nmi) hatótávolsággal rendelkező nehéz szállító helikopterrel kapcsolatban. Franciaország és Németország törekszik a program megszerzésére. Az Európai Védelmi Ügynökség már jelezte, hogy irányítani kívánja a programot. A Partnerek köre jelenleg még a megbeszélések tárgyát képezi. Ipari részről Olaszország is érdekelt, azonban a hadsereg nagy CH-47 gépparkkal rendelkezik, s ezért nehéz lehetne egy új programban való részvétel megvalósítása.

Az Agusta Westland vizsgálja a gyártási bázisának kibővítését a jelenlegi három alapvető gyártó országon (Olaszország, Egyesült Királyság és U.S.) kívüli területekre. A következő évben megkezdik az A109 helikopter végszerelését Kínában, s a cég a közelmúltban kötött üzleti megállapodást egy Moszkva melletti AW139 összeszerelő bázis felépítésére.

Közben az Agusta Westland és a Boeing szintén dolgoznak egy javaslaton 16 CH-47F Chinook helikopter (plusz 4 opció) eladására az Olasz hadsereg részére. Az összeszerelő sort Olaszországban hozná létre Milánó mellett Vergiate-ben. Az első helikopter leszállítás 2012-ben várható. A szerződés szerint az Agusta Westland visszaveszi az Olasz hadsereg több mint 30 helikopterből álló teljes CH-47 gépparkját harmadik országokba történő potenciális eladás céljából.

Az ún. Komplex Fegyverek Csoportja (Team Complex Weapons - Team CW) program keretében az Egyesült Királyság végül is megkezdi az irányítható fegyverek szektorával kapcsolatos alapvető átstrukturálás első fázisának végrehajtását.

Ann Taylor, az Egyesült Királyság védelmi felszerelések minisztere hivatalos engedélyt adott a program megkezdésére 24 hónappal azután, hogy elődje, Paul Drayson nyilvánosságra hozta a kezdeményezést. Drayson dolgozta ki az Egyesült Királyság Védelmi Minisztériumának Védelmi Ipari Stratégiáját, s a Team CW programot 2007 elején szándékozta beindítani.

A Team CW program kritikus fontosságú az Egyesült Királyság rakéta szektora és a rakéta fejlesztés és gyártás vezető ipari társasága, az MBDA Egyesült Királyság részére. A program sikere, vagy kudarca messzire ható következményekkel járhat a brit irányítható fegyver ipar számára.

Drayson arra számított, hogy 2006-ban az MBDA, Thales, Qinetiq és a propulziós rendszereket gyártó Roxel cégekkel együtt az amerikai Raytheon Systems Ltd. céget is bejelentheti a Team CW tagjaként. A Raytheon első számú vezetőjével folytatott feszült hangulatú első tárgyaláson azonban nyilvánvalóvá vált, hogy az U.S. gyártó cége képtelen elkötelezni magát a programban való részvételre. Különböző, elsősorban trösztellenes problémák miatt.

Két év telt el, mialatt a brit Védelmi Minisztérium, a Team CW csoport és a Raytheon cég folytatták a tárgyalásokat, azonban úgy tűnik, hogy kevés előrehaladást értek el.

Amjad Hussain ellentengemagy, a brit Védelmi Minisztérium fegyverzeti igazgatója szerint: "Az ajtó nyitva áll; a Team CW nem egy bezárt üzlet."

Harry Schulte, a Raytheon rakéta rendszerek elnökhelyettese szerint pedig: "Minket nem zártak ki. Úgy gondolom, hogy számunkra problematikus, ha nem vagyunk bent." E nyilatkozatát kiegészítette azzal, hogy a tárgyalások folytatódnak.

A Team CW program számára egy kezdeti egyéves felmérő fázis kerül finanszírozásra, ami átfedi a fegyver fejlesztés hat csoportját. A felmérő fázis sikeres végrehajtása esetén egy további kétéves felmérő munkához szükséges finanszírozás lesz biztosítva. Az első év finanszírozásának összege 148,2 millió USD, a teljes felmérő fázis költségkihatása pedig 250 millió USD.

A hat csoportba tartozó projektek a következők:

1. a Fire Shadow űrjáratozó fegyver;
2. a Jövőbeni levegő-felszín irányítható fegyver (Future Air-to-Surface Guided Weapon - FASGW) nehéz és könnyű (Heavy and Light) változata, melyek két külön csoportba tartozó projektet képeznek;
3. a 45 kg (100 lb) tömeg tegóriába tartozó fegyverek családja a Királyi Légierő (RAF) SPEAR (Selected Precision Effects at Range) követelményének első eleme számára;
4. a közös légvédelmi modul felépítésű rakéta (Common Anti-Air Modular Missile), és
5. a Storm Shadow cirkáló rakéta teljesítőképesség növelő programja.

A kiválasztott programok visszatükrözik azon alapelvek egyikét, melyet az MBDA vetett fel kezdetben a rakéta szektor átstrukturálásával kapcsolatban a Védelmi Minisztériummal folytatott megbeszéléseken. Ezen alapelv lényege az, hogy fegyvercsaládokat kell kifejleszteni a frontvonal szolgálat készletében lévő fegyvertípusok számának lecsökkentésére.

Az Egyesült Királyság jelenleg az irányítható fegyverek 27 típusát tartja szolgálatban. Steve Waday, az MBDA Egyesült Királyság ügyvezető igazgatója szerint e típusmennyiséget 8 és 14 közé lehet csökkenteni, s ezzel mind a fejlesztési, mind pedig a teljes élettartamra vonatkozó fenntartási költségeket lehet megtakarítani.

Husszain ellentengemagy szintén kihangsúlyozza, hogy a továbbiakban a rendelésre készített egyedi típusokra vonatkozó követelmények helyett inkább a fegyvercsaládok kialakítására fognak összpontosítani. Véleménye szerint a "lassúbb gyártás" adaptálása is fontos érdek, mivel kedvező lehetőséget biztosít a "technológia beillesztés" számára.

A projekt felsorolás egy olyan területre is burkolt célzást tesz, amely "problematikus" a Raytheon és más U.S. rakétagyártók számára, ha csak nem kerül megoldásra a Team CW csoport tagságával kapcsolatban kialakult patt helyzet. Amikor az első tervezetet készítették széles körben azt várták, hogy a Raytheon IV kettős üzemmódú irányítható bomba egy olyan szilárd jelöltet fog képezni az ún. Spear Drop 1 követelmény kielégítésére, amely azt az előnyt is biztosítja a légierő számára, hogy polcról beszerezhető. A fegyver csökkentett pusztító hatású változata, a Paveway IVR szintén figyelembe lett véve a szolgálatba történő bevezetésre 2013-2014-től. Az alapváltozatú Paveway IV tömege 227 kg (500 lb).

Az Irakban és Afganisztánban végrehajtott hadműveletekből nyert tapasztalatok kihangsúlyozták azt, hogy szükség van a még tovább csökkentett pusztító hatással rendelkező fegyverekre. Ez nyilvánvaló a Spear Drop 1 követelmény kifejlesztésében. A fegyver robbanótöltete mindösszesen 4,5-7,3 kg (10-16 lb) tömegű. A Spear Drop 1 követelménynek az Egyesült Királyság támadó helikopter parkjára való kiterjesztése szintén megfontolás alatt áll. A támadó helikopterek jelenleg a Lockheed Martin cég Hellfire rakétáival vannak felfegyverezve.

A felmérő fázisban két olyan program került azonosításra, melyek visszatükrözik az angol-francia együttműködés fokozására irányuló erőfeszítéseket az irányítható fegyver szektor területén. A FASGW (nehéz változat) program egy francia, hajók ellen alkalmazható, rakétára vonatkozó követelmény kielégítését is biztosítani fogja, míg a Storm Shadow modernizálások a rakéta Scalp néven ismert francia változatába is bevezetésre fognak kerülni.

Az FASGW (nehéz változat) rakéta számára javasolt irányító rendszer konstrukciós felépítésében a radarról áttértek egy képalkotó infravörös célkoordinátorra, ami biztosítja a "man-in-the loop" képességet és a "Tűzelj és felejtse el!" fegyverek harci alkalmazásának korlátozására vonatkozó lehetséges szabályok befogadását.

A FASGW (könnyű változat) fegyverre vonatkozó követelmény kielégítését a Thales cég kis tömegű modul felépítésű rakétája biztosítja.

Vissza a tartalomhoz >>>

Kína közeledik ahhoz a ponthoz, amikor már nem lesz tovább szükséges az orosz technológiára a fejlett fegyverrendszerek kutatásának támogatására. Ez egy meghatározó momentumot fog képezni a két állam közötti kapcsolatokban és kiterjedtebb következményekkel járhat a nyugati védelmi tervezők számára.

A kínai hadiipari teljesítőképességek elemzése azt mutatja, hogy Peking közel áll ahhoz, hogy függetlenné váljon Oroszországtól a kulcsfontosságú technológiák területén. Ezek magukba foglalják a korszerű vadászpilóta nélküli repülőgépet, a légi indítású fegyvereket, a légi utántöltő és stratégiai szállító repülőgépeket, valamint a cirkáló és ballisztikus rakéták fejlesztését, mely haditechnikai eszközök nagy része megfontoltan egy Taiwan méretű expedíciós konfliktus számára kerül kialakításra.

Potenciálisan a Kína - mint Oroszország ifjabb partnere - által kifejlesztett, vagy beszerzett legutolsó generációjú fegyverrendszerek vagy már szolgálatban állnak, vagy a szolgálatba állítás folyamatában vannak. Peking közel van ahhoz, hogy egyforma mértékben hozzájáruljon bármely partnerség kialakításához Moszkvával, ha az is ezt választja.

A Szovjetunió összeomlása kedvező lehetőséget adott Kínának, hogy példátlan hozzáférhetőséget nyerjen az orosz katonai technológiához.

Kína jelenleg a Szuhoi Szu-27 "Flanker" vadászpilóta nélküli repülőgépet J-11B néven ismert "hazai" változatát gyártja, amely Kínában készült fedélzeti lokátorral, hajtóművekkel és légiharc rakétákkal van felszerelve, beleértve a PL-12 lokátor irányítású rakétát. E platform/rakéta kombináció nyugaton végrehajtott modellezése azt mutatja, hogy a J-11B típus légi fölényt biztosító nagy teljesítőképességű vadászpilóta nélküli repülőgépet lehet, ha megfelelően kerül alkalmazásra.

A PL-12 rakéta közvetlenül a szolgálatba lépés előtt áll. Hatótávolsága mintegy 80 km (50 mi) és jobb kinematikai teljesítőképességgel rendelkezik, mint az orosz R-77 (AA-12 Adder), bár jelentős mértékben tartalmaz orosz szerkezeti elemeket. Washingtoni elemzők úgy vélik, hogy Kína már a rakéták modernizált változatát vizsgálja, amely javított teljesítőképességgel és a mintegy 160 km-re (100 mi-re) becsült hatótávolsággal rendelkezik. Mindezt szoftverváltoztatásokkal érik el, melyek biztosítják a rakéta magasabb röppályára emelését az energia optimalizálására, s ezáltal a kétfokozatú, lüktető torlósugarú hajtómű lehetőségeinek jobb kihasználására.

Kína J-12 (korábban J-XX néven ismert) ötödik generációs vadászpilóta nélküli repülőgép programja az elemzők szerint időben nincs messze elmaradva Oroszország PAK FA programjától.

Kína bonyolult ellenrendszabályokat biztosító fedélzeti rendszerek kialakítására is törekszik az F-10 és F-12 típusú harci repülőgépei számára. Ezek többek között magukba foglalják a digitális rádió frekvencia memóriával (DRFM) ellátott rendszert, amely elemzi az ellenséges fenyegető rendszer emittereit, kialakítja a megtévesztő célinformációt, majd nagy visszaadási hűséggel reprodukál egy látszólagos radarjelet, melyet visszaküld az eredeti kisugárzó forráshoz.

Az U.S. hírszerző elemzők szerint az elkövetkező 10-15 évben még szenvedélyesebb és koncentráltabb erőfeszítésekre lehet számítani a kínai katonai tudományban és technológiában.

Az új technológiák bevezetésére irányuló törekvéssel párhuzamosan a kínai katonai vezetés a harctéri doktrína modernizálásán is dolgozik. Bár a kínai légierő és haditengerészet nem rendelkezik aktuális harci tapasztalatokkal, vezetésük alaposan tanulmányozta az U.S., brit és orosz harctevékenységek tanulságait, s ezeket felhasználta új eljárások kialakítására. Az egyik ezek közül az ún. "érintkezésmentes hadviselés" ("non-contact Warfare"), melynek lényegét a földi harcok elkerülésének megkísérlése, s ugyanakkor a haderőnemek által közösen biztosított légi csapásokra, elektronikus hadviselésre, műhold elleni hadműveletekre és széles alapokon nyugvó információs hadviselésre való összpontosítás képezi.

Az információs hadviselés magába foglalja például a GPS rendszer zavarását és a számítógépes rendszerek elleni támadásokat.

A Nyugat részéről megújult érdeklődés tapasztalható a hagyományos harci töltetekkel ellátott ballisztikus rakéták iránt, melyek potenciális veszélyt jelenthetnek a felszíni hajók számára. Kína olyan elektro-optikai irányítórendszer fejlesztését végzi, amely biztosítja a rakéta irányítását a végső röppálya szakaszán. A rendszer fejlesztését valószínűleg az orosz technológiához való hozzáférhetőség tette lehetővé.

A következő generációs J-12 vadászpilóta nélküli repülőgép fejlesztésén kívül a Kínai Légierő jelenleg a J-10 rendszerbe állítását végzi és a J-11B tesztelésének végső szakaszában van. A J-10 egy negyedik generációs platform, amely a Szu-27 mellett biztosította a lehetőséget a kínai ipar számára, hogy kifejlessze a saját hazai kapacitását. Mind Izrael, mind pedig Oroszország kulcsfontosságú támogatást nyújtott a J-10 program végrehajtásához.

Az egyik elemző szerint a J-11B képezi a "az utolsó lépcsőfokot" annak bizonyítására, hogy Kína képes gyártani egy olyan fejlett repülőgépet, amely az ország saját lokátorával, elektronikus ellenrendszabályokat biztosító rendszerével, hajtóműveivel és szenzorjaival van felszerelve.

Az orosz PAK FA lopakodó vadászpilóta nélküli repülőgép várhatóan 2015-ben fogja elérni a kezdeti hadműveleti teljesítőképességet (IOC). A kínai F-12 program nincs messze az orosz PAK FA mögött. Az elemző szerint az F-12 az F-22-höz hasonlóan egy lopakodó vadászpilóta nélküli repülőgép, melyen a lopakodó képesség a külső konfiguráció formájának alakításán és speciális szerkezeti anyagok alkalmazásán alapul, s az orosz kutatásokkal összhangban a plazma gerjesztésű lopakodhatóság rendszerét is magába foglalhatja. E rendszer valószínűleg még nincs kész, mivel a szabadtéri plazma generátorok még túl nagy méretűek a vadászpilóta nélküli repülőgépek számára. A repülőgép várhatóan szuper utazó üzemmóddal is rendelkezni fog.

Az egyik elemző magyarázata szerint a plazma gerjesztésű lopakodhatóság ötletének lényege az, hogy a hajtómű levegő bevezető és gázkivezető nyílásait feltöltött és ionizált részecskékből álló elektronfelhővel beborítják, hogy kiküszöböljék a radar reflexiókat (amelyek felfedhetik a hajtóművet és repülőgép típusát) és elrejtsek a síkfelületű antennákat a lokátor áramvonalazó burkolathoz hasonló zárt terekben.

Egy ion felhő létrehozása nehéz olyan szabad terekben, mint pl. a levegő bevezető nyílások, a hajtómű ventilátor fokozatának lapátjai, vagy a függőleges vezérsík. Egy zárt térben azonban az ion felhő könnyebben előállítható és fenntartható. Létrehozása után azonban a plazmamező képes elnyelni a magas frekvenciás radarjeleket, s ezáltal csökkenteni egy repülőeszköz radar keresztmetszetét. E megoldással kiküszöbölhető a nehéz és drága blokkoló szerkezetek és radar elnyelő anyagok szükségessége a levegő bevezető és gázkivezető nyílások részére.

A plazma mezővel kapcsolatos kutatásokon kívül a kínai kutatók az olyan irányított energiájú rendszerek fejlesztésén is dolgoznak, mint a nagy energiájú mikrohullámú, rádiófrekvenciás és lézeres rendszerek. A lézerkutatás a műholdak elleni alkalmazások vizsgálatát is magába foglalja.

Az U.S. Hadsereg egy 4474-5219 kW (6000-7000 LE) tengely teljesítményű szabad tengelyes gázturbinás hajtómű demonstrálását tervezi, amely a szándékok szerint a CH-47 Chinook helikopter megnövelt teljesítőképességű változatának, vagy váltótípusának hajtóművét fogja képezni.

Az ún. jövőbeli anyagilag megengedhető gázturbinás hajtómű (Future Affordable Turbine Engine - FATE) a többfázisú többcélú anyagilag megengedhető fejlett gázturbinás hajtóművek (Versatile Affordable Advanced Turbine Engines - Vaate) programja alapján tervezett demonstrátorok közül a legutolsó.

Az U.S. Légierő Kutató Laboratóriuma (AFRL) által vezetett Vaate program tulajdonképpen a rendkívül sikeres integrált nagy teljesítményű gázturbinás hajtómű technológia (Integrated High Performance Turbine Engine Technology - IHPTET) program követője.

A 2005-ben befejeződött IHPTET program lehetővé tette a nagy teljesítményű hajtóművek új generációjának kifejlesztését, beleértve a Lockheed Martin F-22 vadászrepülőgépet Pratt & Whitney F119 hajtóművét, valamint a fejlesztés alatt álló Pratt & Whitney F135 és General Electric/Rolls-Royce F136 hajtóműveket a Lockheed Martin F-35 közös csapásmérő vadászrepülőgép (JSF) számára.

Az U.S. Hadsereg FATE hajtóműve a Vaate program 3-ik fázisa számára tervezett demonstrátorok egyikét képezi.

A FATE a hadsereg jelenleg végrehajtás alatt álló fejlett anyagilag megengedhető gázturbinás hajtómű (Advanced Affordable Turbine Engine - AATE) programjának folytatását képezi. E program alapján demonstrálásra fog kerülni egy 2237 kW (3000 LE) tengely teljesítményű kategóriába tartozó hajtómű, mellyel a Boeing AH-64D Apache és a Sikorsky UH-60M Black Hawk helikopterek jelenlegi General Electric T700 típusú szabad tengelyes gázturbinás hajtóművét szándékoznak lecserélni.

Az AATE program alapján a General Electric és a Honeywell/Pratt & Whitney cégek fejlesztő csoportjai jelenleg dolgoznak a GE 3000, illetve HPW 3000 hajtóművek fejlesztésén azzal a céllal, hogy a legutolsó sorozatú T700 hajtóművekhez viszonyítva e hajtóműveknél 25 %-kal kisebb fajlagos tüzelőanyag fogyasztást és a beszerzési árban pedig 35 %-os csökkentést demonstrálhassanak.

A FATE hajtóművel kapcsolatos célok a fajlagos tüzelőanyag fogyasztás 35 %-kal, a beszerzési ár pedig 45 %-kal történő csökkentését irányozzák elő a CH-47 helikopter T55 típusú hajtóművéhez viszonyítva.

Időközben a légierő kutató laboratóriuma (AFRL) egy új demonstrátor programok végrehajtását tervezi a következő évtizedben, amely egyesíteni fogja a jelenleg végrehajtás alatt álló adaptív többcélú hajtómű technológia (Adaptive Versatile Engine Technology - Advent) program és a rendkívül hatékony beágyazott gázturbinás hajtómű (Highly Efficient Embedded Turbine Engine - Heete) program végrehajtásának eredményeit.

Az Advent program alapján 2012-ben kerülnek végrehajtásra a változtatható működési ciklussal rendelkező hajtóművek földi tesztelése. Ezek olyan hajtóművek, melyek egyesítik magukban a felszálláshoz szükséges nagy tolóerőt (felszálló üzemmód) az őrzőüzemű üzemmóddal.

A Heete program demonstrálni fogja a rendkívül nagy nyomásviszonnyal rendelkező belső hajtómű kialakításának technológiáját, ami lehetővé teszi a tüzelőanyag hatékony, nagy kétáramúsági fokkal rendelkező hajtóművek repülőgépen belüli elhelyezését. A program 2010-ben kezdődik a kompresszor fejlesztésével.

Az új Ad-Heete rövidítésű program egyesíteni fogja a Heete belső hajtóművet az Advent program végrehajtásával biztosított második generációs adaptív jellemzőkkel. A demonstrátor földi próbái 2017-re vannak betervezve a Vaate program 3. fázisa alapján.

Az Advent program úgy fogja szabályozni a ventilátoron (külső áram) és a belső hajtóművön (belső áram) áthaladó levegőáramlást, hogy csökkenjen a tüzelőanyag fogyasztás a hajtómű maximális tolóerejét igénylő felszálló üzemmódon és biztosítva legyen a "szuper tüzelőanyag-hatékonyság" kisebb tolóerőknél az utazó és őrzőüzemű repülési üzemmódokon. A Heete hajtómű "szuper tüzelőanyag hatékony" lesz minden tolóerő beállításnál 25 %-nál nagyobb tüzelőanyag megtakarítás elérése céljából, s ugyanakkor biztosítani fogja a jelentős teljesítmény elvezetés lehetőségét a repülőgép szenzorjainak és rendszereinek működtetésére.

Az Advent program a belépő és kilépő levegőáramlásokat is szabályozni fogja a szupersonikus ellenállás csökkentésére és biztosítani fog egy "harmadik levegő sugárt" a belső hajtómű és a megkerülő levegő csatoma között a hajtómű és a repülőgép hűtésének elősegítésére.

Míg az Advent program a vadászrepülőgépeken és bombázó repülőgépeken alkalmazható, alacsonytól a közepes értékig terjedő kétáramúsági fokkal rendelkező hajtómű kialakításához szükséges technológia kifejlesztését és demonstrálását biztosítja, addig az Ad-Heete program a nagy kétáramúsági fokkal rendelkező turbóventilátoros hajtómű kialakítását célozza, amely szállító, felderítő és pilótánélküli repülőeszközök belsejében kerülhet beépítésre. Az Advent program a fajlagos tüzelőanyag fogyasztás átlagosan 25 %-os csökkentését irányozza elő; az Ad-Heete program célkitűzései az elkövetkező 6-12 hónapban kerülnek meghatározásra.

Mind a General Electric, mind pedig a Rolls-Royce cégek elnyerték a szerződést az Advent és a Heete kompresszor demonstrálására. Új versenyt terveznek a belső hajtómű demonstrálására a Heete vonatkozásában 2014-ben, az Ad-Heete vonatkozásában pedig 2017-ben.

A PAKFA PROGRAM KÉSÉSE LEHETŐSÉGET NYÚJT A SZU-35 ELADÁSÁRA OROSZORSZÁGBAN
(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, 2008. 07. 30 p. 4.)

Orosz források szerint a T-50 PAKFA (Perspektivnij Aviacionnij Komplex Frontovoj Aviaciji - a front légiereő jövőbeni repülő komplexuma) program támogatásához nem áll rendelkezésre a szükséges technológiai bázis és a programban bekövetkezett egyéb késések miatt kedvező lehetőség nyílik a Szu-35 vadászrepülőgép Oroszországban történő eladására.

Az Orosz Légierő korábbi álláspontja az volt, hogy a PAKFA megjelenéséig a MiG-29, Szu-27 és Szu-30 típusokból álló vadászrepülőgép park biztosítani fogja a légiereő feladatainak végrehajtását. Ezért a terv az volt, hogy a Szu-35 típus nem kerül beszerzésre a légiereő részéről, hanem csak exportra fogják gyártani.

A PAKFA program késése miatt azonban megváltozhat a helyzet és az Orosz Légierő kénytelen lesz beszerezni bizonyos mennyiségű Szu-35 repülőgépet a légiereő teljesítőképességében bekövetkező rés betöltésére, mielőtt beszerezhető lennének az ötödik generációs PAKFA vadászrepülőgépek.

A Légierő teljesítőképességében bekövetkező résnek egy ipari kihatása is lenne. A nagy tapasztalattal rendelkező repülőipari dolgozók az adott területen munka nélkül maradnának és le kellene állítani a gyártási sort.

A PAKFA első repülése 2009-re lett kitűzve, azonban a sorozatgyártás megkezdése 2015-re, vagy még későbbi időpontra lett tervezve. E két dátum közötti hatéves (vagy még hosszabb) időszakot egy orosz hivatalos repülőipari képviselő szerint be kell tölteni "valaminek" a gyártásával, hogy biztosítva legyen a dolgozók foglalkoztatása. A PAKFA program késésével kapcsolatban az illetékes repülőipari képviselők a technológiai kihívások problémáit is kihangsúlyozták. Oroszország például nem rendelkezik megfelelő kapacitásokkal a kompozit szerkezeti anyagok előállítására. Ezek az anyagok viszont lényegesek a PAKFA gyártásának biztosítására. A PAKFA programban résztvevő irkutszki repülőipari társaság vezérigazgatója, Oleg Demcsenko szerint: "Szükségünk van egy nemzeti programra a kompozit anyagokat előállító iparunk létrehozására."

A technológiai kihívásokon kívül a program végrehajtása vonatkozásában egy olyan probléma is fennáll, hogy nézeteltérések vannak a légiereő és az illetékes repülőipari szektorokon belül a PAKFA hajtóművének kiválasztásával kapcsolatban. A PAKFA hajtóművének fejlesztésében és gyártásában érintett Sztaturm és Szaljut cégek évek óta rivalizálnak egymással.

A moszkvai Szaljut létrehozta a saját tervező irodáját, hogy ne legyen szüksége a Sztaturm részéről nyújtott szakmai támogatásra. Ennek többek között az lett a következménye, hogy Szaljut tervezte a hajtómű tolóerővektor vezérlő modulját a PAKFA hajtóműve részére. A modul a Szentpéterváron települő Klimov NPO hajtóműtervező és gyártó szervezettel kooperációban lett kifejlesztve ahelyett, hogy adoptálta volna a Sztaturm által kialakított konstrukciós modifikációt.

A két cég tervezőcsoportjai versenyeztek a PAKFA hajtóművére vonatkozó szerződésért, amit végül is a Sztaturm nyert el, amely az AL-31F hajtómű 117S modernizált változatából leszármaztatott fejlett hajtóművet fogja biztosítani a PAKFA számára.

A PAKFA hajtómű turbinájának belépő hőmérséklete 2000 K körül lesz, ami szükségessé tette mindkét konstrukciós iroda részéről az általuk javasolt hajtóművek forró szekcióinak áttervezését.

A 2007-ből származó médiajelentések azt állították, hogy a Szaljut cég egy 153 kN tolóerőjű hajtómű fejlesztésén dolgozik, s a Sztaturm hajtómű pedig 145 kN tolóerővel rendelkezik. Az alacsonyabb tolóerőjű Sztaturm hajtómű választása a jelentések szerint az Orosz Légierő főparancsnoka, Vlagyimir Mihajlov tábornok múlt évi nyugalományaiba helyezésével kapcsolatos, aki korábban a Szaljut hajtóművet támogatta.

Vissza a tartalomhoz >>>

A TESZTELÉSEK ÉRVÉNYESÍTIK A WATCHKEEPER RENDSZERT
(JANE'S DEFENCE WEEKLY, 2008. 08. 20 p. 15.)

A fejlesztés alatt álló Watchkeeper pilóta nélküli repülőeszköz biztosítani fog egy hírszerző, megfigyelő, célbefogó és felderítő (Intelligence, Surveillance, Target acquisition and Reconnaissance - ISTAR) teljesítőképeséget az Egyesült Királyság erői számára. A fejlesztési program keretében végrehajtott tesztek eredményei alapján ez év augusztus 12-én érvényesítésre került az UAV eszköz Magic Atols néven ismert automatikus fel- és leszálló rendszere. Az Elbit Hermes 450 UAV eszközébe beintegrált rendszer önállóan működőképes architektúrával rendelkezik és a fel- és leszállás folyamán egy redundanciát (tartalékolást) biztosít, mivel kiküszöböli a GPS rendszer használatának szükségességét. A tesztelő repülések július 23-án kerültek végrehajtásra az Izraelben lévő Megido repülőtéren.

A Watchkeeper UAV rendszer fejlesztését a Thales U.K. cég végzi az izraeli Elbit Systems céggel együtt, s a rendszert a Leicesterben lévő UAV Tactical Systems Ltd. cég fogja gyártani. A rendszer magába foglalja a fejlett szintetikus apertúrájú fedélzeti lokátorral, földi mozgó cél indikátorral, elektro-optikai, infravörös, lézeres célkiválasztó szenzorokkal, valamint a minden időjárási viszonyok közötti alkalmazhatóságot biztosító jégtelenítő rendszerrel ellátott UAV eszközt és a hálózatba szervezett elosztást biztosító földi irányító állomásokat. A tervek szerint a rendszer 2010-ben lép szolgálatba.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

A B-1B BOMBÁZÓ REPÜLŐGÉPRE SZERELT SNIPER KONTÉNER DEBÜTÁLÁSA AFGANISZTÁNBAN
(JANE'S DEFENCE WEEKLY, 2008. 08. 20 p. 32.)

Az U.S. Légierő (USAF) AN/AAQ-33 Sniper fejlett célkiválasztó konténerrel (Advanced Targeting Pod - ATP) felszerelt Rockwell B-1B Lancer stratégiai bombázó repülőgépe végrehajtotta az ATP hadműveleti debütálását Afganisztánban.

Az USAF szerint a 34-edik Expedíciós Bombázó Század (Expeditionary Bomb Squadron - EBS) állományába tartozó B-1B a Lockheed Martin cég által gyártott ATP konténerrel használta augusztus 4-én az ellenséges földi célok sikeres kiválasztására, mielőtt a repülőgépről ledobásra került egy inerciális navigációs rendszer (INS) és műholdas navigációs rendszer által irányított GBU-38 JDAM (Joint Direct Attack Munition - közös közvetlen támadást biztosító bomba).

A Sniper ATP nagy hatótávolságú precíziós célkiválasztó rendszer megnövelt célazonosító képességet biztosít a repülőgép személyzete részére és lehetővé teszi számára a földi célok felderítését és elemzését egy valószínűségi képen keresztül.

Az ATP beintegrálása a B-1B bombázó repülőgépbe egy sürgős hadműveleti követelmény kielégítésére vonatkozó kérést követően került végrehajtásra. A kérést az USAF harci erőkkel szemben támasztott követelményeket kidolgozó osztálya vetette fel 2006 júliusában. E kérést követően a kongresszus 24,7 millió USD-t jelölt ki a beintegrálási program számára.

2001 óta a Sniper ATP már beintegrálásra került különböző USAF platformokba, beleértve a Boeing F-15E Strike Eagle, a Lockheed Martin Block 30/40/50 sorozatú F-16 és a Fairchild-Republic A-10 közvetlen támogatást biztosító repülőgépeket.

A légierő tájékoztatása szerint az egyik fő okát annak, hogy a B-1B stratégiai bombázó repülőgépbe csak most kerül beszerelésre a Sniper ATP az képezi, hogy az Egyesült Államok és a volt Szovjetunió közötti Stratégiai Fegyverzet Csökkentési Szerződés részeként a B-1B a nem-nukleáris fegyverek alkalmazására képes stratégiai bombázó repülőgépként lett kategorizálva, s az USAF számára meg lett tiltva a külső konténerek felszerelése a repülőgépre.

Az ATP felszerelésének biztosítására B-1B sárkányszerkezetét ki kell egészíteni egy függesztő csomóponttal alul a törzs jobb oldalán közvetlenül a személyzet gépbe jutására szolgáló ajtó mögött és a mellő futómű gondola előtt, valamint kiterjedt fedélzeti elektromos és avionikai módosításokat kell végrehajtani, hogy lehetővé váljék a Sniper üzemeltetése a repülőgép meglévő avionikai berendezéseivel. Mintegy 45 nap szükséges a B-1B módosítására a Sniper ATP konténer hordozásának és alkalmazásának biztosítására.

Az USAF tájékoztatása szerint a 379-edik Légi Expedíciós Wing-hez kijelölt összes B-1B hamarosan fel lesz szerelve Sniper ATP konténerrel.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

TOUCH AND GO

A Lockheed Martin cég folytatja a harcot, hogy lendületbe jöjjön a közös csapásmérő vadászrepülőgép (JSF) különböző problémák miatt lelassult repülési tesztelése. Az első F-35 további repülését ismét leállították egy szerkezeti komponens meghibásodása miatt, míg a második repülőgép a repülések olyan hosszú idejű megszakítása felé halad, amely el fog tartani a jövő év elejéig.

A problémák nem hatnak ki a program általános menetrendjére, azonban megakadályozzák, hogy bizonyos kulcsfontosságú veszélyek már korán kiküszöbölésre kerüljenek. E veszélyek magukba foglalják az Ausztrália által finanszírozott kiegészítő zajsint teszteléseket olyan időben, amikor az F-35 külső környezetre való hatása egy problémává vált néhány nemzetközi partner számára.

Az első F-35 (az AA-1 jelzésű repülőgép) repüléseit leállították, s a gép várja a gondola szellőztető ventilátorok kijavítását, melyek biztosítják a hajtóműtér hűtését a földön. A helyzet emlékeztet azokra a túlmelegedési problémákra, melyek az F-22 vadászrepülőgépet üldözték, azonban a Lockheed állítása szerint az AA-1 esetében a helyzet unikális, csak az AA-1-re jellemző.

Bobby Williams helyettes programmenedzser szerint a probléma független a termikus kezelési rendszertől.

A gondola szellőztető ventilátorok hibamentes működése nagyon fontos, mivel ezek biztosítják a hűtőlevegő átfűvátását a hajtómű és a sárkányszerkezet közötti téren keresztül, s ezzel megakadályozzák a szerkezet sérüléseit a túlmelegedés következtében.

A ventilátor meghibásodások a Lockheed szerint nincsenek összefüggésben a termikus kezelési rendszerrel. Maga a termikus kezelés azonban Daniel Kunec JSF programiroda igazgató szerint a "legnagyobb kihívást" képezi az F-35 konstrukciójában.

A szellőztető ventilátorokat eredetileg a Boeing Sikorsky RAH-66 Comanche helikopter számára tervezték. A Comanche programot azonban törölték. Ezáltal a ventilátorok unikálisak az AA-1 számára, s csak az AA-1-nél kerültek felhasználásra.

A ventilátorokat tüzelőanyag veszi körül, amely hidegebb, mint a külső levegő, s a texasi Forth Worth-ot környező meleg és nedves levegőből lecsapódó pára bevonja a ventilátor egységeken belül elhelyezkedő áramköri kártyák felületét és korróziót okoz. A ventilátorok meghibásodásainak kijavítását a szállító Hamilton Sundstrand cég végzi, azonban a probléma végleges megoldásához és a repülések folytatásához új speciális védőréteggel kell ellátni a kártyákat.

Bob Williams szerint a probléma nem érinti a második F-35 repülőgépet, mivel az újratervezés során a szellőztető ventilátorokat áthelyezték, ami biztosítja a ventilátorokhoz való könnyebb hozzáférhetőségét, s a pára lecsapódási probléma elkerülését. A tervek szerint augusztus végére visszakerülnek a szellőztető ventilátorok az AA-1 repülőgépbe, s ezután néhány repülésre lesz szükség Fort Worth-ban, mielőtt a repülőgép a programhoz viszonyítva több mint egy hónapos késés után átrepül a kaliforniai Edwards AFB légi bázisra a tesztek végrehajtására. Az Edwards AFB magas sívati környezetben települ, s ezért aggályok merültek fel a konstrukció esetleges túlmelegedésével kapcsolatban.

Williams azonban lebecsüli ezeket az aggályokat annak ellenére, hogy az AA-1 nem foglalja magába azokat a konstrukciós változtatásokat, melyek bevezetésre kerülnek az F-35 termikus kezelési rendszerének megjavítására. Ezek többek között magukba foglalják a nagyobb hajtómű tüzelőanyag szivattyúk alkalmazását, melyek bevezetésre fognak kerülni az kezdeti gyártás (Low-rate initial production -LRIP) folyamán a maximális termikus kezelési teljesítőképesség biztosítására.

A termikus kezelés egy különleges problémát képez a lopakodó F-35 számára.

Daniel Kunec JSF programiroda igazgató szerint a szerkezetben kevés hőviszaverő felület van. Minden szerkezeti komponensnek van egy hőhőzartása és minden szerkezeti komponens hűtését a tüzelőanyag biztosítja. A felmelegedett tüzelőanyag vagy elég a hajtóműben, vagy pedig lehűtésre kerül a hajtómű ventilátor csatornáiban lévő hőcserelelkben.

Az F-22 vadászrepülőgéppel kapcsolatos tanulságokra alapozva az F-35-el szemben támasztott egyik követelmény az, hogy a repülőgép képes legyen üzemelni a földön 60 percen keresztül, 50 C °(120 F) külső hőmérsékletnél, a hőt teljesen elnyelt tüzelőanyag és teljes szoláris terhelés mellett. 2005 végén a rövid felszállás és függőleges leszállás alkalmazás (STOVL) F-35B változatú repülőgép még nem elégítette ki ezt a követelményt, azonban a konstrukció áttervezése után jelenleg már megfelel a műszaki előírásoknak.

A műszaki előírások kielégítése egy harcfeladat végén továbbra is kihívás marad a STOVL változat számára. Daniel Kunec JSF programiroda igazgató szerint az emelőventillátor egy hatalmas hőforrást képez, s egy harcfeladat végén kevés tüzelőanyag marad a hőelnyelés biztosítására. Ennek következtében a hőmérséklet hirtelen egy csúcspontra emelkedik. A követelmény jelenleg az, hogy biztosítani kell leszállás után egy 30 perces földi üzemeltetés lehetőségét.

Az AA-1 Edwards Légi bázisra történő áttelepülésének alapvető célja, hogy végrehajtásra kerüljenek a repülés közbeni hajtómű leállítások a kiszáradt tömence felett.

Az áttelepülés az Ausztrália által kért kiegészítő zajsint adatok gyűjtésére is felhasználásra kerül. Több országban nyugtalanság tapasztalható az F-35 által gerjesztett várhatóan nagy zaj miatt, ami a repülőgép 181 430 N (40 000 lb) tolóerejét figyelembe véve jelentősen erősebb lehet, mint a repülőgép által leváltásra kerülő F-16 vadászgépeknél. Norvégiában már olyan aggályok is felmerülnek, hogy kénytelenek lesznek egy új bázist felépíteni az F-35 számára, hogy elkerüljék a meglévő bázisok mellett lévő lakosság szembenállítását. Daniel Kunec arról tájékoztatott, hogy a Lockheed foglalkozik a környezettel kapcsolatos problémával, de szerinte sok a félrevezető tájékoztatás az F-35 zajával kapcsolatban. A repülőtérhez közel az F-35 zajsintje szerinte összehasonlítható a jelenleg rendszerben lévő vadászrepülőgépek zajsintjével, azonban a repülőtérrel távolabb a zajsint megközelíti, vagy elérheti a legmagasabb értéket. Az AA-1 305 m (1000 ft) magasságon végrehajtott átrepüléseinek összegyűjtött zajadatok szintén csúcspontoknál vannak.

Az F-35 által gerjesztett káros emissziók vonatkozásában megállapítható, hogy a nitrogénoxid (NOx) szintek meghaladják bármely korábbi repülőgép NOx szintjét a magasabb égőtér hőmérséklet miatt. A szénmonoxid és az elégetlen szénhidrogén szintek viszont lényegesen alacsonyabbak.

Az AA-1 ez év július 23-án hajtotta végre a 45-ik repülését, s utána a szükséges javítások és módosítások elvégzése céljából leállításra került. A BF-1 jelzésű első STOVL F-35B repülőgép pedig a június 11-i debütálása óta 9 alkalommal repült, s további 15 repülést fog végrehajtani hagyományos fel- és leszálló üzemmód alkalmazásával, mielőtt leállításra kerül a tervezett szerkezeti módosítások elvégzése céljából. A kikötött függések tesztelésének 2009. januárra történő elhalasztására vonatkozó döntés azt jelenti, hogy a repülőgép 2009 második negyedévéig nem fog repülni. A BF-2 jelzésű második F-35B ez év augusztus 17-én legördült a szerelősróról, azonban a következő év elejéig nem fog repülni.

Az eredeti terv szerint a STOVL propulziós rendszer kikötött függés üzemmódban történő tesztelését ez év október végén kellett volna végrehajtani, s a repüléseket pedig novemberben kellett volna folytatni. A program hivatalos képviselői azonban úgy döntöttek, hogy a tesztelést az áttervezett Pratt & Whitney F135 hajtómű beépítése utánra kell halasztani. Ennek következtében a maximális teljesítménnyel végrehajtandó kikötött függéssel kapcsolatos teszteset 2009 januárjára tolódik át, viszont elkerülhető lesz a tesztesetek megismétlésének szükségessége.

A kihatás minimalizálása érdekében a STOVL propulziós rendszer ajtóinak repülés közbeni nyitásával kapcsolatos kezdeti teszteléseket a megváltoztatott program alapján most a BF-1 repülésről való leállítása előtt, s nem pedig után fogják végrehajtani. E tesztesetek magukba foglalják az ajtók egymás utáni (egyszerre csak egy ajtó) kinyitását és a repülőgép kormányozhatósága minőségének ellenőrzését. Az elektromágneses hatásokkal kapcsolatos tesztesetek végrehajtása eredetileg a program későbbi szakaszában volt betervezve. A megváltoztatott program alapján ezeket szintén előrehozták, s akkor kerülnek végrehajtásra, amikor a BF-1-et leállítják a repülésről a konstrukciós módosítások elvégzésére.

A megváltoztatott program alapján a Lockheed most 2009 második negyedévében tervezi a vízszintes repülésről függőleges süllyedésre történő ("build-down") STOVL üzemmód szakasz repülési tesztelését, azonban az első teljes függőleges leszállás végrehajtásának dátuma még egyeztetésre szorul. Az eredeti terv szerint a BF-1 repülőgépet az U.S. Navy Patuxent River-ben (Md.) települő tesztelő központjába kellett volna átszállítani az első függőleges leszállás végrehajtására, de Bob Williams helyettes programmenedzser szerint ezzel kapcsolatban még folynak a megbeszélések a JPO programirodával, és nincs kialakítva a végleges terv.



A BF-1 jelzésű első STOVL változatú JSF repülőgép a levegőben

TÁJÉKOZTATÓ AZ F-16 REPÜLŐGÉPEK DB-110 FELDERÍTŐ RENDSZERÉRŐL
(JANES INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 2008. 08. p. 18.)

Marokkó 24 Block 52+ sorozatú F-16C/D vadászrepülőgépet fog beszerezni az U.S. külföldi katonai eladási (Foreign Military Sale IFMS) programja alapján. A beszerzés magába foglal négy Goodrich DB-110 felderítőrendszert az F-16 repülőgépek részére.

Az U.S. Légierő szerződést kötött a Goodrich ISR Systems céggel, melynek keretében a cég fogja biztosítani a Királyi Marokkói Légierő új F-16 vadászrepülőgépei számára a felderítő konténereket az adatkapcsolati rendszerekkel, földi üzemeltetési rendszerekkel és a kapcsolódó támogató szolgáltatásokkal együtt.

A DB-110 digitális kétsávú szenzor eredetileg az U.K. Királyi Légierő (RAF) számára lett kifejlesztve az ún. RAPTOR konfigurációban (Reconnaissance Airborne Pod for TORnado RAPTOR fedélzeti felderítő konténer a Tornado repülőgép számára). Később a konfigurációt átalakították, hogy elhelyezhető legyen az F-16 repülőgépen történő felhasználást biztosító konténerben.

A harcászati felderítőrendszer lehetővé teszi a repülőgépvezetők számára a nagy felbontóképességgel rendelkező képek készítését nappal, vagy éjjel olyan elektro-optikai szenzortechnológia felhasználásával, amely a látható hullámhosszúságú (0,55-0,9 µm) és középhullámú infravörös (3-5 µm) sávokban működik 130 km (70 nmi) távolságon és 12 192 m (40 000 ft) magasságon. A képek valós időben továbbíthatók a földön települő elemzők számára egy fedélzeti adatkapcsolati rendszeren keresztül, vagy tárolhatók egy szilárdtest adatrögzítőn.

A fedélzeti rendszer rendeltetése a harcászati műveletek támogatása. A rendszer önállóan működtethető a DB-110-zel, melyet a konténer felderítő kezelési rendszere vezérel. A képek a repülőgép vezetőfülkében lévő kijelző képernyőn láthatók, s ez lehetővé teszi a pilóta számára a célok verifikálását és olyan feladatok végrehajtását, mint pl. a harci sérülések és veszteségek felmérése.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

TÁJÉKOZTATÓ A FIRE SCOUT UAV ESZKÖZ FEJLESZTÉSÉRŐL
(JANE'S INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, 2008. 09. p. 31.)

A Northrop Grumman cég Fire Scout forgószárnyas pilótanélküli repülőeszköze (UAV) a tervek szerint 2010 novemberében fogja végrehajtani az első repülést az U.S. Army jövőbeli harci rendszerének (Future Combat System - FCS) IV. kategóriájú UAV eszközeként.

Az FCS IV. kategóriájú UAV programjának célja az, hogy biztosítson az U.S. Army részére egy olyan dandárszintű UAV eszközt, amely képes a repülő fedélzeti megfigyelés, célbefogás és aknamező felderítés (Airborne Surveillance, Target Acquisition and Minefield Detection - ASTAMID) feladatainak végrehajtására, a radar leképezésre, a földi mozgócél követésre és a vegyi veszélyforrások észlelésére, az adatok átjátszó állomásokon keresztül történő továbbítására és továbbfejlesztett változatainál a tervezett fedélzeti fegyverek alkalmazására.

A Boeing és a Science Applications International Corporation (SAIC) konzorcium egyik főbb alvállalkozójaként a Northrop Grumman cég az MQ-8B típuson alapuló nyolc UAV eszközt szállít a szimuláció, a repülési tesztelés, a rendszer modellezés és rendszerintegráció végrehajtását biztosító munkák csomagjával együtt. A 2010. novemberi első repülésen kívül az FCS IV. kategóriájú UAV eszközeinek programja tartalmazza az eszköz gyártóüzemen belül történő kvalifikációs tesztelését 2011-2012 folyamán, a korlátozott felhasználói tesztelést 2012-2013-ban, a kezdeti gyártás elsajátítását 2013-ban és a kezdeti hadműveleti teljesítőképesség (IOC) elérését 2014-ben.

A szerkezeti komponensek és jármű alrendszerek vonatkozásában az FCS IV. osztályú repülőeszközei (AVs) és az U.S. Navy MQ-8B típusa gyakorlatilag azonosak, s a különbségek csak az egyes haderőnemek követelményei alapján a harcfeleltatók végrehajtásának biztosítására kialakított fedélzeti berendezés készletekben jelentkeznek. Az FCS IV. kategóriájú platformot az alábbiak fogják jellemezni:

1. egy integrált harci terhelésvezérlő számítógép;
2. a közös harcászati rádió rendszeren (JTRS) alapuló kommunikációs adat közvetítő (átjátszó) képesség;
3. egy szélessávú képadat kapcsolati rendszer, amely még specifikálásra szorul;
4. egy forgótoronyba épített ASTAMID elektro-optikai/infravörös képalkotást biztosító rendszer;
5. lézeres céljelölés/távolságmérés;
6. aknakereső (aknavadász) képesség;
7. egy - még specifikálásra szoruló - SIGINT (jelfelderítő) csomag és egy JTRS rendszeren alapuló (30 MHz-től 3 GHz-ig terjedő frekvenciasávú) V/UHF repülőfedélzeti vezetési és irányítási (C2) adatkapcsolati rendszer.

A repülőeszköz potenciális fedélzeti fegyverzetének kialakítása vonatkozásában már elkészültek a vázlatok az MQ-8B sárkányszerkezet integrált fegyver függesztő csomópontokkal való felszerelésére, és egy univerzális fegyver pilon felszerelő csatlakozóaljzat szárnycsomókba történő beépítésére, valamint egy képesség biztosítására 181 kg-nál kisebb fegyverteher emelésére.

Egyébként az arizonai Yuma Proving Ground tesztelő lőtér fölött 2005 júliusában végrehajtott tesztelések folyamán egy RQ-8A eszköz sikeresen demonstrálta egy 70 mm-es (2,75 hüvelykes) nem irányítható rakéta indítását.

Az FCS IV. kategóriájú UAV eszköze valószínűleg logisztikai feladatok végrehajtására is alkalmazásra kerülhetne, melyek során biztosíthatná az előretolt területeken lévő csapatok utánpótlását 272 kg-nál kisebb tömegű terhek szállításával a kijelölt rendeltetési ponthoz viszonyítva 5 méteren belüli pontossággal.

A szállítandó terhek vonatkozásában a változatok magukba foglalhatnák víz, tüzelőanyag és a hordágyak szállítását és az UAV eszköz még a C2 kapcsolat megszakadása esetén is képes lenne a repülés önálló folytatására a beprogramozott leszállási zónáig.

[Vissza a tartalomhoz >>>](#)

A Northrop Grumman és a Raytheon Space and Airborne Systems (RSAS) cégek két új, aktív elektronikus pásztázást alkalmazó antennarendszerrel (AESA) ellátott szenzorral kívánnak megjelenni az F-16 tűzvezérlő fedélzeti lokátor piacon, melyek az alábbiak:

1. a Scalable Agile Beam Radar (SABR);
2. a Raytheon Advanced Combat Radar (RACR).

A SABR fedélzeti lokátort elsősorban az újgyártású F-16 vadászpilóta repülőgépek fedélzetére történő beépítésre, valamint egy modernizációs program keretében a jelenleg meglévő F-16A, B, C, D változatú vadászpilóta repülőgépek fedélzetére történő beépítésre tervezték. A Northrop Grumman Electronic Systems' Aerospace Systems Division üzemegeységének marketing és üzletfejlesztési igazgatója, Mark Gaertner szerint a SABR egy "hatodik-generációs" szenzor, amely magába foglal egy AESA antennarendszert, egy vevő/rezgésgerjesztő/processzor egységet (receiver/exciter/processzor - REP) valamint egy célorientált berendezés tartókeretet.

A szenzor egy hőcserélővel (s a hozzátartozó szivattyúval és szűrővel), valamint egy antenna teljesítmény konverterrel is el van látva. A modernizációs program keretében történő beépítéshez a repülőgépről le kell szerelni a meglévő fedélzeti lokátor processzorát, vevő/rezgésgerjesztő egységét, haladóhullám csöves adóját, antennarendszerét és berendezés tartókeretét.

Gaertner szerint a SABR beilleszthető az F-16 meghatározott tápenergia ellátó- és hűtőrendszerébe és szerkezeti módosításokat nem igényel. A SABR biztosítja a meglévő pilóta - repülőgép interfész fenntartását és tömege kisebb a leváltásra kerülő jelenlegi fedélzeti lokátor tömegénél.

Az információk szerint a SABR működési üzemmódjai magukba foglalják a légi harc önálló, szektor és programvezérelt kutatási üzemmódot, légi harc üzemmódot, több cél követési üzemmódot és az AIM-120 rakétatámogatási üzemmódot.

A SABR levegő-felszín funkciói magukba foglalják a földi térképezést, a földi mozgócél kijelzést, a felszíni sugárzó és levegő-felszín távolságmérést.

A kiegészítő képességek magukba foglalják a navigáció támogatást, az elektronikus hadviselés biztosításának bizonyos elemeit, az adat kommunikációt.

A SABR fedélzeti lokátor földi tesztelése végrehajtásra került. A repülési tesztelést a Northrop Grumman cég tulajdonában lévő Sabreliner repülő próbapad fedélzetén 2008 novemberében fogják megkezdeni, s az F-16 vadászpilóta repülőgépekbe beépítve pedig várhatóan 2009-ben kerülnek végrehajtásra a repülési tesztelések.

Az RACR a Raytheon Space and Airborne Systems (RSAS) cég új vadászpilóta repülőgép fedélzeti rádiólokátora, amely a cég által kiadott tájékoztató szerint "egy ötödik generációs szenzor teljesítményét biztosít negyedik generációs vadászpilóta repülőgépek részére". Az RACR fedélzeti lokátort elsősorban a nagysebességű sugárhajtású vadászpilóta repülőgépekbe egy modernizációs program keretében történő beépítésre tervezték. A vadászpilóta repülőgép típusok felsorolása magába foglalja az F-16A, B, C, D és az F/A-18A, A+, B, C, D típusváltozatokat.

A Raytheon Tactical Airborne Systems (RTAS) stratégia és üzletfejlesztési igazgatója, Mike Henchey szerint az X - sávú (8-12,5 GHz) RACR fedélzeti lokátor egyszerűen beépíthető a fentebb felsorolt vadászpilóta repülőgép típusváltozatokba és előnyösen felhasználja azok meglévő energiaellátó és egyéb fedélzeti rendszereit. Az RACR fedélzeti lokátor folyadék-levegő hőcserélőt alkalmaz a hő elvonására, s a korábbi fedélzeti lokátorokhoz viszonyítva a teljesítményében háromszoros, a megbízhatóságban pedig tízszeres növekedést biztosít.

A Jane's International Defence Review információi szerint a Raytheon cég több mint egy évet dolgozott az RACR fedélzeti lokátor fejlesztésén. Az RACR kompatibilitását az F-16 típusal a cég úgy demonstrálta, hogy beépített egy formahű RACR makettet az USAF egyik Fighting Falcon vadászpilóta repülőgépébe.

A RACR fedélzeti lokátor a Raytheon cég meglévő vadászpilóta repülőgép AESA technológiáját is felhasználja (különösen az AN/APG-79 fedélzeti lokátornál alkalmazott technológiát) és felhasználja a hőcserélővel kapcsolatos fejlesztést, ami eredetileg a német F-4F megnövelt harci hatékonyság (Improved Combat Efficiency - ICE) program számára került végrehajtásra.

Bár a fedélzeti lokátort elsősorban az F-16 és F/A-18 típusok részére tervezték, a Raytheon - Mike Henchey szerint - arra számít, hogy az RACR kompatibilitása "számos más repülőgéptípussal" is biztosítható lesz.

Henchey kiegészítőleg elmondta, hogy az RACR és kapcsolódó processzor technológiája egy integrált radar/elektronikus hadviselés (EW) teljesítmény kialakításának lehetőségét is kínálja, amely magába foglalhatná a digitális radarfigyelmeztetést (digital radar warning), a fejlett elektrooptikai (EO) leképezést, s a radar kommunikációs eszközként történő felhasználását. Ez utóbbi funkcióval kapcsolatban Mike Henchey kihangsúlyozta, hogy a Raytheon cég már demonstrált egy Radar Common Data Link (RCDL) szoftver/hardver csomagot, amely lehetővé teszi egy AESA lokátor felhasználását olyan digitális adatok adására és vételére, mint pl. a szintetikus apertúrájú radarképek.

Henchey bízik abban, hogy az RACR fedélzeti lokátor végső fejlesztésének és gyártásának megvalósítása egy "két-három éves" finanszírozási (elsajátítási) szerződéskötési cikluson belül a jelenleg meglévő AESA technológiára támaszkodva elérhető.



A SABR AESA tűzvezérlő lokátor makettje



A Raytheon cég RACR AESA tűzvezérlő lokátora az USAF F-16 repülőgépébe beépítve