

**MCDONNELL
DOUGLAS**



F-15 EAGLE

NEGYVENÉVES A SAS



Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	5
2.	A F-X program és előzményei	6
2.1.	A kezdetek.....	6
2.2.	John Boyd és az Energia-manőverezés elmélete.....	8
2.3.	Irányváltás az F-X programban	13
3.	A Sas megszületik.....	19
3.1.	Út a prototípusig.....	19
3.2.	A sas felszáll, út a sorozatgyártásig.....	23
4.	Egy ragadozó anatómiája	35
4.1.	Általános kialakítás, aerodinamika, sárkányszerkezet	35
4.1.1.	Aerodinamikai kialakítás	35
4.1.2.	A szárny és vezérsíkok méretei és jellemzői.....	40
4.1.3.	Sárkányszerkezet, felhasznált szerkezeti anyagok	41
4.1.4.	Szervizpanelek, rendszerek külső csatlakozási pontjai	47
4.1.5.	Röntgenrajz, F-15C.....	50
4.2.	Hajtóművek, tüzelőanyag-, hidraulika és elektromos rendszer	52
4.2.1.	Hajtóművek, szívócsatorna.....	52
4.2.2.	Tüzelőanyag rendszer, hatótávolság	70
4.2.3.	Hidraulika- és elektromos rendszerek, AMAD, CGB.....	82
4.3.	Fegyverzet, elektronikai- és önvédelmi rendszerek.....	88
4.3.1.	Légiharc fegyverzet.....	88
4.3.1.1.	Általános ismertetés.....	88
4.3.1.2.	Kis hatótávolságú légiharc fegyverzet	89
4.3.1.3.	BVR légiharc fegyverzet	99
4.3.1.4.	Újgenerációs rakétafegyverzet.....	107
4.3.1.5.	Export változatok légiharc-fegyverzete	110
4.3.2.	Levegő-föld fegyverzet.....	112
4.3.3.	Elektronikai és önvédelmi rendszerek	119
4.3.4.	MSIP I/II modernizáció és további fejlesztések.....	134
4.4.	Pilótafülke	137
5.	A Sas szolgálatban	154
5.1.	Pilóták kiválasztása, kezdeti nehézségek.....	154
5.2.	A Sas bemutatkozik.....	157
5.2.1.	Teljesítmény és fegyverzet	157

5.2.2.	Harcászati gyakorlatok, ACEVAL / AIMVAL.....	159
5.3.	Hajtóműproblémák.....	163
5.4.	Sasfiókák, a flotta bővül.....	167
5.5.	Repülésbiztonsági mutatók.....	170
5.6.	„Unalmas hétköznapiak”.....	177
6.	Különleges változatok.....	185
6.1.	Streak Eagle.....	185
6.2.	F-15 ASAT.....	193
6.3.	F-15 STOL/MTD & ACTIVE.....	199
7.	Külföldi Sasok.....	200
7.1.	Izrael.....	200
7.2.	Szaúd-Arábia.....	213
7.3.	Japán.....	217
8.	Ragadozók akcióiban.....	220
8.1.	Sasok az olajfák földjén.....	220
8.1.1.	A Baz bemutatkozik.....	220
8.1.2.	Békét Galileának hadművelet.....	226
8.2.	A második Öbölháború.....	233
8.2.1.	A konfliktus előzménye.....	233
8.2.2.	A Sivatai Pajzs.....	234
8.2.3.	A szembenálló erők.....	237
8.2.4.	A Sivatai Vihar.....	242
8.2.5.	A hadművelet értékelése.....	267
8.3.	Sasok a Balkán felett.....	272
8.3.1.	Az Allied Force előzménye.....	272
8.3.2.	Allied Force.....	272
8.4.	Összefoglalás.....	282
9.	Eagle a XXI. században.....	283
10.	Források, linkek, ajánlott irodalom.....	288

Előszó

A típusismertető alapoz a már korábban megjelent írásaimra,¹ ezért nem magyarázok meg mindent, ha ez már megtörtént korábban, például a „*Gondolatok a légi harcászatról*” és a „*Haditechnikai összefoglaló*” című írásokban.

A típusismertető kékháttérű, keretes részeiben személyes, vagy éppen tárgyalt téma kapcsán általános érvényű megjegyzések találhatóak, amik nem feltétlen kapcsolódnak konkrétan az F-15-höz, de ha már szóba került a Sas kapcsán, akkor érdemes kicsit kitekinteni. Ezek a részek részben a Haditechnikai összefoglalóba tartozó információk lennének, de az F-15 egy adott rendszerének megértéséhez is szükségesek.

A gép szovjet / orosz ellenpárjával, a Szu-27-tel időnként – néhány mondat vagy gondolat erejéig – összevetem a Sas képességeit, fegyverzetét vagy egyéb rendszereit, azonban ez egzakt módon csak korlátozottan tehető meg. Kővári Lászlótól tíz éve jelent meg egy háromrészes cikksorozat az Aranyas magazin 2002-es évfolyam augusztusi, szeptemberi és októberi számaiban. Ez mellékletben letölthető. A cikksorozat nagyjából pontos, azonban az eltelt tíz év során némileg elavult és egyes dolgok pontatlanok benne. Ettől független jó alap.²

A cikkben ismertetett műszaki tartalomnál részletesebb és hosszabb leírást is képes lettem volna elkészíteni, azonban az érthetőség és a terjedelem kiegyensúlyozottsága miatt ezt találtam megfelelőnek, ezen felül idő sem jutott volna egy ennél hosszabb mű megírására. (Így sem készült el az első felszállás 40. évfordulójára.) Ugyanezen okok miatt csak említés szintjén szerepelnek a cikkben a csapásmérő változatok. Egyszer talán róluk is készül egy terjedelmesebb ismertető.

A típusismertető elsősorban a '90-es évek közepéig-végig vázolja fel a Sasok történetét, azon túl a gépeken végrehajtott fejlesztéseket már nem voltam képes korrekten lekövetni, ezért csak vázlatosan ismertetem azokat, meg amúgy is, ez az időszak volt mozgalmas a vadászváltozatok számára. Ha valamiben nem voltam biztos, akkor néha egyáltalán nem foglalkoztam vele, de minimum feltüntettem az esetleges kérdőjeleket az adott téma kapcsán. A különböző időszakok közötti fő eltéréseket kiemelem, de nem mindent, hiszen a gépek szolgálata alatt rengeteg kisebb-nagyobb változtatás és fejlesztés történt, de ezek nem mindig érintették a teljes flottát.

A cikk számtalan kérdést felvet, amire gyakran nem tud választ adni, azonban érdemes legalább foglalkozni és töprengeni rajtuk, mert hozzájárulnak a nagy összképhez és más gépek képességeinek megértéséhez.

A külföldi pilóták, politikusok és egyes szovjet/orosz fegyverrendszerek nevei többnyire angolszász formában kerültek be az cikkbe, ahogy a támaszpontok is, nem a magyar helyesírás szabályai szerinti fonetikus átírással.

¹ <http://htka.hu/author/molnibalage/>

² A cikk szerzőjének megjegyzése.

1. Bevezetés

1972. július 27-én egy sas emelkedett a levegőbe, de nem egy, a természetben megtalálható közönséges példány. Az F-15 Eagle első prototípusa ezen a napon szakadt el először az anyaföldtől. Ekkor még senki nem sejtette, hogy mennyire sikeres és időtálló konstrukciót sikerült megalkotni a tervezőknek és azt, hogy milyen hosszú és eseménydús szolgálat vár majd az új vadászgépre.

A típus kifejlesztése az alapkoncepciótól a sikeres vadászgépig egyáltalán nem volt zökkenőmentes. Az alapvető paramétereket és követelményeket megfogalmazók kezdetben egyenesen tévutakon jártak. A típus megszületése nagymértékben volt köszönhető emberek egy igen szűk csoportjának, akik nem fogadták el az akkori idők általános szemléletét. „Fű alatt” végzett tevékenységükkel – előfordult, hogy felhatalmazás vagy felsőbb utasítás nélkül cselekedtek – lehetővé tették, hogy a F-X³ program a helyes ösvényt járja be, és ne jusson a csapásmérőként később rendkívül sikeressé váló, de vadászgépként teljesen alkalmatlan F-111 sorsára.

Az F-15 kifejlesztésnek sajátos vadhajtsa lett a Légierő könnyűvadász programja (Lightweight Fighter, LWF), ami később az F-16 Falcon (Sólyom) típus megszületéséhez vezetett. Az LWF tender vesztés résztvevőjének áttervezésből (YF-17 Cobra) hozták létre a későbbi F/A-18 Hornet többfeladatos vadászgépet a US Navy⁴ számára, ami lényegében hasonló funkciót töltött be, mint az F-16 az USAF⁵ színeiben. Ez az egyetlen köztes méretű – F-16-nál nagyobb, F-15-nél kisebb – típus töltötte be a Haditengerészet számára, a „*csapásmérése is alkalmas, de alapvetően manőverező légi harcra tervezett könnyű vadászgép*” funkciót.⁶

A „tinédzser széria” vadászgépei – az F-14 Tomcat típust leszámítva – ugyanazon alapkoncepcióból születtek meg, ami a Sast életre hívta, persze némi változtatással a specifikus követelményeknek megfelelően az adott haderőnem részére. Az F-X program körül bábáskodók terelték helyes útra az amerikai vadászgépfjlesztést, a munkájuknak mai napig tartó hatása van a világon zajló minden vadászrepülőgép fejlesztési programra. Az F-X program során megfogalmazott alapkövetelmények egy része mai napig prioritással bír a vadászgépet tervezők számára. Lényegében az összes mai korszerű vadászgép az F-15 által keltett hullámokat lovagolja meg.

³ *Fighter Experimental – kísérleti vadászgép*

⁴ *Továbbiakban „a Haditengerészet” – az Egyesült Államok Haditengerészete – röviden.*

⁵ *A továbbiakban, a „Légierő” – az Egyesült Államok Légierője – röviden.*

⁶ *Az F-16A-nál kicsivel nehezebb volt, üres tömege kb. 3 tonnával nagyobb. Azonban az F-14 ~20 tonnás üres tömegével összemérve – az F-15A maximális felszálló tömege volt kb. ekkora – pehelysúlyú, alig 10 tonna. Minden fényezés ellenére a Tomcat finoman szólva nem volt igazán manőverező légi harcra teremt vadászgép, ezen még az F-14B erősebb F110-GE-400 hajtóművei sem sokat segítettek. A Hornet annyival volt több az F-16A/B-nél, hogy SEAD feladatok ellátására is alkalmas volt, a SEAD képesség csak F-16C/D egyes változatain jelent meg a '80-as évek végén, de igazából csak a '90-es évek elején.*

2. A F-X program és előzményei

2.1. A kezdetek

A TFX⁷ program által megfogalmazott és két haderőnem – Légierő és Haditengerészet – számára tervezett F-111 vadászgépként történő bukása után a Légierő továbbra is igényelt egy új, korszerű vadászgépet, de ezen felül közvetlen légi támogató szerepkör betöltésére is (CAS – close air support) egy alkalmas jelöltet kellett találni, mert erre a szerepre sem volt igazán alkalmas a típusa. Ebben a szerepkörben az F-5 és A-7 Corsair II gépek mérték össze tudásukat, ahol kiütéssel győzött a Corsair, amelynek mind a Légierő, mind a Haditengerészet rendszeresítette a típus különféle változatait.

Az F-X program alapvető célja volt az F-4 Phantom II kiegészítése, illetve később már egyenesen a leváltása vadász feladatkörben egy minden téren potensebb vadászgéppel. A program indulására alapvető hatással bírt az, hogy az USAF „megsértődött” az F-105 program leállítása és a „rájuk tukmált” F-4 Phantom II miatt, amit eredetileg a Haditengerészet számára fejlesztettek ki. Bár az F-4 Phantom II nem többfeladatos gépnek készült, de lényegében annak használták már a vietnámi háborúban is. Az a tény, hogy a kisebb és szubszonikus A-4 Skyhawk típussal összevetve – első vonalbeli nagyon drága szuperszonikus vadászgéppel is csapásmérő feladatkört láttak el, némi kihatással bírt később az F-X követelményrendszerének megfogalmazásakor is.

Az F-X program kiírása során, még a kezdet kezdetén Gabriel P. Disoway tábornok felhívta arra a figyelmet, hogy az F-X programban tervezett repülőgép feladatkörét szűkítsék le és csak egyfeladatos vadászgép legyen, mert a csapásmérő feladatkör betöltéséhez szükséges követelmények teljesítése veszélyeztetné a gép légiharc-képességeit. Ezt a javaslatot vezérkari szinten elutasították.

1965 decemberében tizenhárom gyártót kértek fel F-X programban való részvételre. Ekkor még csak tanulmány (parametric study) szinten mozgott a program, amelynek egy többfeladatos repülőgép létrehozása volt a célja. A felkérésre nyolc pályázat érkezett. Az első szűrő után a Boeing, Lockheed és North American maradtak versenyben, őket kérték fel koncepcióterv készítésére 1966 tavaszán.

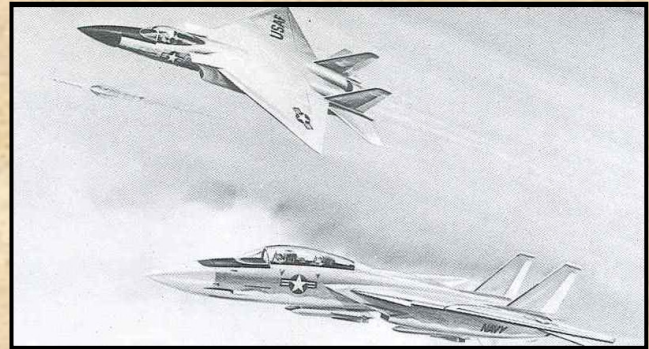
A követelmények ismeretében figyelembe véve az öt fő befolyásoló tényezőt a gép méretére és alapvető paramétereit tekintve – avionika, fegyverzet, manőverező képesség, hasznos teher, harcászati hatósugár és csúcsebesség – a cégek körülbelül 500 féle változattal álltak elő. A csapásmérő képesség miatt az a megegyezés született, hogy a gép csapásmérő képességét kiszolgáló avionikai rendszerének legalább az F-111 gépek Mark II csomagja által nyújtott képességeket el kell érnie, ami a kor alapvető elektronikai színvonalán azt jelentette, hogy a gép mérete és tömege nagy lesz.

Ekkor még szinte mindenki magától értetődőnek tartotta, hogy a változtatható szárnyállású kialakítás szükséges – egyedül a Northrop favorizálta a merevszárnyú konstrukciót – viszonylag magas kétáramúsági fokkal bíró hajtóművel. A gép beépített fegyverzetének kötelezően elő volt írva az M61 Vulcan gépágyú legalább 1000 darabos javadalmazással és négy darab törzs alatt hordozott látótávolságon túli célok leküzdésére alkalmas légiharcakréta. Ezen felül további legalább 4'000 font (~1800 kg) tömegű függesztmény hordozására képesnek kellett lennie a gépnek.

A tervek nagyjából 60'000 font (~27 tonna) körüli vagy azt meghaladó felszálló tömeggel rendelkező gépet vázoltak fel, az M2,7 csúcsebesség elérése különleges szerkezeti anyagok használatát tette

⁷ *Tactical Fighter Experimental – kísérleti harcászati vadászgép*

szükségessé igen nagy arányban. Ez, és az elvárt csapásmérő képesség mindenre utalt, csak olcsó vadászgépre nem...



A baloldali képen a 1968 eleji McDD⁸ koncepciója látható. A hajtóművek gondolában és még variaszárnyal bíró modell. A jobb oldali képen már egy későbbi, merevszárnyas elképzelés. A rajz érdekessége, hogy a VFX programban formát öltő F-14 is megtalálható rajta és megdöbbentően hasonlít a megvalósult formához.

Szinte az összes pályázó előnyben részesítette a gondolatokban történő hajtómű-elhelyezést a gép törzsébe építéssel szemben. Az F-111 tervezése során nagyon komoly problémát okozott a megfelelő szívócsatorna konstrukció megtalálása, ezért sokan fel sem merték vállalni az F-111-nél alkalmazott beömlőkhöz hasonló kialakítást.⁹

A koncepciókban felvázolt gépek szárnyterhelése 110 font / négyzetláb (~540 kg/m²) táján, tolóerő tömeg aránya légiharc-konfigurációban fékpadi tolóerővel kb. 0,75 érték körül volt prognosztizálható, természetesen némi szórással. 1967-es dollár árfolyamon a fejlesztési költségeket 760 millió dollárra becsülték, ez mai árfolyamon valamivel több, mint 5 milliárd dollár.

Ennél a pontnál több embert is sokként ért a benyújtott pályázatok alapvető műszaki tartalma. Mivel a gépek paraméterei közel voltak az elbukott F-111-hez, nem értették, hogy mi folyik itt. Úgy tűnt, hogy a Légierőnek sikerül kétszer ugyanazt a hibát elkövetnie. Bár az F-111 fejlesztésének kezdete óta több év telt el és a technológiai fejlődés nem állt le, nem számítottak arra, hogy az F-X program kimenete pozitív lenne. Alapvetően a „nagyobb géppel, magasabbra, gyorsabban és távolabbra” elv dominált, minden mást sutba dobva. A tervezett vadászgép koncepciója az éppen akkor zajló vietnámi háború kezdeti tapasztalataival totálisan szembement, ahol a fenti elképzelés igen hamar megdőlt, nem is akárhogyan. Ezen a ponton néhány szókimondó ember már nyomdafestéket nemigen tűrő módon nyilvánította ki véleményét...

A Légierő valószínűleg az F-104-el szerzett negatív tapasztalatok miatt nem látott fantáziát a korlátozott képességekkel bíró kisméretű vadászgépekben.¹⁰ Érdekes módon a pályázó cégekben fel sem merült az, hogy jelezzék azt, hogy az F-104 koncepciója az, ami hibás, ezen felül a gép első felszállása akkor már több mint egy évtizede történt. Nagyjából ugyanakkora méretű (tömegű) vadászgéppel és teljesen más aerodinamikai koncepcióval a gyakorlati tapasztalatoknak – vietnámi légi harcok – jobban megfelelő vadászgép lett volna akkor építhető.

⁸ A Douglas Aircraft Company (DAC) és a McDonnell Aircraft Corporation csak 1967 áprilisában olvadt össze és lett McDonnell Douglas, de az egyszerűség kedvéért mindig McDD rövidítéssel hivatkozok rájuk, még az egyesülés előtt is, amikor csak a DAC létezett.

⁹ HTKA.hu, F-111 cikk, 13. oldal

¹⁰ Bár az F-104 modernizált és később gyártott változatai máshol kiemelkedően hosszú – bár nem feltétlen sikeres, lásd NSZK – karriert futottak be, az USAF igen hamar túllépett a típuson, amit amúgy sem nagy darabszámban rendszeresített.

2.2. John Boyd és az Energia-manőverezés elmélete

John Boyd őrnagy 1966 májusában csatlakozott – pontosabban fogalmazva a Pentagon helyezte át más beosztásba – hogy értékelje a F-X programra beérkezett pályamunkákat. A programról alkotott véleményének megértéséhez szükséges karrierjének és munkásságának minimális ismerete.

Boyd aktív vadászpilótaként szolgált Koreában, azonban csak a háború legvégén. Légigyőzelmet nem ért el, de egy MiG-15-öt megrongált légi harcban. Azt hozzá kell tenni, hogy a kötelékben a vezérgép kísérőjeként repült, ezért nem igazán adódott alkalma, hogy sikert érjen el. A háború lezárása után a Nellis támaszpontra (Nevada) helyezték át. Kiváló műrepülő képességeit már akkor is elismerték azok, akik együtt repültek vele.

A koreai háború után a stratégiai bombázó erők úgymond „mindent vittek”, a vadászrepülőök alig kaptak figyelmet, kiképzésük színvonala hatalmasat zuhant. Gépágyús lövészet csak nem manőverező célra történt, a manőverező légi harc oktatását a légi harcra kétértelmű elterjedése szinte a kihalás szélére sodorta, csak néhány „konok és fafejű” pilóta tartotta fontosnak. A pilóták egyre gyorsabb és (ön)veszélyesebb gépeket kaptak. Ilyen volt pl. a F-100 Super Sabre, az USAF első gépe, ami képes volt vízszintes repülésben is átlépni a hangsebességet. Azonban hírhedten pilótagyilkos volt, különösen leszállás közben. Boyd azonban mestere volt a gépnek, az egyik legjobb – egyesek szerint minden idők legjobb – F-100 pilótája volt, de a Nellisen szolgálatot teljesítő pilóták között, az ott töltött idő alatt egészen biztosan.

A legenda szerint Boyd bármelyik Nellisen szolgáló Super Sabre pilóta mögé kerül – ez még nem jelentett tüzelési pozíciót, de attól már nem állt távol – 40 másodperc alatt úgy, hogy az ellenfele mögötte kezdte a fogócsókázást, és erre stílszerűen mindig feltett 40 dollárt. Boyd állítólag egyszer sem veszítette el a fogadást, amíg a Nellisen szolgált. (Ez volt „Boyd híres negyvenese”).

Boyd a Légierő ösztöndíj-programjának keretében felvételt nyert a Georgia Műszaki Egyetemre, azonban mielőtt áthelyezését kérte volna úgy döntött, hogy a Nellisen felhalmozott tapasztalataiból összeállít egy kézikönyvet, ami a pilóták alapvető képzését segítené a manőverező légi harcban. A közvetlen felettesei nem engedélyezték számára, hogy a szolgálati kötelességek alól felmentést kapjon, ezért a szabadidejében kellett dolgoznia a művén, amit 1960 elején fejezett be. Boyd távozása után a Nellisen működő *USAF Fighter Weapon School* az ő általa összeállított anyagot használta fel oktatási célokra.

Ennek az anyagnak a kibővített változatát 1961-ban publikálta az *Aerial Attack Study*¹¹ címmel. Elsősorban a vadászgépek közötti alkalmazandó manőverező légi harccal foglalkozott. A mű alapvető témája a „század vadászgép széria” (Century Fighter Series) gépeinek helyes alkalmazása manőverező légi harcban, de bombázók elleni harcászat is helyet kapott a műben. Boyd megközelítése rávilágított arra, hogy a manőverező légi harc igenis tanulható, és nem egyfajta művészet vagy sötét mágia, amire „születni kell”, és csak ösztönösen tehetséges pilóták képesek az elsajátítására. Természetesen a pilóta veleszületett képességei is számítanak, de ezek fejleszthetőek.

Boyd tanulmányait 1960 őszén kezdte meg, gépészmérnökként. 1962 telén egy évfolyamtársával folytatott eszmecsere során vetődött fel benne gondolat, hogy termodinamikai rendszerek leírására használt megközelítés – megmaradási törvények zárt rendszerek esetén – alkalmas lehet a manőverező légi harc mennyiségi modellezésre. Ez alatt azt kell érteni, hogy nem elégedett meg az olyan általánosan használt nagyrészt „elkent” statikus mutatókkal, amik nagyon látványosak, de valójában csak kis szeletét

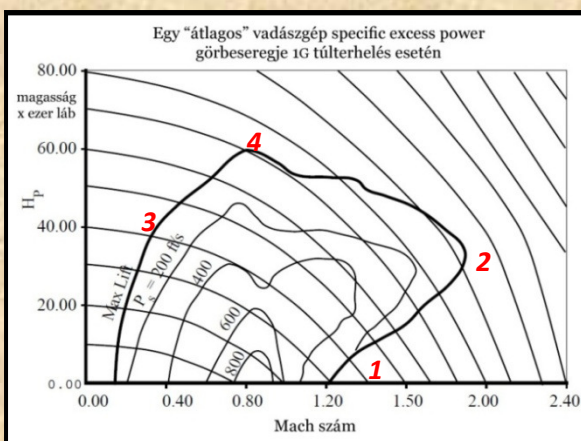
¹¹ <http://www.lulu.com/product/file-download/aerial-attack-study/4429957>

mutatják meg valóságnak vagy egyenesen tévútra viszik az embert.¹² Ilyen például a szárnyterhelés, fékpadi tolóerővel számolt tolóerő / tömeg arány.

Boyd megközelítése azon alapult, hogy a bármelyik repülőgép összehasonlítható legyen az adott repülési helyzetben egy másikkal **egyetlen fajlagos értékkel**, ami megmutatja, hogy az adott helyzetben a gép képes növelni helyzeti- vagy mozgási energiáját vagy sem. Az érték megmutatja azt, hogy az adott energiaszinten levő gép – mozgási és helyzeti energiájának összege – milyen gyorsan képes változtatni az energia szintjét az adott helyzetben. Ez az érték a *specific excess power*, (fajlagos teljesítményfelesleg) a továbbiakban P_s . Az érték pillanatról pillanatra változik, azonban a modell alkalmas volt a folyamatot kis időlépésekre bontva vizsgálni. Tehát nem csak egy adott pillanat modellezésére volt alkalmas, hanem egy konkrét manőver során az időben előrehaladva pillanatról pillanatra képes volt a P_s érték kiszámítására.

Ehhez minden pillanatban ismerni kell a gép pályáját, a rendelkezésre álló tolóerőt, a gép légellenállását, a szárnyakon (és a törzsön) ébredő felhajtóerőt, a gép állásszögét, bólintási szögét, pillanatnyi tömegét, pillanatnyi magasságát, a környezeti levegő sűrűségét és hőmérsékletét. Tehát egy meglévő gép esetén szükség van a meghatározott teljesítménygörbékre (*flight envelope / performance envelope*) legalább 1G vízszintes repülés esetén és a repülőgép polárgörbéjére.¹³ A P_s nem fékpadi tolóerő és egyéb statikus értékekből számolt fajlagos érték, az adott repülőgép hajtómű-, légellenállás és állásszög karakterisztikáját is figyelembe veszi. Persze emiatt borzalmasan sok bemenő adatot igényel. Azonban az egyetlen fajlagos érték, ami az adott pontban **egyértelműen megmutatja**, hogy mire képes a repülőgép. Összehasonlításkor, amelyik gépnek az adott helyzetben nagyobb a P_s értéke, az abban a helyzetben nagyobb teljesítménnyel rendelkezik. Pont.

Sajnos a cikk terjedelme nem teszi lehetővé a téma teljes mélységű matematikai elemzését – valószínűleg értelme sincs, hiszen nem valószínű, hogy az átlag olvasó megértené – ezért csak néhány egyszerű példán keresztül mutatom be a megközelítés hasznát és jó használható voltát az összehasonlításhoz.



Első körben azt fontos tisztázni, mi is az *flight envelope* görbe. A repülési teljesítmény tartományt ábrázolja adott paraméterek állandósága esetén. Alacsonyban a repülőgépre ható torlónyomás a korlátozó tényező (1). A magasság emelkedésével nő az elérhető sebesség. A repülőgép körül kialakuló lökeshullám rendszer miatt a 4. generációs gépeknél többnyire a Mach-szám a korlát nagy magasságban és nem a rendelkezésre álló tolóerővel elérhető maximális sebesség (2). A magasság növekedésével a levegő egyre ritkább, az átesési sebesség emiatt növekszik (3). A maximális repülési magasság esetén a gép által elérhető maximális sebesség esetén még éppen képes vízszintesen repülni, de sem emelkedni, sem gyorsulni nem tud (4). A manőverező légi harc szempontjából fontos tartomány jellemzően a M1,2 sebesség és 25 ezer láb (~8 km) alatti tartomány.

¹² Lásd a Különleges változatok fejezet, első pontját, a Streak Eagle-t.

¹³ Alapvetően szárnyprofilokra szokás értelmezni, de csak a szárny felhajtóerő/ellenállás erő karakterisztikája Reynolds szám és állásszög függvényében kevés az üdvösséghez, mert a repülőgép nem csak szárnyból áll. Ezért bírt alapvető fontossággal az igen sok időt és erőforrást igénylő kiterjedt szélcsatorna tesztelés a sokféle szárny és törzs kombinációra. Lásd később.

A fenti ábrán gyakorlatilag a *flight envelope* görbére ráhúzott P_s görbesereg látható, a 0, 200, 400, 600 és 800 láb/sec értékekkel ábrázolva. Látható, hogy a P_s adott magasságon változó sebesség mellett nem állandó. (A P_s nem dimenziótlan mennyiség annak ellenére, hogy fajlagos mutató.)

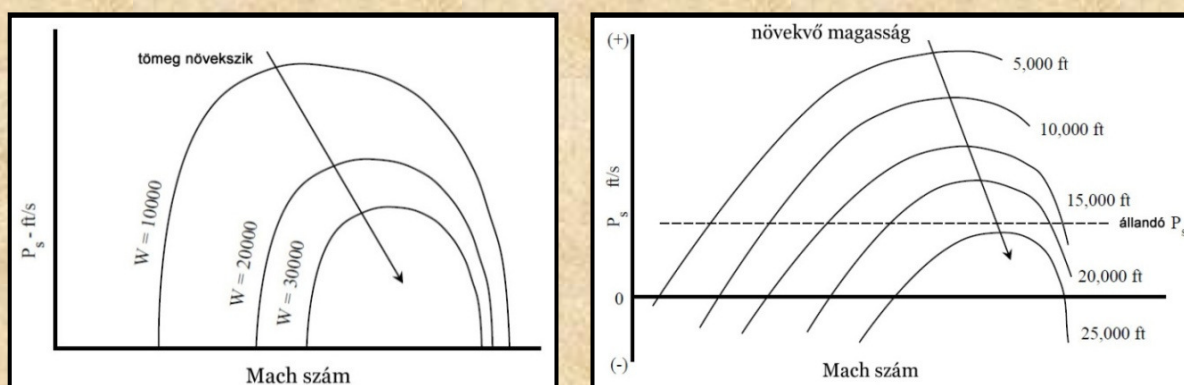
Az a pont, ahol a gép már csak vízszintes repülésre képes adott sebességen, és nem képes emelkedni vagy tovább gyorsulni, ott a $P_s = 0$. Ez azt jelenti, hogy a maximális sebesség közelében bármekkora a rendelkezésre álló tolóerő az adott magasságon, a gép lassulni fog, akár emelkedik, akár fordul.

Nézzünk egy másik példát. Ha a vadászgép mondjuk M0,8 sebességgel repül 10 ezer vagy más esetben 20 ezer lábon, akkor a gép gyorsulási paramétere eltér, hiszen P_s is eltérő. Mivel adott túlterhelésű manőverhez adott P_s szükséges, ezért kisakkozható, hogy a magasság emelkedésével a gépek manőverező képessége általánosan csökken. A kulcs az, hogy az adott gépre adott magasságon, adott sebességnél mekkora P_s jellemző. Ez a gép alapvető aerodinamikai kialakításától, a hajtómű tolóerő karakterisztikájától, és a gép pillanatnyi tömegétől függ.

Ebben a formában azonban nem lehetséges az egyes paraméterek hatásának külön-külön történő ábrázolása, tehát egy ilyen diagram esetén egyes főbb paraméterek állandóak vagy majdnem állandóak, mert kismértékű változása nem okoz nagy hibát.

Pl. ilyen a túlterhelés vagy a repülőgép tömege és légellenállása. Nyilvánvaló, hogy mondjuk egy maximálisan feltankolt F-15E teljes fegyverzettel nem képes olyan magasra emelkedni, mint csak légi harc fegyverzettel és 50% üzemanyaggal repülő ugyanolyan gép, a légellenállás is nagymértékben eltér azonos sebességnél és magasságon.

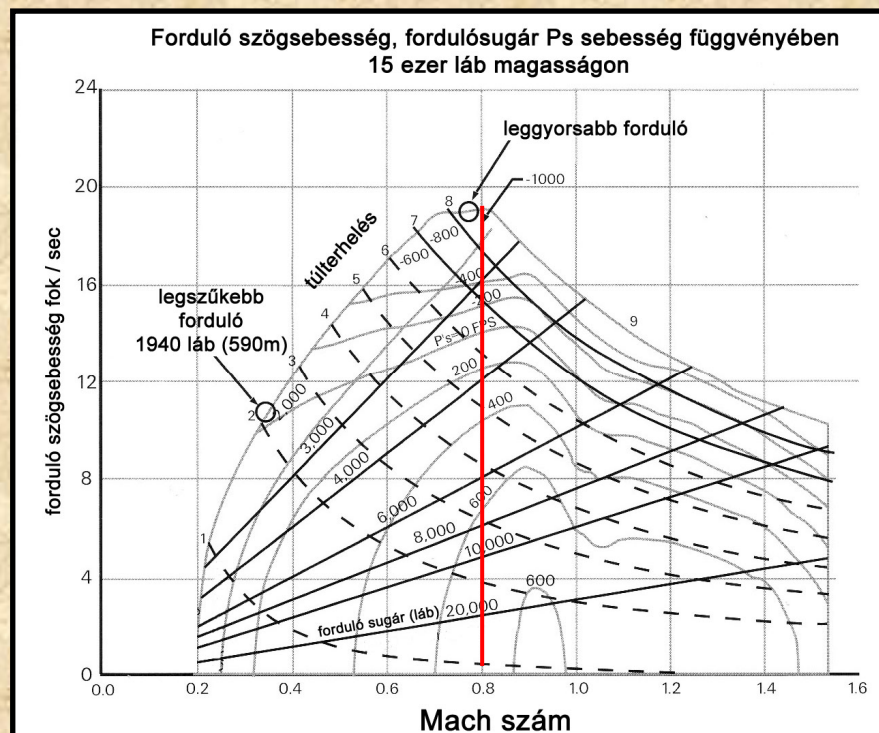
Egyes paraméterek hatását külön is lehet vizsgálni. A lenti képeken a tömeg és a magasság hatását láthatjuk jellegre helyesen a sebesség függvényében a P_s értékre.¹⁴ Látható, hogy míg az előző esetben a P_s görbék voltak a paraméteresek, most az Y tengely értéket képviselik, a vizsgálat céljától függően más-más ábrázolás a praktikus. Az igen sok változó miatt egyes változók értékeit rögzíteni kell, mert még egy további paraméter esetén már 3 dimenziós görbeseregek – ezek már felületek – ábrázolása lenne szükséges. Egy változó fixen hagyásával a térgörbéknek adott síkmetszetei kerülnek ábrázolásra.



A lenti ábrán az F-16A Block 1 típus, egy adott sebességen elérhető forduló szögsebességhez fordulósugarak, G értékek és a rendelkezésre álló P_s értékei láthatóak 15 ezer láb (~4,5 km) magasságban. Látható, hogy a túlterhelés és/vagy a szögsebesség növekedésével adott sebességen – függőleges metszet – hogyan csökken a fordulósugar és a repülőgép gyorsulási képessége. Látható továbbá, hogy kis

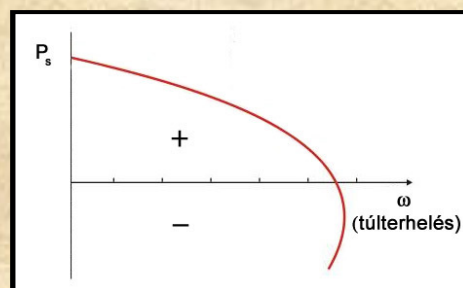
¹⁴ Tehát ez nem vonatkozik egyetlen konkrét repülőgépre sem, ezért nincs skálázva egyik tengely sem.

sebességeken nagy túlterhelésű manővert nem is lehet végrehajtani, egyszerűen nincs elég aerodinamikai felhajtóerő ahhoz, hogy a gép képes legyen fordulóra.



F-16A Block 1 P_s görbeseregei forduló szögsebesség és forduló sugár értékekkel, adott sebességen 15 ezer láb magasságon

Esetünkben a 9G feletti tartomány szerkezet-szilárdsági (strukturális) korlátozás miatt tiltott, tehát túl nagy sebességnél hiába lenne lendülete a gépnek, hogy jelentős sebességvesztés mellett végrehajtsa a manővert – a P_s nagyon nagy negatív szám – túlterhelési korlátozás van. Ez nem csak az abszolút túlterhelés maximumára, de a túlterhelés időbeli felfutását (sebességét), is befolyásolhatja. Az is jól látható, hogy a 8-9G-s tartományban ezen a magasságon 0,8 Mach táján a repülőgép olyan mértékben lassul, mint a vízszintes repülésben elméletileg elérhető legnagyobb gyorsulás. Ebből következik, hogy a P_s érték gyakorlatilag mindig egy adott ponthoz tartozó hajtómű teljesítménnyel van kiszámolva. Ez jellemzően vagy a maximálgáz vagy a maximál utánégető teljesítményen rendelkezésre álló tolóerőt jelenti az adott sebességen és magasságon.¹⁵



Szögsebesség – specific excess power diagram, adott sebességen és magasságon

Még egy további nagyon hasznos és szemléletes forma egy adott sebesség estén a fenti diagram egy metszete a P_s görbéről a forduló szögsebesség függvényében. Mivel adott sebességnél készül a metszete a forduló szögsebesség gyakorlatilag adott túlterhelésnek is megfeleltethető. Ezen felül, mivel a fenti diagram egy metszete (transzformáltja) került ábrázolásra, ezért az arra vonatkozó feltételek is azonosak, csak adott

¹⁵ A letölthető mellékletek között megtalálható néhány gép specific excess power görbéje, feltüntetve, hogy milyen állapotban érvényesek azok. Fegyverzet, gép tömege vagy üzemanyag mennyisége, hajtómű teljesítménye.

magasságra vonatkozik ez az ábra, tehát a vertikális manőverek összehasonlítására alkalmatlan. Látható, hogy a diagramok szinte tetszőlegesen egymásba transzformálhatóak a vizsgálat célja szerint. Természetesen az összehasonlítandó gépek görbéit egy diagramban ábrázolva az, aminek alapján el lehet dönteni, hogy melyik gép melyik tartományban jobb.

Az Energia-manőverezés elmélet célja tehát kettős volt. Egyfelől a már szolgálatban levő gépek összehasonlítására alkalmas eszköz volt – mikor és milyen helyzetben bír nagyobb P_s értékkel az adott gép egy másikkal szemben – másfelől egyes paraméterek szabadon hagyásával (szabadsági fok) meg lehetett határozni, hogy ha az egyik fő tényező nem teljesül – pl. nem áll rendelkezésre elegendő tolóerő – akkor pl. szárnyfelület növelésével adott profil alkalmazása esetén hogyan kompenzálható a gép teljesítménye. A gép optimalizálását lehetővé tette a főbb paraméterek ismeretében. Lényegében a légi harc alapvető taktikai fogásainak tükrében számszerűsíthetőek voltak az elvárások a gép fő paramétereinek tekintetében.

Ehhez persze szükség volt bemenő adatokra, ami sokszor erős becslésen alapult, a rendelkezésre álló technológia és a prognosztizált fejlődés figyelembevételével. A hajtómű(vek) tolóerő karakterisztikája például nehezen jósolható, de megfordítva a gondolatmenetet, ha a gép szélcsatornai tesztjei és nagyobb léptékű modellkísérletekből ismert a gép ellenállás- és felhajtóerő tényezője, akkor adott manőverező képesség eléréséhez kiszámolható, hogy mekkora tolóerőt kell biztosítani. Persze az megint más kérdés, hogy ezt mekkora tömegű és mekkora fajlagos fogyasztású hajtómű képes biztosítani, ami adott hatótávolság követelmény mellett meghatároz egy tüzelőanyag-mennyiséget. A hajtómű tömege és mérete, ezen felül az üzemanyag mennyisége a gép méretét és tömegét alapvetően befolyásolja, amitől adott magasságon erősen függ a P_s . Látható, hogy a tervezés és optimalizálás erősen iteratív folyamat. Az iteratív megoldási jellegből és a P_s érték igen sok tényezőtől való függése miatt az következik, hogy egyetlen manőver vagy csak egyetlen időpillanatban történő kiszámítása a P_s értéknek – és optimalizálása erre a tartományra a repülőgépek – a kor számítástechnikai kapacitásához mérve sok erőforrást igényelt.

Boydot az egyetem elvégzése után a Légierő Eglin támaszpontjára helyezték át Floridába. A támaszpont akkoriban a Légierő azon létesítményei közé tartozott, ahol a legújabb fegyverzetet és repülőgépeket tesztelték. (Valószínűleg) emiatt a támaszponton rendelkezésre álltak műszaki számításokra alkalmas számítógépek, nevezetesen legalább egy darab IBM 704 számítógép.¹⁶ A kor szintjén ez egy nagyon komoly teljesítménnyel bíró számítógép volt, az első, ami képes volt fix- és lebegőpontos műveletek elvégzésére is. A dolog szépséghibája az volt, hogy Boyd beosztása nem tette lehetővé, hogy gépidőt kapjon az E-m elmélet tanulmányának a befejezéséhez, ugyanis a támaszpont karbantartásért felelős tisztjeként szolgált (maintenance officer).

Itt jött a képbe Tom Christie matematikus, akivel az Eglin légitámaszponton találkozott. Képes volt megérteni Boyd elméletének a lényegét és átültetni gyakorlati alkalmazásra alkalmas formába. Ez egy működő és az adott erőforrásokat legjobban kihasználó szoftver megírását jelentette az E-m elmélet alapján. Először egy kisebb számítógépen próbálták ki a módszert, mielőtt Tom Christie segítségével hozzáfért a nagy IBM számítógéphez. A sebesség ekkor nem volt fontos, a program működőképességének vizsgálata volt a cél. Miután a módszer működött, átírta a programot a „nagyvasra”. A munkához viszont Christie különféle fedő sztorikat talált ki, hogy miért is van neki szüksége gépidőre, valójában azonban Boyd munkásságára használta fel az így megszerzett erőforrásokat. Első körben az F-86 és MiG-15 teljesítményét¹⁷ hasonlították össze az elmélet segítségével, lényegében ezzel ellenőrizni tudták a Christie

¹⁶ <http://inventors.about.com/od/computersandinternet/a/IBM701.htm>

¹⁷ Még a háború alatt egy észak-koreai pilóta, No Kum Szok dezertált és repült át Dél-Koreába, ezáltal nyílt lehetőség a gép tesztelésére.

által írt szoftvert. A program meglepően pontosnak bizonyult annak ellenére, hogy sem Christie sem Boyd nem volt aerodinamikai szakember. A hírszerzési adatok és a vietnámi tapasztalatok alapján később az F-4 Phantom II gépet hasonlították össze az újabb MiG vadászgépekkel.

Partizán-akciójukkal persze annak rendje és módja szerint lebuktak, és kaptak is némi fejmosást. Ne feledjük el, a hadsereg nem demokrácia, a kapott parancsok követése alapkövetelmény. Ezzel szemben ők az egyik legdrágább erőforrást használták – a gép ára és üzemeltetése nem két fillér volt – nem engedélyezett módon. Azonban, addig elvégzett munkával sikerült meggyőzni támaszponton működő *Air Proving Ground Center* parancsnokhelyettesét, Allman T. Culbertson dandártábornokot, aki támogatta őket a munka további folytatásában. Az Energia-manőverezés című tanulmányt Boyd és Christie 1964-ben publikálta, ami „akkorát szól”, hogy vezérkari szinten is felfigyeltek Boyd munkásságára. Látható, hogy Boyd már Energia-manőverezés elmélete előtt is letett ezt-azt az asztalra, de i-re ez tette fel a pontot, így került közvetlen kapcsolatba az F-X programmal.

2.3. Irányváltás az F-X programban

Tehát mindezek után térjünk vissza oda, hogy Boyd bekapcsolódott az F-X pályázatok értékelésébe. Boyd szerint az F-X program totális tévúton járt. Alapvetően nem értett egyet az elvárt maximális sebességgel (M2,7) és gép méretével. A variászárnyal kapcsolatban kifejezetten szkeptikus volt az alapvető teljesítmény paramétereire gyakorolt hatását tekintve.¹⁸ A variászárny miatti megszorítások a gép strukturális igénybevétele miatt korlátozzák a manőverező képességet. Az, hogy kellően erős szárnyat építsenek – mondjuk a 9G-s manőverekhez – túlságosan megnövelte volna a gép tömegét, nem állt rendelkezésre kellően erős hajtómű, hogy a gyorsulási képessége – ez gyakorlatilag adott P_s értéket jelent egy adott helyzetben – elérje az általa szükségesnek ítélt szintet. Még, ha lett volna is ilyen, akkor egy erősebb hajtómű fogyasztása a megfelelő hatótáv biztosításához több üzemanyagot kíván, ami nagyobb gépet jelent, ami nagyobb tömeget, tehát a hajtómű megint csak gyenge lesz. Ördögi kör...¹⁹

Boyd és követői – mert akadtak ilyenek – elérték, hogy 1967 tavaszára némileg ésszerűbb követelményrendszert támasszanak az új vadászgéppel kapcsolatban. A gép felszálló tömegét csak 40'000 font (~ 18 tonna) körülire lőtték be – Boyd még ezt is soknak tartotta – az elvárt maximális sebességet M2,3-2,4 tartományra csökkentették – ezzel a különleges szerkezeti anyagok aránya és a gép tömege is csökkent – de továbbra is elvárásaként fogalmazódott meg a variászárny.²⁰ Boyd a hajtómű kétáramúsági fokát alacsonyan²¹ akarta tartani legfeljebb 0,6 érték körül. A hajtómű kétáramúsági foka alapvető kihatással bír a hajtómű fajlagos- és abszolút paramétereire. Ilyen például a mért (keresztmetszet), tömeg fajlagos fogyasztás, tolóerő / tömeg arány, tolóerő karakterisztika, különös tekintettel a transzszonikus és

¹⁸ A variászárnyal együtt járó karbantartási gondokról akkor még nem tudhattak, de azért sejthető volt az, hogy a merev szárnynál karbantartás igényesebb ez a műszaki megoldás. A szárny élettartam problémája ekkor lehet, hogy fel sem merült, hiszen akkoriban egy vadászgépek nemigen szolgáltak 10-15 évnél tovább. Akkor még nem sejthették, hogy napjainkban a 25 éves vadászgép az a „nem is olyan öreg” kategóriát fogja képviselni.

¹⁹ A variászárny valóban megoldást jelentett az F-111 és az akkor még legfeljebb gondolatban létező F-14 számára a fel- és leszállási jellemzők javításában, de még az F-14 esetén sem biztosította a kellő aerodinamikai pluszt ahhoz, hogy manőverező légi harcban elégséges teljesítménnyel bírjon. Legyen bármilyen alacsony szárnyterhelése és csodálatos aerodinamikai kialakítása egy vadászgépnek, a függőleges manőverek során a tolóerő a kulcs, ezen a téren pedig mind az F-111 mind az F-14 teljesen totálisan elvézett.

²⁰ Bár ez csak az én magánvéleményem, de Boyd sejthette, hogy a gép tömegének ilyen arányú csökkentése magával vonja azt, hogy a variászárny egyszerűen a szerkezeti tömeg korlátozása miatt lényegében megvalósíthatatlan. Ezzel úgymond „láthatatlanul” a megfelelő irányba tolt a programot, legalábbis az ő szemszögéből nézve.

²¹ Az Air Force Systems Command 2,2-es értéket javasolt, ami ma is példátlanul magas értéknek számítna bármilyen szuperszonikus sebességre képes repülőgép esetén. Ehhez közeli értékkel bír a B-1B és a Tu-160 gépek hajtóműve.

alacsony szuperszonikus tartományban, ahol szerinte elemében kell lennie egy manőverező harca alkalmas csúcsragadozónak.

Azonban a Védelmi Kutatások Intézete (*Defense Research and Engineering*) azzal a javaslattal állt elő, hogy a Légierő és Haditengerészet új vadászgépe ugyanazon főbb kompresszor- és turbina fokozatokat használja – ez egységesítette volna az igen drágán kifejleszhető, optimalizálható és legyártható fő részeit – ezért Boyd a hajtómű optimalizálását egy időre félretette. (Ez egyébként később sem valósult meg.)

1967 júliusában történt azonban egy rendkívüli esemény, ami kis híján romba döntötte Boyd és csapatának addigi munkáját. A szovjetek – beteges titkolózásuktól merőben eltérően – nyílt repülőnapon mutatták be a nagyközönségnek számtalan új prototípus repülőgépet. Ezek között volt a későbbi MiG-25, MiG-23 vadászrepülőgép és Szu-17 néven rendszerbe állított csapásmérő is. A MiG-25 alapvető mérete és kialakítása nyilvánvalóvá tette, hogy a gép a vietnámi és az arab-izraeli háborúk során lezajlott légi harcok jellemző magasságán – de úgy alapvetően más magasságon is – teljesen alkalmatlan manőverező légi harcra. Legalábbis Boyd számára az volt. Ennek ellenére egyesek elvárták, hogy az F-X vadászgépnek ezzel a fenyegetéssel is meg kell birkóznia.²² A MiG-25 csúcsebessége csak nagyon nagy magasságban érvényesül, de Vietnám tanulsága éppen az volt, hogy ott vadászok között nincs manőverező légi harc. Tehát maga a „fenyegetés” is elég korlátozottan vagy egyáltalán nem értelmezhető az F-15 számára. (Megjegyzendő, hogy a MiG-25-tel is megbirkózott a gép, de erről majd később.)

1967 augusztusában egy második ajánlattételre kérték fel a repülőgépipar képviselőit, hogy ezúttal egy nagyjából 40'000 font felszálló tömegű gépre nyújtsanak be koncepció terveket. Alapvetően négy területet jelöltek meg, ahol részletesebb vizsgálatot vártak el. Szélcsatorna kísérletekkel történő alátámasztását a manőverező képességnek – az E-m elméletnél leírtak alapján érthető, hogy miért – az elvárt manőverező képességhez szükséges tolóerő biztosítását; az avionika + gép + fegyverzet együttesének további finomítását és annak tisztását, hogy a gép személyzete egy vagy két főből álljon. Ez utóbbi igen fontos, a gép tömegére gyakorolt hatása tonnákban mérhető. Látható, hogy ezen alapvető paraméterek tükrében az E-m elméletét felhasználva a gépek összehasonlíthatóak voltak, persze nem „tűpontosan”, hiszen koncepció szintjén sok paraméter csak becslést volt, bár elméletileg és modell kísérletek által részben alátámasztott.

Az ajánlattétel után nem sokkal csatlakozott Boyd csapatához Pierre Sprey, a Légierő egy másik teoretikusa.²³ Boydék 1967 végén megpróbálták még tovább könnyíteni a gépet – 33-35 ezer font (15-15,5 tonna) felszálló tömegig – ezzel még „izmosabbá” tenni annak ellenére, hogy a gőzerővel dolgozó cégek ekkor már elég szilárd koncepcióval rendelkeztek. A gép egyes képességeinek törlésével a gép árát is megpróbálták lejjebb nyomni. Próbálkozásuk az F-X program keretein belül nem járt sikerrel, de ekkor kezdődött az, ami később a már említett LWF programhoz vezetett.

1967. december elsején a General Dynamics és a McDonnell Douglas vállalatokkal kötöttek szerződést a koncepció további finomítására, a kevésbé ígéretes pályázók innentől fogva csak a saját zsebükből finanszírozták a további munkát.²⁴ A tanulmányokat 1968 júniusában zárták le. A Légierő szakértőiből álló csoport – ez körülbelül 100 ember részvételét jelentette Robert P. Daily tábornok vezetésével – ekkor látott neki a beadott koncepciók értékelésének. A repülőgép sárkányszerkezetével és alapvető kialakításával

²² *Hála Istennek azt azért senki nem kombinálta össze, hogy akkor legyen nagy a gép, mint a MiG-25 és legyen variaszárnyas, mint a MiG-23...*

²³ *A „Fighter Mafia” csapata ekkor kezdett összeállni.*

²⁴ *A korábbi fázisok során a cégek nem ingyen dolgoztak, bár sejtetően a megelőző tanulmányokért fizetett összegek a cégek összes költségeit nem fedezték.*

kapcsolatban hamar megegyezésre jutottak, azonban a harcászati elektronikával kapcsolatban már komolyabb viták voltak. Éjszakai csapásmérő képességet, terepkövető radart és más egyéb ezzel kapcsolatos képességet egyesek feleslegesnek tartották, mert kételkedtek abban, hogy a technológiai fejlődés lehetővé tenné azt, hogy a gép mérete és tömege az elvárt szinten maradjon. Bár ekkor még nem állt rendszerben, a „minden idős” F-111A csapásmérő rendszeresítése már a küszöbön volt. Tehát duplikált képességről lett volna szó, ergo felesleges és még drága is az F-X számára.

Végül az egyszerűsítés hívei győztek, a csapásmérő képességet csökkentették – csak nappali és „jőidős” csapásmérés képességét vártak el – ezen felül törölték az F-4E gépeken alkalmazott elektro-optikai célazonosítást segítő eszköz (TISEO)²⁵ integrálását, és a későbbi MiG-29 és Szu-27 gépeken alkalmazott passzív infravörös kereső alkalmazását is. Ez utóbbi mai napig sincs egyetlen amerikai vadászgépen sem. A TISEO funkcióját a modern lézeres célmegjelölő konténeres nagyfelbontású infravörös kamerája képes ellátni, ha a radarral történő együttműködése biztosított.

1968. július 10-én a Védelmi Minisztérium törölte az F-111B gépek beszerzését a Haditengerészet számára és a VFX programnak adott szabad utat. A Védelmi Minisztérium azonban még mindig nem tudott szabadulni attól a koncepciótól, hogy a Légierő és a Haditengerészet közös vadászgépet – vagy legalábbis azonos alapváltozatból kifejlesztett variánst használjon. Fennállt a veszély, hogy ilyen hosszú előkészítő munka után az F-X programot beolvasztják a VFX programba. Ennek hatására és a kiértékelés eredményeképpen született meg a F-X program további sorsát – a jövőben szolgálatba álló gép típusjelzése itt már F-15 volt – meghatározó *Development Concept Paper (DCP)*, 1968 őszén. Ez tisztázta azt, hogy mik az alapvető műszaki követelmények és mik a kizáró okok a Légierő számára, ez volt a műszaki tartalom alapja a szerződés kötés előtt. Az alábbi fő pontokat tartalmazta:

- A feladat tömör megfogalmazása végső formában. Kéthajtóműves, egyfős személyzettel rendelkező, vadász feladatkörre specializált, de csapásmérésre is (korlátozottan) alkalmas vadászgép szállítása a TAC részére, 44'500 font (20 tonna) körüli maximális felszálló tömeggel. Az F-4E Phantom II harcértékét jelentősen meghaladó vadászgép mind látótávolságon túl vívott, mind manőverező légi harc tekintetében. Az igényelt mennyiség első körben körülbelül 520 db gép, 1975-ös tervezett hadrafoghatósággal az első wing²⁶ (?) számára. A program időtartama kb. 10 év. A koncepció tervek lezárása két éves előkészítő munkát követően 1968 júniusával megtörtént.
- A várható fenyegetések felvázolása. A közhiedelmekkel ellentétben az F-15-öt nem a MiG-25-ös ellen tervezték. Számba vették, mint lehetséges fenyegetést – érdekes módon a Szu-15-öst is – azzal a megjegyzéssel, hogy vízszintes gyorsulása egyes tartományokban felülmúlhatja még a tervezett F-15 vadászgépét is. Azonban az F-15 fő ellenfelének a MiG-21 és annak utód/fejlesztett változatai,²⁷ és esetlegesen az F-15-höz „felövő” még papíron sem létező, vadászokat tekintették, amelyek várhatóan felülmúlják bármely, még erősen továbbfejlesztett F-4 változat képességeit is.

²⁵ *Target Identification System, Electro-Optical – elektro-optikai célazonosító rendszer, lásd a HTKA.hu oldalon elérhető Haditechnikai összefoglalóban*

²⁶ Nagyjából ezred szintű alakulat a Varsói Szerződés terminológiája szerint.

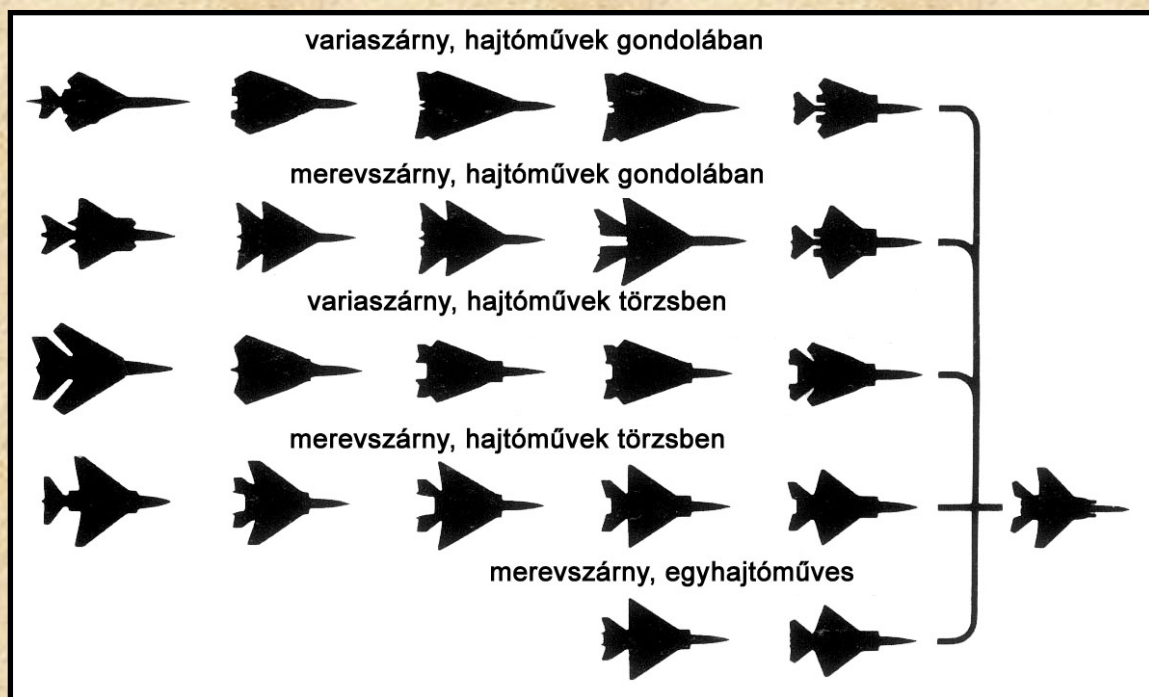
²⁷ Pl. MiG-23.

- Ellenlépések a fenyegetések tekintetében
 - A. TAC légi hadműveletek
 - B. A TAC flotta nagyságának előrejelzése a '70-es évek közepére
 - C. Szükséges képességek 1975-1985 között az F-15 számára
 1. Látótávolságon túli célfelderítés és fegyverzet
 2. Felderített célpontok azonosításához szükséges képességek
 3. Kis hatótávolságú és közeli légi harc-fegyverzet
 4. Teljesítmény, manőverező képesség
 5. Elektronikai hadviselés
 6. Csapásmérő képesség
 - D. Továbbfejlesztett F-4 Phantom II. Csapásmérő feladatkörben és a látóhatáron túli légi célpontok ellen a gép képességeinek növelése szükséges és megoldhatónak tűnik, azonban manőverező légi harcban való képesség növelése nem lehetséges. Jelentősen nagyobb tolóerejű hajtómű sem megoldás, drága lenne és a harcászati hatósugár is kérdőjeles lenne.
 - E. VFX program által kifejlesztett gépek felmerültek, mint esetleges alternatíva.
 - F. F-X program során alkalmazott tervezési megfontolások
 1. Egy- vs. kétfős személyzet
 2. Egyhajtóműves / kéthajtóműves kialakítás
 3. Harcászati hatósugár
 4. Maximális sebesség
 5. Többfeladatúság vagy. specializált légi harc-képességek,
 6. Prototípus építése, érvek pro és kontra
 - G. Variaszárny kérdése, nincs megkötés ezen a téren
- Lehetséges kockázatok
 - H. Sárkányszerkezet
 - I. Hajtóművek
 - J. Avionika
 - K. Géppágyú
 - L. Kis hatótávolságú légi harcrakéta fegyverzet
- Fejlesztési mérföldkövek
- Teljesítési határértékek, eltérések az ütemtervtől és műszaki tartalomtól. A védelmi miniszter automatikusan felülvizsgálhatja a programot, ha az alábbi feltételek fennállnak:
 - A P_s értékének 5G túlterhelés esetén az elvárt szinttől 125 láb/sec (38 m/sec) értékkel való elmaradása
 - Hatósugár 10 tengeri mérfölddel (~18,5 km) elmaradása az elvárttól
 - Adott konfigurációban 2,5% felszálló tömeg túllépése
 - Csúcssebesség elmaradása az elvárt értéktől 0,1 Mach értékkel

Egy kis kitérő. Az 'E' pont esetén, a sorok közt olvasva a megfogalmazásból látszik – legalábbis nekem úgy tűnik – hogy ezt nem tekintették reális alternatívának. Mind az F-14A (VFX-1) és mind az erősebb hajtóművel tervezett F-14B (VFX-2) esetén alapvető méret- és tömegnövekedést jelentett az AIM-54 rakéták alkalmazásának képessége.²⁸ Ráadásul a Haditengerészet jóval nagyobb harcászati hatósugarat – ez egyben hosszabb őrjáratozási időt jelent – várt el az F-14-től, mint a *Tactical Air Command* (TAC) az F-15-től. Ez tovább növelte a gép tömegét a szükséges plusz üzemanyag mennyisége miatt.

Az VFX-1 koncepció még azelőtt készült el, hogy az új nagyobb tolóerejű hajtóművek elkészültek volna, ezért fél-egy generációval régebbi hajtóművel kellett beérnie a tervezőknek. Az F-14A legutolsó szériája is még TF30-P-414A hajtóművel volt már ellátva. Az F-14B esetén még az sem dőlt el – és ez jó sokáig így is maradt – hogy pontosan mi is lenne az új és erősebb hajtómű. Felmerült erősen továbbfejlesztett TF30, de teljesen új hajtómű alkalmazása is.

Végül az utóbbi lett, a General Electric F110-GE-400 hajtóművet kapta meg, azonban ez is szükségmegoldás volt. A hajtóművet – fűvócsövét – kényszerből több mint 1 méterrel kellett megnyújtani, hogy passzoljon a géphez. Ugyanis a hajtóművet nem elsősorban az F-14B-re tervezték, hanem az F-16C egyik változatához. Még ezzel a hajtóművel is meglehetősen erőtlen maradt az F-14B az F-16 és F-15 bármelyik változatával összevetve. A tervezett könnyített és „szuperfejlett” F-14C (VFX-3) soha nem valósult meg, de az F-14B változat is csak a '80-as években – annak is csak a végén – kezdett elterjedni, amikor már az F-15A/B változatok gyártása után már a C változatot is majd 10 éve gyártották. Az F-15 flotta erősebb és digitális vezérléssel ellátott hajtóművet kapott. Itt kicsit előreszaladtunk, ugorjunk vissza cirka 20 évet az időben.



Az F-X program evolúciója: Látható, hogy igen sok törzs/szárny kombinációt és hajtómű elrendezést megvizsgáltak, legalább elvi szinten, mire a végső forma megszületett.

²⁸ Ekkor ezek még terv szinten sem léteztek, pusztán alapvető feltevés volt, hogy a technikai fejlődés ezeket majd lehetővé teszi. Az árról szó sem volt...

1969 júliusában végül kiírták a tendert, ahol már konkrét, árazott műszaki ajánlatot vártak az alábbi főbb elvárások szerint:

- alacsony szárnyterhelés, M0,8-0,9 sebességtartományra optimalizált szárny légiharcban
- az elődöt meghaladó magas tolóerő/tömeg arány
- M2,5 csúcssebesség (később ebből engedtek)
- nagy észlelési távolsággal bíró impulzus doppler radarral rendelkezzen, földhátterben is képes legyen stabil célkövetésre (look down / shoot down képesség)
- egy fős személyzet (Ezzel nagyjából 2 tonnát spóroltak a gép üres tömegén.)
- fejlett kabin ergonómia, ami lehetővé teszi az egy fős személyzetnek a gép képességeinek kihasználását mind BVR mind WVR légiharcban
- legalább 4000 órás élettartam
- minden irányban jó kilátás a kabinból
- tiszta karbantartási idő 11,3 munkaóra / repült óra alatt legyen
- a főbb avionikai rendszerek átlagos meghibásodás-közi idejének jelentős javulása az F-4-hez képest²⁹
- jó harci túlélőképesség, sárkányszerkezet, üzemanyag- és hidraulika, repülésvezérlő és elektromos alrendszerek üzemének biztosítása sérülés esetén is
- saját erőből történő hajtóműindítás képessége
- nagy átrepülési távolság, akár légiutántöltés nélküli transzatlanti átrepülés
- vadász konfigurációban a felszálló tömeg maximum 40'000 font (~18'150 kg)

Ekkor már csak négy versenyző szállt ringbe. A programot felügyelő szervezet – System Program Office, továbbiakban SPO – négy fő szempont 87 paramétere szerint értékelt a beküldött ajánlatokat. Végül 1969. december 23-án a McDonnell Douglas-t hirdették ki a tender győztesének – a 199-B jelű modellel – a szerződést 1970. január 2-án írták alá.



Koncepció rajz az egyik McDonnell Douglas változatról. Merevszárnyú a konstrukció, hat légiharcrakétát hordozott volna. Két AIM-7 és négy AIM-82-öt. A gép formailag nagyjából a NASA módosításai előtti F-15 koncepciót tükrözi, 1969 végi-1970 eleji állapot.

²⁹ MTBF – mean time between failures

3. A Sas megszületik

3.1. Út a prototípusig

A Légierő – valószínűleg attól tartva, hogy a szovjetek lehajrázzák őket nem tartotta szükségesnek, hogy a két legsikeresebb pályázó prototípust készítsen és összehasonlítsák őket repülés közben is. A győztes konstrukciót a rajzasztalról rendelték meg. Azt azonban hozzá kell tenni, hogy soha egyetlen vadászgép estén sem folytattak ennyire alapos előtanulmányt és előkészületet – körülbelül 2,5 millió munkaórát fordítottak rá csak a McDonnell Douglas vállalatnál – sem annyira kiterjedt szélcsatorna tesztek. Az F-15 koncepció megalkotása során az addig megszokott állásszög tartományon (~12 fok) túl is behatóan vizsgálták a modelleket a szélcsatorna tesztek során. Az E-m elmélettel a szélcsatorna eredmények és hajtómű teljesítményének becslésével a gép teljesítménye úgy tűnt, hogy kellően pontosan modellezhető. Az F-4 tervezése során 4000 óránál kevesebb, az F-15 fejlesztése során csak a McDD 23 ezer (!) órányi szélcsatorna tesztet folytatott le.³⁰

Mivel a gép ekkor csak papíron létezett, de már konkrét árazott ajánlatot vártak a győztes kihirdetése előtt, a tendergyőztes kihirdetések a gép több fő elemének – pl. radar és hajtómű – versenyezése már folyamatban volt. Ezen felül szigorú ütemtervet írtak elő és csak az egyes „mérőkövek” sikeres teljesítésekor haladhatott tovább a program (és fizetett a megrendelő). A Kongresszusnál és a közvéleménynél is kicsapta a biztosítékot az F-111 és a C-5 Galaxy nehéz szállítógép program költségűllépése és részleges sikertelensége. Mint utóbb kiderült, a Galaxynál pofátlan túlszámlázások is történtek, ráadásul a gép alapvető tervezési hibával bírt, ami miatt békeidőben korlátozni kellett a gép terhelését kezdetben a maximális 80%-ra, a nyolcvanas évek elejére kb. ötödére (!).³¹ Ezért nyúltak ehhez az igen szigorú megoldáshoz. A főbb mérőkövek az következők voltak, az alábbi határidőkkel:

<i>mérőköv</i>	<i>határidő</i>	<i>mérőköv</i>	<i>határidő</i>
<i>Basic terv (preliminary) értékelése</i>	1970/9	<i>Fegyverzet földi tesztjei</i>	1973/6
<i>Critical design review (CDR)³²</i>	1971/4	<i>1G mellett az teljes performance envelope görbe meghatározva</i>	1973/8
<i>Radar beszállító kiválasztása</i>	1970/9	<i>Fárasztási teszt, háromszoros élettartamnyi idővel</i>	1973/12
<i>Avionikai csomag értékelése</i>	1971/6	<i>Légierő összesített értékelése</i>	1973/12
<i>Szívócsatorna és hajtómű kompatibilitás vizsgálata</i>	1972/3	<i>Category II tesztekhez szükséges felszerelés és gépek leszállítása</i>	1974/3
<i>Első felszállás</i>	1972/7	<i>Fárasztási teszt, négyszeres élettartamnyi idővel</i>	1974/10
<i>Első prototípus teljesítmény-tesztjei³³</i>	1972/9	<i>Category I tesztek befejezése</i>	1974/11
<i>Fárasztási teszt, egy gép élettartamnyi idővel</i>	1973/1	<i>Első szériagép átadása a TAC számára</i>	1974/11

³⁰ Egyes források „csak” 10 ezret említenek.

³¹ 23 tonnára a maximális 122 tonnával szemben.

<http://htka.hu/2010/06/14/lockheed-c-5-galaxy/>

³² Nehezen fordítható terminológia, talán a tervezési kockázatok kiértékelése a megfelelő terminus. Ezen a (zsúrizási) fázison átesett terv eléri azt a szintet, ami után indulhat az első prototípus vagy egy termék nagy sorozatban történő gyártása, pontosabban az ahhoz szükséges szerszámok, sablonok, stb. gyártása. A gyártott termék várhatóan teljesíteni fogja az elvárásokat, a lehetséges kockázatok értékelése megtörtént.

http://en.wikipedia.org/wiki/Design_review_%28US_Government%29

³³ Valószínűleg a csúcsmagasság, csúcssebesség és más „végérték” tesztek.

A fejlesztés során a legtöbb mérföldkövet komoly idő- és költségútlépés nélkül teljesítette a program. A szerződés első fázisa 20 darab repülőgép leszállításáról szólt földi- és repülés közbeni tesztek céljára, a hozzájuk szükséges földi infrastruktúrával és tartalék alkatrészekkel. A szerződés ezen értéke 588 millió dollárt tett ki, ma áron számolva kb. 3,5 milliárd dollárt. A második fázisban 107 gép szállítása volt a feladat, az első wing – három TFS, 3x24 gép – számára,³⁴ a szükséges tartalék alkatrészekkel és infrastruktúrával. A tervezett költsége a második fázisnak 646 millió dollár volt, de 45%-os költségútlépést még engedélyeztek az esetlegesen felmerülő problémák miatt a gyártás során. Eredetileg a második és harmadik wing szállítására is meghatároztak egy fix költségútlépési limitet, amit azonban a Légierő igényeinek többszöri és az infláció gyors változása miatt végül töröltek. A költségkeretet évről évre felülvizsgálták a program előrehaladása során.

A megkötött szerződés értelmében a gyártónak teljes rendszergaranciát kellett vállalnia a szállított gépekre, azaz ha a F-15 bármely paramétere nem éri el az elvárt szintet – pl. a radar vagy hajtómű nem kellően megbízható, vagy nincs elég tolóerő a kellő manőverező képességhez – azért nem a részegység gyártója, hanem a McDonnell Douglas a jogi felelős a Légierő felé. Az, hogy a felmerülő problémát hogyan „boksolja” le és oldja meg a McDD a beszállítóval, az a Légierőt nem érdekelte. Ezen felül átláthatóbb könyvelést vártak el, mint amit a C-5 programnál tapasztaltak. A szigorú feltételek ellenére a McDD számára nyitva hagyták a lehetőséget további fejlesztési támogatás igénylésére. Ennek korlátja a 17 hónapos ciklusokban működő költségvetés volt, tehát hosszú átfutási idővel kellett számolni. A teljes igényelt mennyiség 749 gépet tett ki ekkor az alábbi eloszlás szerint.

- 12 darab gépet Category I repülési tesztekre
- három wing a TAC számára, 3x72 darab
- két wing a USAF európai erői számára (USAFE), 2x72 darab
- egy wing a USAF csendes-óceáni erőinek (PACAF), 1x72 darab
- 143 darab gépet az balesetekben elvesztett gépek pótlására
- 108 gép kiképzési célokra és jártasság fenntartásra³⁵
- 54 gépet „*command support*” feladatkörre³⁶

A hajtóműgyártókat már 1968 májusában megszólították egy minden addiginál jobb tolóerő / tömeg aránnyal – nagyjából 9:1 – bíró hajtómű igényével. A Haditengerészet 27'000 font (~12,2 tonna) tolóerőt várt el, a Légierő megelégedett 22'000 font (~10 tonna) fékpadi tolóerővel. Nyilvánvalóan az F-14 nagyobb tömege igényelte a magasabb tolóerő igényt. Ekkor még közös hajtómű koncepciót dédelgették. Az F-15 számára végül a Pratt & Whitney F100-PW-100 típusú hajtóművet választották ki erőforrásként 1970 márciusában. (Ekkor még YF100 típusjelzéssel bírt.) Az elvárt tolóerőt kismértékben túl is teljesítette – elérte fékpádon a 23'000 font (~10,4 tonna) tolóerőt – a fajlagos fogyasztása ennek ellenére az elfogadható szinten maradt. A hajtómű a korábbi JTF-16 demonstrátor hajtóművön alapult. Az F-14 számára tervezett F401-PW-400 változatot később törölték.

³⁴ *Hogy a többi gép az mire kellett és hogyan jön össze az egy wing mennyiséggel, az nem világos számomra.*

³⁵ *Ez valószínűleg a kétülékes F-15B változatot takarja.*

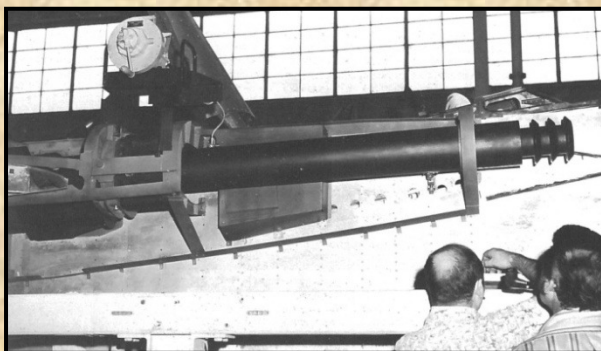
³⁶ *Bevallom, hogy ez nem tudom, hogy mit jelent. Parancsnokság-támogatási feladatkör. Soha, sehol máshol nem találkoztam ezzel a terminológiával.*



AIM-95 légiharc rakéta

A generációs ugrást jelentő vadászgéphez generációs ugrást jelentő fegyverzetet is terveztek rendszeresíteni. Ez később részben igaz is lett, de kezdetben csak az AIM-7 Sparrow és AIM-9 légiharcrakéták újabb változatát kapta meg. A repülőgéphez tervezett sisakcélzóval kombinált, nagy oldalszög indítási képességgel³⁷ (+/- 50 fok) rendelkező AIM-82 kis hatótávolságú, szemből is indítható infravörös légiharcrakéta fejlesztését törölték, a Haditengerészet által futtatott AGM-95 Agile rakéta program miatt, megszüntetvén a párhuzamos fejlesztést. Az AGM-95 fejlesztését később költségvetési okoktól ejtették, úgy látták, hogy nem éri meg a ráfordított összeget. A szovjetek akkoriban amúgy sem rendelkeztek hasonló fegyverzettel. Az F-15 nagyfokú manőverező képessége, rakétáinak technológiai fölénye és önvédelmi képességei nem tették szükségessé a rendkívül drága fejlesztést és rendszeresítést.³⁸

Nem csak rakétafegyverzet terén, de a beépített gépágyú kapcsán is beleadtak apait-anyait, bár ebben nem feltétlen volt ráció. Az F-15 számára eredetileg a hüvely nélküli (caseless) löszert használó ötcsővű, 25 mm űrméretű, Gatling elvben működő GAU-7 gépágyút terveztek. A fegyver fejlesztése még a '60-as évek közepén kezdődött. 1968 közepén a General Electric és a Philco-Ford maradt versenyben. 1969 őszére látszott, hogy a problémák igen súlyosak, és időre nem fognak elkészülni. A Légierő úgy határozott, hogy ameddig az új fegyver el nem éri a kellően üzembiztos szintet, addig a gépeket a már bevált hatszóvű, 20 mm-es M61 Vulcan gépágyúval kell felszerelni, azonban a tervezés során figyelembe kell venni, hogy később a GAU-7 beépíthető legyen.³⁹ 1971 júliusa és októbere között ez Eglin támaszpont lőterén a Légierő értékelte a két pályázó prototípusait. Mindkét pályázó kb. 10'000 löszert használt fel az tesztek során. A végleges fegyver elkészítésének jogát a Philco-Ford nyerte el 1971 decemberében. A szerződés értelmében 1974 elejére kellett leszállítani 10 db gépágyút 160 ezer darab löszerral. A fegyver fejlesztése azonban még 1973 szeptemberében sem fejeződött be. A löszeradagolás nem volt megbízható az elvárt névleges 6000 lövés/tűzgyorsaság mellett, a környezeti hatásokra nagyon érzékeny volt, a lövedékek túl sokszor gyulladtak vagy robbantak fel. Eddig a pontig mai áron számolva körülbelül 600 millió dollárt költöttek le a fejlesztésre. A gyártó cég további 1 éves csúszást prognosztizált, a Légierőnek azonban ekkor lett elege. A GAU-7 fejlesztését leállították és az M61 Vulcan végleges megoldássá lépett elő.⁴⁰



A GAU-7 mockup⁴¹ beépítve a géptörzsbe.



³⁷ High off-boresight (HOBS),

³⁸ Lásd a Haditechnikai összefoglaló, 63. oldal, 2. bekezdés.

³⁹ Az F-15E estében ezt természetesen már nem várták el.

⁴⁰ Mai napig ez a beépített gépágyú az összes amerikai vadászgépen, kivéve az AV-8 Harrier típust, ami 25 mm-es GAU-12 gépágyúval bír. Próbaképpen néhány F-16 Block 10 hordozott 30 mm-es gépágyút konténerben a Sivatagi Vihar alatt, de ez megoldás nem vált be. Az F-35 lesz az első, ami szakít Vulcan eddig is több mint fél évszázados alkalmazásával.

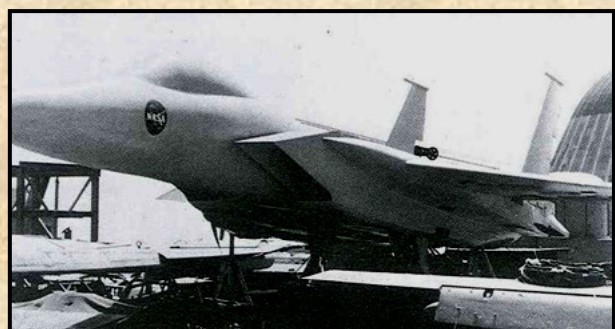
⁴¹ <http://en.wikipedia.org/wiki/Mockup>

A radar beszállítók versenyeztetése 1968 augusztusában már javában folyt, a Hughes és a Westinghouse maradtak küzdelemben a végső döntés előtt. Az új X sávban üzemelő impulzus-doppler radar fejlesztése során az alábbi képességek szükségességét vizsgálták meg:

1. Céltávolság-mérés gépágyú használatához, célmarker megjelenítése, süllyedésben történő bombázáshoz céltávolság mérés.
2. Cél megvilágítása (besugárzása) a félaktív AIM-7 Sparrow légi harcrakéták számára.
3. Alacsonyan, földhátterben repülő célok keresése és követése, adatok megjelenítése a HUD-on. (Nem tisztázott, hogy csak repülési + céladatok vagy maga a radarkép (szkóp) megjelenítése.)
4. Földi célpontok elleni korlátozott csapásmérő biztosítása képesség többféle bombacélzó üzemmóddal, navigációs földi térképező üzemmód, TISEO rendszerrel való együttműködés biztosítása.
5. Éjszakai („vakbombázó”) csapásmérő képesség, mint az F-111 esetében.

A vizsgált képesség csomagok közül végül az 1-4 pontokban ismertetett képességek összessége valósult meg az F-15A változaton.⁴² Az F-15 szerződés aláírása után McDD hatáskörébe tartozott a győztes radarszállító kiválasztása, aminek az ütemterv szerint 1970 szeptemberéig meg kellett történnie. A két radarberendezést egy módosított WB-66D – B-66 Destroyer bombázó speciális, átalakított elektronikus felderítő változata – platformon tesztelték, a gép orra alatt kialakított kupolába került az antenna. 1970 októberében a Hughes-t hirdették ki győztesnek és nyerte el a radar gyártásának a jogát.

Az 1971 áprilisára előirányzott CDR⁴³ teljesítéséhez szükséges volt a gép aerodinamikájának további finomítása. A NASA saját független aerodinamikai vizsgálatot kezdett a gép szubszonikus légellenállásának csökkentésére, ami némileg magasabb volt a vártnál. A tesztek 1970 márciusában kezdődtek. A pótvezérsíkokat eltávolították, a függőleges vezérsíkot megmagasították és nyílazását csökkentették. Nemcsak a gép légellenállása, de iránystabilitása is javult. A CDR fázist a koncepció sikeresen teljesítette 1971 áprilisában. A szerződés aláírásakor bemutatott koncepcióhoz képest az fent említett változtatásokon felül az következő módosítások történtek. A szárnyakat és vízszintes vezérsíkot 5 hüvellyel (~13 cm) hátrább tolták, a levegőbeömlő nyílásokat kismértékben átalakították, a gép orrkúpja még hengersizmetrikusabb lett, ami lehetővé tette a radarantenna felületének kismértékű növelését. A gép ekkor kapta meg a máig jellemző alapformáját, ezután már csak kisebb külső módosítások történtek, ami a gép fő méreteit nem befolyásolta.



Baloldalt az F-15 mockupja, még a NASA által javasolt változtatások végrehajtása előtt, valamikor 1970 elejéről. Jobboldalt a NASA által szélcsatorna tesztekre használt fából készült makett látható.

⁴²Ez ellentmond az a jól csengő mondásnak, hogy „egyetlen grammja sem szolgált a gépnek a csapásmérést”. A mondás szellemében alkalmazta az USAF, de ettől még képes lett volna csapásmérésre.

⁴³Lásd 21. lábjegyzetet.

3.2. A sas felszáll, út a sorozatgyártásig

1972 februárjában a hajtóművet már eléggé értettnek ítélték ahhoz, hogy beépítsék repülőképes sárkányszerkezetbe. Annak ellenére, hogy a fejlesztése a vártnál lassabban haladt sikeresen teljesített 60 órányi földi tesztet. Az avionika és a sárkányszerkezet már készen állt az első nagy próbára olyannyira, hogy egyes főbb elemek összeszerelési tesztjei három hónappal az ütemterv előtt haladtak. Az első prototípus 1972. június 26-án gördült ki a McDD üzeméből St. Louis-ban. A gépet leszerelt szárnyakkal egy C-5A teherszállítóval az Edwards támaszpontra szállították. Az összeszerelés és az azt követő földi tesztek után 1972. július 27-én, helyi idő szerint reggel 8 óra 21 perckor a gép végrehajtotta az első felszállást. Az első repülés során csak 12 ezer láb magasságig (~3,7 km) emelkedtek a géppel, a csúcsebesség 520 km/h óra volt. A gép pilótafülkéjében Irv Burrows tesztpilóta foglalt helyet. A berepülés első hete alatt 4 óra 48 percet töltött levegőben a prototípus, a csúcsebesség elérte az M1,5-öt, a csúcsmagasság a 45 ezer lábat (~13,7 km). Az elkövetkezendő két hónapban Irv Burrows és Peter Garrison tesztpilótákkal átlépték a 40 levegőben töltött órát.

A berepülések során néhány aerodinamikai és szerkezeti változtatásra került sor, azonban jóval kevesebb módosításra volt szükség, mint az előd F-4 esetében. 38⁴⁴ változtatási javaslatot nyújtottak be, ebből 23-at végre is hajtottak, ezek közül csak három érintette a gép alapvető kinézetét, vagyis az aerodinamikai kialakítását. Viszonyításképpen, az F-4 Phantom II fejlesztése során nagyjából 135 azonos mélységű változtatást javasoltak. A legkomolyabb belső szerkezeti változás a futómű szerkezetében történt.

30 ezer láb magasságban, 6 G terhelésnél 0,85-0,95 Mach sebességtartományban a vízszintes vezérsíkok flatter jelenségének kiküszöbölésére a szárnyvégek és a stabilizátor alakján is változtattak. A vízszintes vezérsík ekkor kapta meg jellegzetes „farkasfog”, a szárny a „lenyesett” szárnyvég formát.



Az egyik átmeneti kialakítással bíró gép, a vezérsík már farkasfog kialakítású, de szárnyvég még nem ferde.



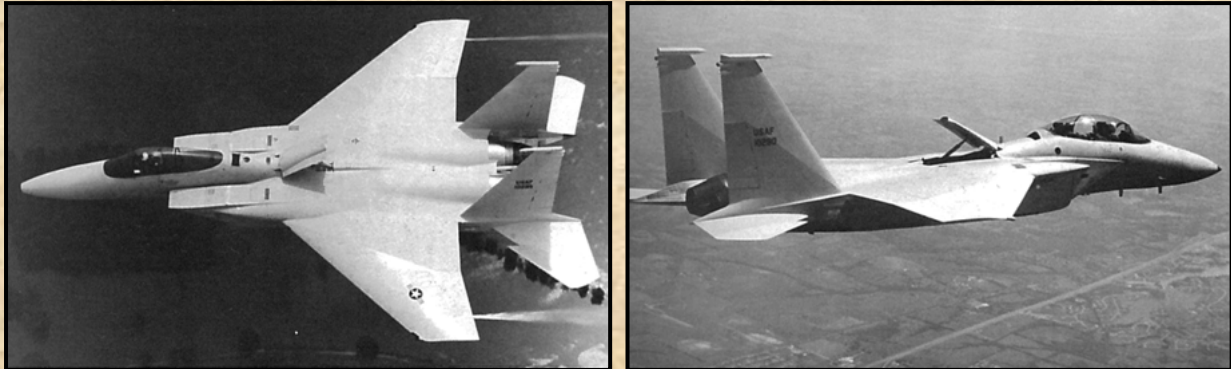
Fent: Az egyik első példány még az eredeti stabilizátor és szárnyvégi kialakítással.



Lent: Egy széria F-15C ferde szárnyvéggel és farkasfogas stabilizátorral.

⁴⁴ Egyes források szerint 36 javaslatot említene. Az eltérés abból adódik valószínűleg, hogy ebből kettőt nem alkalmaztak az első két szériagépen, az összes csak a harmadik géptől (73-0085) kezdve volt végrehajtva.

A szárny alakjának módosításán kívül a törzsféklap méretén is változtatni kellett, különösen nagy kitérítések esetén remegés lépett fel (buffet). A féklap felületét megnövelték – 20 négyzetlából 31,5 négyzetlábra (~ 2 m²-ről 3 m²-re) – ezzel kisebb féklap kitérítés esetén is kellően megnőtt a gép légellenállása.



Még a kisebb méretű tözsféklappal rendelkező konfiguráció. A baloldali képen szárnyvégek még egyenesek, de stabilizátor már farkasfog kialakítású, a jobb oldali képen a szárnyvég mintha már módosított lenne.

A szívócsatorna-hajtómű kompatibilitási tesztek 4 hónap alatt sikerült véghezvinni, hála a kiterjedt szélcsatorna teszteknek. Az F-4 és F-101 gépek estében ez a fázis 22 illetve 30 hónapig tartott. Bár nem sikerült kellően kiforrott megoldást találni az F-15 számára, de ez csak később derült ki.

A berepülési program során kiderült, hogy leszálláskor, 12 fokos állásszöggel történő végső megközelítési fázisban, és a nagysebességű gurulások során a gép túl érzékeny volt az oldalszélre. Ezzel valamit kezdeni kellett. Ehhez szükséges volt a vezérlőrendszer módosítása, bár a vezérlő rendszer kisebb mértékű átalakítása más módon amúgy is szükséges volt.

Az F-15 két vezérlő rendszerrel bír, a klasszikus hidromechanikus rendszerrel, amire rádolgozik a *Control Augmentation System* (CAS) vezérlő logikája. Ez biztosítja a botkormány megfelelő botkormány kitérítés – kormány szerv kitérés karakterisztikát, és automatikus korrekciókat egyes repülési helyzetekben.⁴⁵ A hagyományos kormányvezérlő rendszer csak a CAS tartalékként szolgált. A CAS-sal szemben három fő elvárás volt. Egyfelől megfelelően gyorsnak kellett lennie a megfelelő kormányvezérlő parancsok kidolgozásához, hogy a gép ne legyen túlvezérelve, ne fordulhasson elő az, hogy a késedelmes kormányparancs kidolgozása és korrekció után a gép „hintázzon”. Másfelől a növekvő G terhelésnek megfelelően arányosan egyre nagyobb botkormány-kitérítést kellett rendelnie. Harmadrészt a CAS feladata volt egyes gépet érő külső aerodinamikai behatások automatikus kiegyenlítése. A CAS, csak az oldalkormány és a teljes felületen kitérő stabilizátorok vezérlésére dolgoz rá, a szárnyak csűrőkormányokat nem használja, azonban a stabilizátorok differenciált kitérítése engedélyezett.

A gép tervezése során a szimulátoros tesztekől következőleg kicsit mellélőttek, a gyakorlati tapasztalatok alapján túl nagy erőt kellett kifejteni a pilótának, amire a tartósan nagy túlterheléssel végre hajtott manőverek során a pilóták nem voltak képesek. Az kezdetben vezérlőrendszer lineáris karakterisztikával rendelkezett, 1G túlterhelés előállításához 3,75 font (1,7 kg) húzó erőt kellett kifejteni a botkormányra. Tehát a kezdetben engedélyezett 7,33 G túlterheléshez ~12,5 kg erőt kellett kifejteni. A módosítások után a karakterisztikába a magasabb G tartomány előtt a görbe „letört”, meredeksége

⁴⁵ A széles sebesség és magasság tartományban üzemelő gépek botkormányja és kormánylapjai közé áttétel módosító szerkezet van beépítve, amely a sebesség és magasság – vagy akár üzemmód szerint is, pl. légiutántöltés közben – automatikusan működik, így bármely kormánykitérítéshez sebesség és magasság függvényében más-más kormánylap kitérés tartozik vagy tartozhat, az adott vezérlőelv kialakítás szerint.

csökkent, így kisebb erő kifejtéssel, egy kézzel vezetve is elérhetővé vált a magasabb „G-k” tartománya. A HOTAS kabin/kezelőszerv koncepciónak másképpen nem volt értelme.

Bár a forrásokban konkrétan nem így írják le, de a botkormányra kifejtett erőt a nehézségi gyorsulással arányosan adja meg az összes forrás. Ez egy igen sajátos vezérlési elvet takar. Ez azt jelenti, hogy az F-15 vezérlőrendszere sebességtől függetlenül azonos botkormány kitérítéshez azonos túlterheléssel járó fordulót rendel, már ha képes rá a gép az adott repülési helyzetben. Tehát hiába húzza koppig a pilóta a botot, ha gép sebessége elégtelen mondjuk egy 7G-s fordulóhoz – nem ébred elég felhajtóerő a szárnyakon – akkor nem lesz 7G-s forduló. Ez önmagában nem súlyos dolog, a probléma akkor jelentkezik, ha forduló közben fogy el a felhajtóerő.

Tegyük fel, hogy a pilóta nagy magasságban folyamatosan húzva tartja a botkormányt egy 5G-s fordulóban, de nincs elég tolóerő a sebesség tartásához. A gép egyre lassul, ezen felül az állásszöge folyamatosan nő, annak ellenére, hogy a botkormány azonos helyzetben marad.⁴⁶ Mikor a gép sebessége annyira lecsökken, hogy az adott botálláshoz tartozó nehézségi gyorsulás fenntartásához nem lesz elégséges felhajtóerő, akkor a gép áteséshez hasonló jelenséget is produkálhat. Ez a fordulási szögsebesség hirtelen csökkenését jelenti.⁴⁷ A rendszer a gépágyús célzást és a precíz manőverek végrehajtását nagyban segíti, de csak akkor, ha a pilóta tisztában van a fenti elvekkkel és megszokta, begyakorolta a vezérlőrendszer kezelését, mert semmiféle visszajelzés nincs arról, hogy a gép a kormányozhatóság határához közeledik. Az állásszög folyamatosan növekedhet úgy, hogy erről a „boton” semmiféle visszajelzés nincs.

A másik megoldandó probléma a gép oldalszélben való kellemetlen viselkedésének csökkentése volt. Ez magába foglalta a végső megközelítési fázist a leszállás során és a földön történő fékezést, és nagysebességű gurulások során fellépő irányíthatósággal összefüggésben levő nemkívánatos jelenségeket. Az oldalszél által generált hatásokért részben a gép vezérlőrendszere, részben a gép nagy oldalfelülete és alacsony szárnyterhelése volt okolható.⁴⁸

A vezérlőrendszerben levő két sajátosság okozta a problémát fel- és leszállás közben. Az egyik a csűrő/oldalkormány vezérlés összekapcsolása,⁴⁹ ezt vezérlő logikát az *adverse yaw*⁵⁰ effektus csökkentésére alkalmazták a vezérlő rendszerben. Ezt kompenzálja automatikusan a CAS, az F-15 előtt minden vadászgépen a pilótának kellett manuálisan korrigálnia. Ezen felül a nagy állásszög esetén hátrahúzott botkormány mellett az oldalirányba történő botkormány gyors kitérítésének hatását a CAS tompította, hogy a gép dugóhúzóba esésre és legyezőmozgásra való hajlamát csökkentsék.

⁴⁶ Az akkor elterjedt hagyományos vezérlésű gépek esetében, ez pont fordítva volt. Ha a gép sebessége fogyott, akkor egyre jobban ki kellett téríteni a botkormányt.

⁴⁷ Az Aranyas magazin 2009/4 száma is megerősíti ezt az a sajátosságát a vezérlőrendszernek.

⁴⁸ Az alacsony szárnyterhelés miatt a kis állásszög változás is nagy felhajtóerő változás takar, ezért a szél hatására érzékenyebb, mint egy nagyobb szárnyterhelésű gép. Azok stabilabban repülnek a légkör alacsonyabb, turbulens rétegeiben, bombázáshoz stabilabb platformok. Viszont manőverező légi harcra pont ezért alkalmatlanok a dedikált csapásmérők. Adott fordulásúgarhoz adott felhajtóerő kell. Mivel a gép szárnyfelülete kicsi és a felhajtóerő tényező nem lehet végtelen nagy, ezért kis sebességnél akár már 3-4G túlterhelésnél elérhetik a szárny állásszög maximumát...

⁴⁹ Aerial Rudder Interconnection (ARI)

⁵⁰ <http://www.youtube.com/watch?v=SEbwR93AUkc>

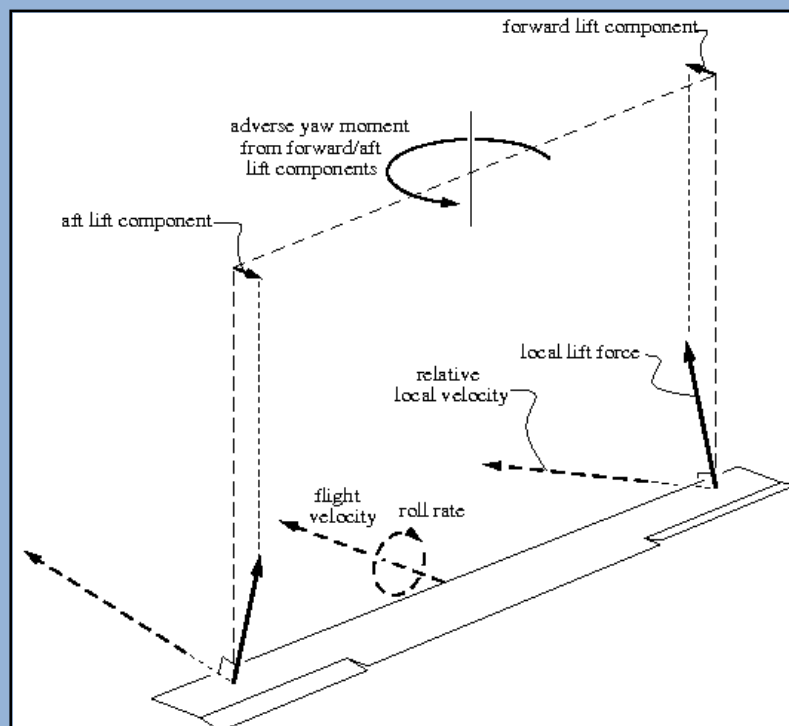
<http://www.youtube.com/watch?v=NXMwwEx56Gs>

<http://www.aerospaceweb.org/question/dynamics/q0045.shtml>

A linkelt források (szerintem) igen egyszerű és jól érthető angolással magyarázzák el az **adverse yaw** effektust, ezért csak igen röviden ismeretem az angolul kevésbé tudók számára.

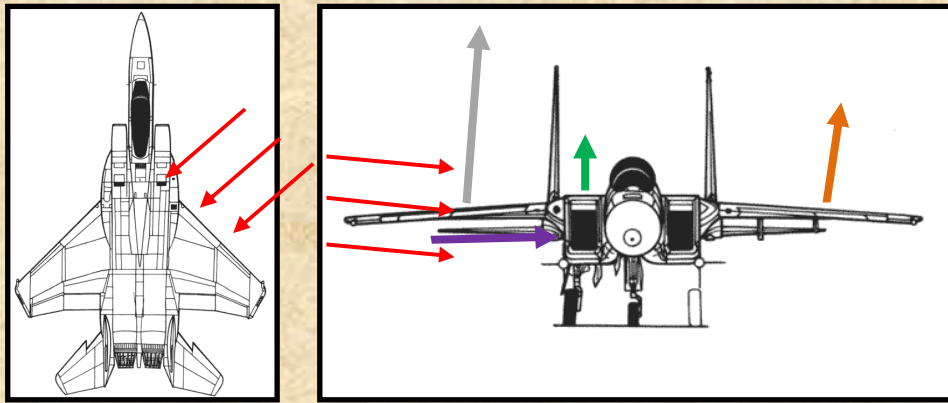
A csűrőkormányok használatakor az azok által keltett indukált légellenállás eltérő, felhajtóerő nagysága és iránya is. Ezeknek az erőknek a gép hossz tengelyével párhuzamos erőkomponensei eltérnek a két szárnyon. Ennek az erőpárnak az eredője koncentrált nyomatékként jelentkezik és forgatja a gépet, ezáltal legyezőmozgásra kényszerít vízszintes repülésből indított bedöntés (orsózó mozgás) esetén.

A problémát súlyosbítja, hogy gyors kitérítés hatására a legyezőmozgás adott esetben lassan csillapodhat. Ez függ attól, hogy mekkora a gép tömege, a szárnyra ható erők mekkora erőkaron jelentkeznek és az, hogy maga az aszimmetrikusan ébredő erők különbsége mekkora. A videó alapján a vitorlázó repülőgépeken szabad szemmel is jó látható a jelenség. Amennyire én meg tudom ítélni, a nagy teljesítményű vadászgépeknél a kb. nagyságrenddel magasabb szárnyterhelés miatt a hatás nem ilyen drámai. Viszont ugyebár manőverező légi harc estén a gépágyús célzásnál a videón látható legyezőmozgásnál jóval kisebb „kóválygás” is megnehezítené a célzást, a manuális korrekció nem könnyű.



A hatás csökkenthető úgy, hogy a csűrőkormányok nem szimmetrikusan térnek ki – hála az elektronikus kormányvezérlésnek – a gép hossz tengelyével párhuzamos erőkomponensek eltérését így próbálják mérsékelni. Ezzel viszont az orsózó sebességet vélhetőleg korlátozzák. Ezért jó a fent ismertetett ARI.

A fő kormányszervek által okozott másodlagos hatások azonban nem csak a csűrőkormány kitérítésnél jelentkeznek, hanem például az oldalkormány-kitérésnél is. Az oldalkormányon ébredő erő hatásvonala a gép súlypontja felett halad át, tehát a sima oldalkormány belépés a pedálokkal okozhat bólintó és orsózó mozgást is. Mi következik ebből? Ahhoz, hogy a gép egy sima fordulóban kövesse a pilóta által óhajtott pályát gyakorlatilag az összes kormány szerv egyidejű használata szükséges.



Először is lássuk, hogy mi a helyzet oldalszél esetén, ha a Sas a szelet jobbról kapja (*piros nyilak*). A géptörzs nagy oldalfelülete miatt a szél igen nagy erőt képes kifejteni a gépre és ezzel oldalirányba tolni (drift), ezt csak relatíve nagy oldalkormány kitérítéssel lehet korrigálni. A szélfelőli (jobb) szárnyon a felhajtóerő nagyobb (*szürke színű nyíl*), mint a bal oldali szárnyon (*narancsszínű nyíl*) – a megfúvás iránya miatt (belépőre merőleges megfúvás) – ezért a gép jobb szárnya a szél hatására felemelkedik. Ezen még súlyosbíthat a szél a géphez képest megfúvási szöge, a törzset és kabint megkerülő áramkép miatt olyan felhajtóerő eloszlás van, aminek eredője felfelé mutat és a hatásvonala a gép súlypontjához szinte biztosan jobbra van (*zöld színű nyíl*). Ha az a törzs oldalán ébredő eredő erő hatásvonala (*lila színű nyíl*) a gép súlypontja felett van, akkor a bal irányú orsózó mozgást erősíti, ha alatta, akkor gyengíti. A kis erőkar miatt valószínűleg ez nem jelentős a szárnyakon ébredő felhajtóerő különbséghez képest. Az oldalszél a gép függőleges tengelye (yaw – legyezőmozgás) körül is képes forgatni a gépet. Ezeket a hatásokat a kormányszervek megfelelő használatával lehet kompenzálni.

Mi volt gond? Az ARI miatt a pilóta nem volt képes egymástól függetlenül teljesen szabadon mozgatni az oldalkormányt. Tehát amikor az oldalszél hatását próbálta korrigálni a pilóta, az ARI a pilóta parancsai ellenére is vezérelhette az oldalkormányt, és akkor is, ha az adott helyzetben ez nem volt szerencsés. A helyzet a leszállás után némileg javult – hiszen a gép hosszirányú tengelye körüli elfordulást a két földön támaszkodó főfutó azért korlátozza – azonban teljesen nem szűnt meg. Mára már a típus jellegzetességének számító fékezési módszer – a gép orrát magasan tartva nagy felülettel történő aerodinamikai fékezés – még nem volt kellően biztonságosan kivitelezhető. Az oldalszél kellemetlen hatását kezdetben úgy kerülték el a pilóták, hogy leszállás után rögtön letették a gép orrát. Mivel az F-15 orrfutója nem túl masszív, ez fokozott igénybevételt jelentett nem csak az abroncs, de az egész szerkezet számára. Az oldalszél a nagysebességű guruláskor a gépet hajlamos volt erősen billegtetni még meglepően kis oldalszél esetén is. A gép méretéhez és tömegéhez képest szűk főfutók nyomtávja és a rugóstagok aszimmetrikus terhelése és csillapítása miatt akár 3 fokok billegés is kialakulhatott.

Hogyan próbáltak ezeken a jelenségeken úrrá lenni? A csűrő-oldalkormány kapcsolat (ARI) feloldotta a rendszer,⁵¹ ha a futómű kerekei földet értek és a gép nagy sebességgel haladt. Az ARI-t a rendszer a főfutó kerekeinek⁵² fordulatszám mérése alapján kapcsolta le. Az ARI-nak hasznos funkciója nem volt gurulás közben, ellenben az oldalszélben történő iránytartását a gépnek megnehezítette. Ezután a pilóta már direktben vezérelte az összes kormányszervet.

A másik nemkívánatos hatást az botkormány oldalirányú kitérítés hatásosságának csökkentése volt a CAS által. A kis sebességű és relatíve nagy állásszögű besiklás alatt a CAS csökkentette az orsózó

⁵¹ Bár nem szorosan, de kapcsolódik a témához kapcsolódik; szuperszonikus tartományban is deaktiválták az ARI-t, bár ezt csak egyetlen forrás említi.

⁵² Lehet, hogy csak az egyiket mérték, erről nem találtam adatot..

képességet, ami a sokkal nagyobb állásszögön történő átesés elleni védelmet szolgálta. A CAS ezen funkcióját a futóművek kiengedésekor blokkolták.⁵³

A futóművek rugóstagjait is áttervezték, hogy a földet érés után a gép kevésbé pattogjon⁵⁴ földet éréskor, ez egyben a kellemetlen hintázását is csökkentette a gépnek nagysebességű gurulásoknál. A módosítások után lehetővé vált az akár 30 csomós (55 km/h) oldalszélben történő leszállás is.

A berepülések és a kijelölt mérföldkövek teljesítése során egyedül a hajtómű okozott galibát, de az meglehetősen nagyot. 1972 februárjában gépbe építéshez szükséges teszteken átment, azonban 1973 februárjában az egyik hajtómű-kompresszor ventilátorfokozatának egy lapátja kiszakadt a földi tesztelés közben, ezzel gyakorlatilag teljesen tönkretette a hajtómű első szekcióját. Ennek ellenére a Légierő belement a hajtómű első szériájának gyártásába azzal a feltétellel, hogy májusig 150 óra problémamentes tesztet el kell érni. Itt kapott a program némi „hátszelet”. Bellis tábornok döntése szerint a nagy magasságú csúcssebességű tesztek elhalasztották – ami a performance envelope görbe kirepülés augusztusi határidejének csúszását jelentette – ameddig a probléma okát ki nem derítik. Az indoklás az volt, hogy a gép annak ellenére, hogy képes a +M2,0 sebességet elérni, arra csak fegyvertelenül képes. A vietnámi tapasztalatok alapján teljesen valószínűtlen volt a nagy magasságú- és sebességű légi harc.

A Kongresszus ennek ellenére igencsak felszisszent, és majdnem az egész programot leállította. A hiba okát végül sikerült megtalálni, a problémát gyártási hiba okozta, ezen felül a teszt csatorna faláról levált szennyeződés (rozsda), amit a hajtómű magába szippantott. A módosítás nélküli hajtómű végül 1973. október 12-ig teljesítette az augusztusig előírt tesztek. Ennek ellenére később is a hajtómű maradt a Sas legproblémásabb fő eleme az üzemeltetés első éveiben, de erről később...

*Itt álljunk meg egy szóra, a program lehetséges törlésének hatásait és nagyságrendjét érdemes minimálisan megvizsgálni. (A törlés lehetőségét csak egyetlen forrás említi.) Legrosszabb esetben minimális képességcsökkenés miatt – erősebb és kicsit más kompresszorlapát miatt a tömeg minimálisan nőtt, a tolóerő kicsit csökkent volna – már örültség lett volna a programot leállítani. Az F-14 program döcögősebb volt és a cicusra azért volt szükség, mert az F-111B elbukott. **Hét év munka** után, az első gép felszállása után, több mint **két évvel** mégis mivel pótolták volna a Sast és mikorra, de legfőképp meg miből?*

A vietnámi háború és a méregdrága Apollo program után a féktelen költségek kora – legalábbis egy időre – lezárult. Addigra már dollár milliárdokat költöttek el, akkori árfolyamon az F-X programra. Ha új pályázóval újratekintjük a programot prototípus fázistól, az megint több milliárdos pluszköltséget jelentett volna. Az F-15-nek ekkor már nem volt alternatívája. Bár itt a cikk még nem tart, de egy páratlan képességekkel rendelkező gép gyártását kis túlzással „lényegtelen apróságok” miatt képesek lettek volna elkaszálni. Ez véleményem szerint nem butaság, hanem egyenesen felelőtlenség lett volna. Nincs is nagyobb veszély a félkegyelmű politikusoknál...

⁵³ Számomra nem egészen világos, hogy mit cseréltek fel mire. A gép átesés és dugóba esés védelmét feláldozták az oldalszélben való jobb kezelhetőségért, ha jól értem a dolgot. A csere úgy tűnik bevált, mert a típus baleseti statisztikáján nem látszik az, hogy folyamatosan lezuhantak volna a pilóták leszállás közben, pedig normál üzem esetén a balesetek nagy többsége ekkor következik be. Az ARI-t nem kapcsolták ki a futónytítás után, csak földet éréskor. Pedig számomra ezt logikus lépésnek tűnt volna ennek kiiktatása. Ez egy újabb remek példa arra, hogy az aerodinamika terén nem minden olyan triviális, mint amilyennek látszik.

⁵⁴ Sajnos nem derült ki a leírásokból, hogy ez mit takart pontosan. Valószínűleg a rugóstag terhelés alatti „középhegyzetét” és a csillapítás mértékét változtatták meg.

A hidegháború után előfordult nagy beszerzési programok teljes törtélménye a gyártás megkezdése előtt vagy még nagyon a gyártás elején is. Azokat a programokat azért törölték, mert valóban nem volt rájuk szükség. Ilyen volt pl. az RAH-66, csökkentett észlelhetőségű helikopter megalkotását célzó – a pilótánélküli gépek kiszorították – vagy a B-2 program. Eredetileg 160 db alacsony észlelhetőségű bombázó beszerzését tervezték, de a 20. példány legyártása a programot az idősebb George Bush leállította. Véleményem szerint ez majdnem olyan súlyú döntés, mint a teljes törlés, annak ellenére, hogy a gyártás azért már beindult. A hidegháború után semmi szükség nem volt 160 db alacsony észlelhetőségű stratégiai atombombázóra. Akkor még senki nem látta előre, hogy a GPS vezérléssel bíró bombák elterjedésével milyen félelmetes, hagyományos fegyverekkel felszerelt csapásmérő lehet a gépből és idővel mekkora szükség lenne még esetleges plusz példányokra.

Mi volt a bibi az F-15 estén? Az akkori MiG-21MF gépek is megizzasztották a különféle F-4 Phantom II változatokat manőverező légiharcban és a szövetséges államok F-104 és F-100 vadászgépei egyáltalán nem élveztek fölényt a különféle MiG-21 változatokkal szemben. Az amerikaiak a vietnámi pofon után erősen túlbecsülték a szovjet vadászrepülőgép fejlesztések várható hozadékát, ezért arra készültek rá. Ergo a gépre szükség volt, a fenti példákkal szemben. Persze az is érdekes kérdés, hogy a szovjetek mikor fogtak volna bele a MiG-29 és Szu-27 kifejlesztésébe, ha nincs F-15 és F-16....

Minden repülőgép fejlesztése során jellemző a „hízás”, az F-4 Phantom II első prototípusa és az első szériagép között 3'050 font (~1'400 kg) plusz tömeget szedett fel, az F-15-nél a hízás mindössze 188 fontot (85 kg) tett ki. Szinte hihetetlen, de egyes módosítások között volt olyan állapot, amikor a gép könnyebb volt, mint az első prototípus.



Az RPRV földet érés előtt nyitott csúszó talpakkal (NASA archívum) és a B-52 jobb oldali szárnya alá függesztve.

Az átesési tesztek lefolytatásához bevonták a NASA-t. Három darab 3/8 méretarányú, rádió távirányítású modellt építettek (RPRV, Remotely Piloted Research Vehicle)⁵⁵ a kis sebességű, átesési és dugóhúzó tesztekhez. Három távirányítású modell készült, főként alumínium, fa és üvegszál műanyag felhasználásával, a modellek tömege körülbelül 2'400 font (1'090 kg) volt. A harmadik már az előző kettőnél fejlettebb vezérlőrendszerrel bír. A modelleket egy NB-52B jobb szárnya alól oldották le.⁵⁶ A modell normál esetben távirányítással szállt le, ha sikerült kivezetni a vizsgált igen szélsőséges repülési helyzetből. Amennyiben ez nem sikerült, akkor ejtőernyőt nyitva a gépet először stabilizálták, majd egy

⁵⁵A távvezérelt kísérleti repülőegység néhol RPRV/SRV jelöléssel van ellátva.

SRV – spin recovery vehicle (dugóhúzóból kivezetett repülőegység)

⁵⁶Az 52-008 oldalszámú gép számtalan más tesztrepülőgép hordozó platformja volt, például a híres X-15 hiperszonikus kísérleti rakétahajtású repülőgépe is. Majd 50 éves szolgálat után 2004. december 17-én nyugdíjazták.

nagyobb ernyő nyitása után siklás közben egy⁵⁷ helikopter kapta el. Ez néha nem sikerült és földet éréskor a modellek kisebb mértékben megsérültek.

A kísérleteket a NASA *Dryden Research Center* létesítményében folytatták le. A legnagyobb oldási magasság 45 ezer láb volt, a helikopter jellemzően 15 ezer láb alatt kapta el a modellt, de egyetlen teszt időtartama sem haladta meg a 8 percet. A teljes tesztsorozat 41 leoldást ölelt fel, azonban a gép extrém repülési helyzeteit vizsgáló program egészen 1981-ig folytatódott. A modellekkel folytatott kísérlet az F8 jelű tesztgép repülésének készítette elő a terepet.



Az egyik RPRV modell a B-52 anyagép szárnya alatt.

A Category I (CAT I) és Category II (CAT II) tesztekhez 12+8 gépet rendeltek meg. A CAT I tesztek a McDD tesztpilótái által folytatott berepülés tesztek, a CAT II fázishoz már Légierő is csatlakozott, értékelték a már repülésre is képes gép paramétereit és az egyes gépekbe beépített rendszerek képességeit. A CAT III fázisban már a rendszerbe állított gépek értékelése és kezdeti üzemük nyomon követését takarta. Az első két darab kétüléses gépet (T1 és T2) és a tíz darab együléses gépet (F1-F10) szánták a CAT I tesztekre, a fennmaradó nyolc gép a CAT II fázisra volt betervezve. A CAT II tesztfázisba beosztott gépeket később valódi harci változatokká alakították át.

Előzetesen a Légierő a tesztelés során 25%-os gépveszteséggel számolt, de a program annyira sikeres volt, hogy egyetlen példány sem veszett oda, ezért a gépek egy részét más célokra használta fel a NASA, vagy a Légierő hasznosította, esetleg eladták őket egy harmadik félnek, nevezetesen Izraelnek. A fenti példák azt mutatják, hogy az alapos előkészítő munka igenis megérte a ráfordított rengeteg időt és befektetett pénzt.⁵⁸ Az első húsz legyártott gép funkciója és további sorsa a következő táblázatban látható.

⁵⁷ <http://www.youtube.com/watch?v=Ac9RGvYkZYY>

⁵⁸ A különböző tanulmányok és koncepció terv készítési fázisok során többször is lehetőség volt kormányzati pénzek lehívására, nem várták el, hogy évekig tartó vizsgálatot a cégek teljesen saját zsebből finanszírozzanak.

gyártási szám	McDD jelölés	első felszállás	funkciójuk és további sorsuk
71-0280	F1	1972.07.12	Performance envelope feltérképezése, irányíthatósági tesztek, külső függesztmények tesztplatformja; kiállított múzeumi példány. (Lackland AFB, Texas)
71-0281	F2	72.09.26	F100 hajtómű tesztek, egy ideig a NASA használta majd az USAF-nak visszaadta; kiállított múzeumi példány. (Langley AFB, Virginia)
71-0282	F3	1972.11.04	Avionika fejlesztési tesztek, első AN/APG-63 radarral ellátott példány.
71-0283	F4	1973.01.13.	Repülés közbeni strukturális igénybevételek vizsgálata, kiállított példány. (Defense Supply Center, Richmond)
71-0284	F5	1973.03.07.	Fegyverzet tesztek, fegyverzet leoldási tesztek, első M61 Vulcan gépágyúval ellátott példány, később földi kiszolgáló személyzet oktatására használták
71-0285	F6	1973.05.23.	avionika tesztelése, repülésvezérlő rendszer kiértékelése, rakétaindítási tesztek, kiállított példány. (USAF Personnel Recruiting Office, St. Louis)
71-0286	F7	1973.06.14.	Fegyverzet és üzemanyag rendszer tesztjei, később földi kiszolgáló személyzet oktatására használták; kiállított példány (Octave Chanute Aerospace Museum, Illinois)
71-0287	F8	1973.08.25.	Dugóhúzó és nagy állásszögű repülési tesztek, a NASA 835 oldalszámú tesztgépe, még a '90-es években is aktív állományban volt, kiállított példány (Edwards AFB, California)
71-0288	F9	1973.10.20.	Hajtómű-sárkányszerkezet kiértékelés.
71-0289	F10	1974.01.16.	Radar- és avionikai tesztplatform, az első elektronikai zavarórendszerrel (ECM) ellátott példány
71-0290	T1	1973.07.07.	Az első kétülékes példány, később koncepció demonstrátorként használata a NASA 837 oldalszámú tesztgépe az F-15 STOL/MTD, F-15 ACTIVE kísérletek során
71-0291	T2	1973.10.18.	Kétülékes példány, McDD használta az 1976-os világműködési turnén.
72-0113	F11	?	Üzemeltetési tesztek, törzshöz simuló üzemanyagtartály (CFT) tesztplatform, elektronikai emisszió tesztek során felhasznált példány
72-0114	F12	?	Üzemeltetési tesztek, 1992-ben eladták Izraelnek.
72-0115	F13	?	Üzemeltetési tesztek.
72-0116	F14	?	Klimatikus és környezeti tesztek, Peace Fox I keretében eladták Izraelnek.
72-0117	F15	?	Tesztprogram és kiértékelés során nem használták, Peace Fox I keretében eladták Izraelnek.
72-0118	F16	?	üzemeltetési tesztek; kiállított múzeumi példány (Egyes források szerint ezt is eladták Izraelnek a Peace Fox I keretében. Vagy téves ez az adat vagy a gép kivonása után visszaadták az USA-nak. (Pima Air & Space Museum, Tucson Arizona) ⁵⁹
72-0119	F17	?	Tesztprogram és kiértékelés során nem használták, Streak Eagle program során rekordrepülése átalakított változat; kiállított múzeumi példány. (Castle Air Museum, Atwater, California) ⁶⁰
72-0120	F18	?	Peace Fox I keretében eladták Izraelnek.

Már az első néhány gép gyártásánál látszott, hogy a tervezés során a könnyebb gyárthatóságra történő törekvés is sikeres volt. Az SPO munkatársai úgy becsülték, hogy körülbelül 700 ezer munkaóra kerül majd az első öt gép legyártása, azonban a McDD 460 ezer munkaóra alatt teljesítette a célt. Az első F-15 legyártása 69 ezer munkaórát igényelt és további 11 ezret a végösszeszerelés. A gyártás során az F-4 gépekhez viszonyítva csak 80%-nyi munkaóra befektetéssel járt annak ellenére, hogy az F-15 igen nagy arányban tartalmazott titán szerkezeti elemeket, amelyek megmunkálása különösen problémás és drága volt.

⁵⁹ Egyes források szerint eladták Izraelnek, de múzeum honlapján fotó is van arról, hogy náluk van.

⁶⁰ Egyes források szerint a Wright Patterson támaszponton van kiállítva (Dayton, Ohio), de a múzeum honlapján kép és leírás is van róla, hogy ez a gép volt a Streak Eagle. A gép oldalszáma is stimmel.

Az F-15 és F-14 közötti „bokszeccs” még ekkor sem ért véget. Felmerült, hogy a „fagyvi visszanyal”, és nem az F-X programot törlik és olvasztják be a VFX programba, hanem fordítva. Az SPO⁶¹ megkönyvézte a védelmi minisztert 1971 júliusában, hogy vizsgálja meg egy esetlegesen kifejleszhető Haditengerészeti változatát az F-15-nek, F-15N típusjelzéssel. A koncepciók szintjén felmerül AIM-54 nélküli és azzal is alkalmazható F-15N. Az AIM-54 nélküli változathoz szükséges átalakítások miatti tömegnövekedés meghaladta volna az 1 tonnát (~2'300 font) a McDD koncepciója szerint. Ez magába foglalta a megerősített futóműveket, a felhajtható szárnyakat, a fékezőhorgos leszállító rendszer miatti megerősített sárkányszerkezetet és teleszkópos orrfutót,⁶² hogy a katapulttal történő indításkor a gép megfelelő állásszöggel bírjon.

A Haditengerészet azonban ettől a változattól nem volt elragadtatva, ezért a McDD további továbbfejlesztett koncepcióval állt elő. Kétkerekes orrfutó, egész sárkányszerkezetre kiterjedő strukturális megerősítés, a Haditengerészet által elvárt kosaras/hajlékonycsöves légi utántöltésre alkalmassá tételt tartalmazott a csomag, ezen felül a gép szárnyát is erősen átdolgozták. Orrsegédszárnyat, határréteglefúvató rendszerrel bíró fékszárnyakat és réselt csűrőkormányt kapott volna a haditengerészeti Sas. Az addig bámulatosan kevés mechanizációval kifejlesztett szárnyhoz képest ez igen összetett rendszert jelentett.⁶³ A fent felsorolt változtatások a légierős F-15-höz képest már további 1,5 tonna (3'055 font) tömegnövekedéssel jártak volna.

A Haditengerészet által kijelölt szakértői csoport⁶⁴ megvizsgálta a koncepciót, de számukra szóba sem jöhetett az AIM-54 nélküli flottavadász, ezért a gép orrát és méreteit megnövelték, hogy az AWG-9 tűzvezető rendszer és az Phoenix rakéta az haditengerészeti Sas számára is hordozható legyen. Az általuk összeállított teljes igénylista kielégítése estén már 10'000 font (~4,5 tonna) tömegnövekedést prognosztizáltak. Ezzel már alulról közelítették az F-14A üres tömegét. Az F-15-öt alapvetően nem arra méretezték, hogy AIM-54 méretű rakétát hordozzon, ezzel a hosszadalmas munkával megalkotott kiemelkedően jó manőverező képességgel rendelkező koncepció szinte minden előnyét elvesztette. Mindezekon felül a navalizált F-15 változat a végső besiklás során 12 fokos állásszöggel repült az F-14 nagyjából 10 fokos értékével szemben, ami nem szerzett jó pontokat a kiértékelés során, a hordozóra a való leszállást nehezítette volna. A futóművek keskeny nyomtávja sem kedvezett a leszálláskor támasztott elvárásokkal szemben. A hab a tortán az volt, hogy ráadásul méregdrága lett volna, szinte semmivel sem lett volna olcsóbb, mint az F-14. Az egyedüli pozitívuma a hosszú távon olcsóbb és egyszerűbb sárkányszerkezet volt a merevszárnyas konstrukció miatt, de ez akkor még csak sejthető volt.

Ekkor a témát lezárták, legalábbis a többség úgy vélte, hogy végleg. Az F-14 program azonban 1973 elején is problémákkal küszködött, ezért újra feldobták a témát. Az akkori védelmi miniszter – Bill Clements – az F-15N és a Tomcat közötti prototípusokkal történő tesztrepüléseket igénylő összehasonlítást favorizálta. Ehhez viszont már túlon túl késő volt. az F-14 első felszállása majd 3 éve megtörtént, „Seagle”⁶⁵ meg csak koncepció szintjén létezett. A legoptimistább becslések szerint legalább 150 millió dollárba került volna a fent említett „meccs” tető alá hozása, 1974-es árfolyamon számolva. Talán 1974 végén emelkedhetett volna legkorábban a levegőbe egy rohamtempóban összerakott haditengerészeti F-15 változat. Ez rövidre zárta a kérdést. Lényegében csak az F-14 program totális

⁶¹ Lásd 18. oldal.

⁶² Ilyen megoldással rendelkezett például az F-4K Phantom II a Royal Navy kötelékében.
http://hyperscale.com/galleries/images/f4kas_title.jpg

⁶³ Hogy erre mi szükség lett volna, az nem tudom. Lásd később a gép általános ismertetésnél a szárny aerodinamikájára vonatkozó megállapításokat.

⁶⁴ Navy Fighter Study Group III

⁶⁵ Szójáték a „Sea” és „Eagle” szavakkal.

összeomlása hozta volna helyzetbe a haditengerészeti F-15 változatot, ennyire viszont nem volt kritikus a helyzet. Az F-15N labdába sem rúgott és soha többé nem merült fel a téma komolyan. A nagyon komolyan továbbfejlesztett F-4 Phantom II ötlete is felmerült, mint AIM-54 platform, de végül ebből sem lett semmi.

*Tartsunk ismét egy kis szünetet. Látható, hogy a gépek fejlesztése során különböző csoportok megpróbálták lobbizni vagy a Sas vagy Tomcat mellett. Valahol egészen hihetetlen, hogy egy két éve halott ügyet feltámasztanak – több év előkészítés után – 1973 márciusában, hátha ennyi év szenvedés után mégis lesz, legalább részben közös platform. Ez érdekes álom volt annak fényében, hogy a DCP⁶⁶ kifejezetten arra gyúrt, hogy a két gép követelményrendszere még véletlenül se legyen összemosva. A közös hajtóművet a két típus számára még eddigre sem sikerült összehozni.**

*Először még az VFX programmal akarták összevonni – lényegében leállítani – az F-X programot, most meg fordítva? Aztán a fent említett hajtómű kompresszor meghibásodás után meg hirtelen ötlettől vezérelve megint az F-X programot eltörölni, mikor fél éve még maga a védelmi miniszter is össze akarta ereszteni a két gépet remélve, hogy esetleg a Sas győz. Az emberben azért felmerül a következő kérdés. **Normálisak ezek?** Ennyi munka után sem volt világos egyesek számára, hogy innen már nincs visszaút és két vadászgép lesz, teljesen eltérő fő feladatkörrel? Döbbenetes. Sajátos politikai futballmeccs volt, ahol mindkét kapu előtt tolongtak a csatárok, de gól nem esett és végül mindkét félnek megfelelt a döntetlen. Talán mindkét csapat fújhatta, hogy „lám, milyen jól játszottunk, csak az a szemét bíró fújt ellenünk...”*

**Sőt, később sem. Hogy ez mennyire volt lobbizás, a „majd én jól megmondom” hozzáállás miatt, és mennyi műszaki problémák miatt, az ismét elég ingoványos téma...*

Félig meddig ennek az „iszapbirkózásnak” és a LWF program sikere vezetett az F/A-18 Hornet kifejlesztéséhez. A Haditengerészet már csak presztízsből sem engedhette meg – persze ennél azért többről volt szó – hogy ne legyen olyan vadászgépe, ami alkalmas manőverező légi harcra.⁶⁷ Látható, hogy a tinédzser vadászok rendszerbe állításáig vezető út elég rögzös volt...

Az első F-15A/B gépek sorozatgyártását 1973 márciusában kezdték meg, ez 30 darabos mennyiséget jelentett. Az első leszállított széria F-15 egy kétüléses TF-15A volt – később nevezték át a kétüléses gépeket F-15B-re – 73-0108 gyártási számmal. A gépet a Légierő 1974. november 8-án vette át a Légierő Luke légitámaszpontján Arizonában. Az november 14-én tartott átvételi ceremónián az Egyesült Államok Elnöke, Gerald Ford is jelent volt.⁶⁸ Az 58th Tactical Training Wing 416th és 555th TFTS (Tactical Fighter Training Squadron – harcászati vadászpilóta kiképző század) alakulata kezdte meg elsőként a kiképzési repüléseket a típussal.⁶⁹

⁶⁶ Lásd 15 oldal.

⁶⁷ Az F-14-hez képest tényleg impozánsak a Hornet paraméterei – nem csak papíron – de az F-15/F-16 pároshoz képest a gép erőtlenebb. Legalábbis szerintem.

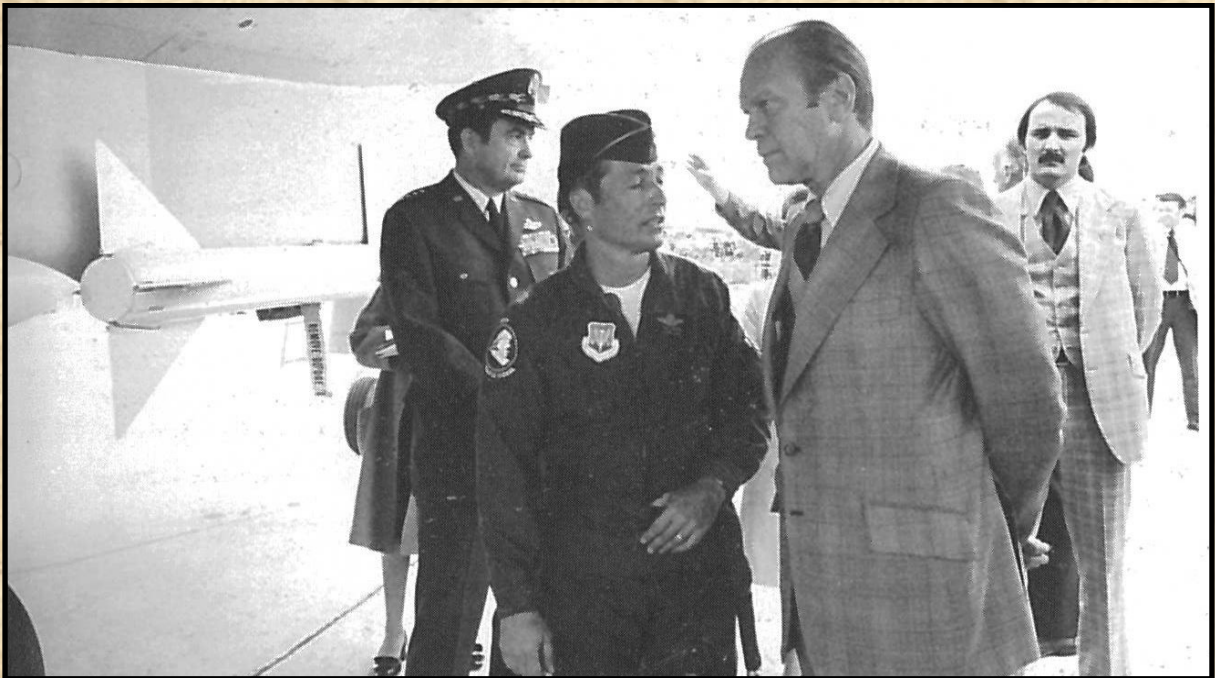
⁶⁸ Az elnök ünnepi beszéde.

<http://www.presidency.ucsb.edu/ws/index.php?pid=4560#axzz1j4injzpV>

⁶⁹ Magyarban a wing legtöbbször ezredként van fordítva, de nekem ez nem szimpatikus, mert nem szemléletes. A Varsói Szerződés országaiban egy ezred 40-50 gépnél nem üzemeltetett többet. Ez többnyire három vagy négy századot jelentett és a törzset kiszolgáló gépeket.



Az első F-15 átadási ünnepsége 1974. november 14-én.



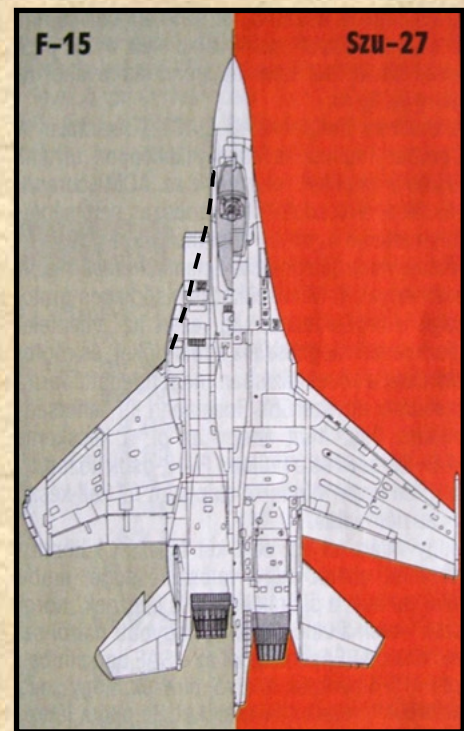
Gerald Ford, az Egyesült Államok Elnöke az átadási ünnepség után szemrevételezi az első átadott gépet. A kép bal szélén David Jones tábornok, a Légierő Vezérkari főnöke látható. Jobboldalt háttérben meg a titkosszolgálat egyik munkatársa. Hát nem egy James Bond. :)

4. Egy ragadozó anatómiája

4.1. Általános kialakítás, aerodinamika, sárkányszerkezet

4.1.1. Aerodinamikai kialakítás

Első pillantásra az F-15 kialakítása hasonlít a MiG-25-re, azonban tüzetesebb vizsgálat után egyértelmű válik, hogy fals az a sok helyen olvasható sztereotípiá, hogy a MiG-25 aerodinamikájának másolásáról van szó. Ez igaz a későbbi rivális a Szu-27 tekintetében is, a Flanker nem a Sas és nem az F-14 „majmolása”. A MiG-25 és az Eagle tervezési tartománya alapvetően eltér. A MiG-25 12 km + magasságban történő szuperszonikus elfogásra és tartós szuperszonikus repülésre lett tervezve, míg az jenki vas közepes magasságban, transzszonikus sebesség-tartományban zajló manőverező légi harcra. Ennek megfelelően a végeredmény is merőben eltérő vadászgépeket eredményezett. A 2. és 3. fejezetben leírtak alapján látható, hogy az F-15 végleges formája igen hosszú vajúadás után született meg, kezdetben szó sem volt olyan koncepcióról, ami a legkisebb mértékben is hasonlított volna a szovjet vadászgépre. Számptalan alapforma kipróbálása után, de csak a NASA végső finomítása után alakult ki az első pillantásra hasonlónak tűnő forma és nem úgy, hogy több száz forma kipróbálása után kétségbeesésükben „hasukra csaptak” és lemásoltak egy alapformát. Ez amúgy sem működne...



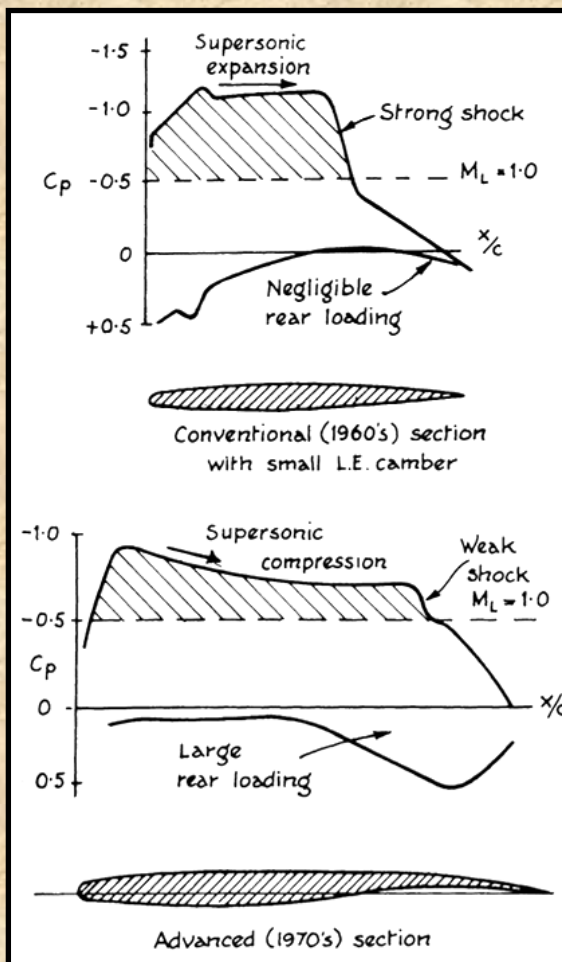
A másik gyakran emlegetett téves megjegyzés, hogy a gép aerodinamikailag rendkívül primitív, mind az F-16, F/A-18 pároshoz, mind a későbbi szovjet/oros 4. generációs vadászgépekhez (Szu-27, MiG-29) képest. Ez is csak látszat. Tény, hogy nem bír a később gépeket jellemző kecses ívelt és lekerekített formavilággal, de a koncepció előnyös tulajdonságait nem elsősorban a törzs-szárny átmenet és a törzs szárnyprofil szerű kialakítása biztosítja.⁷⁰

Az F-15 mai napig egyedülálló vagy majdnem teljesen egyedülálló szívócsatorna vezérléssel bír. A szívócsatorna nem csak terelőlapokkal (ramps) és egyéb konvencionális szabályzó elemekkel bír, hanem az első szekciója mozgatható. A szívócsatorna képes -11 fokban lefelé vagy +4 fokban felfele „bólogatni”. Mivel a szívócsatorna előrenyúló felső része lényegében a LERX⁷¹ funkcióját is betölti, ezért ez mai napig egyedülálló módon mozgatható LERX szekcióval bír – talán a PAK-FA rendelkezik majd ehhez hasonló műszaki megoldással – még ha a formája nem feltétlenül a legideálisabb. A beömlő felső része merőleges a törzsre, tehát nem követi a szárny nyílzási szögét, ahogy az F-16, Hornet vagy Szu-27 esetében történt.

⁷⁰Bár egy baleset folyamán gyakorlatban is bizonyította a gép, hogy a törzs azért igenis termel elég jelentékeny mennyiségű felhajtóerőt, lásd az izraeli Sasokkal foglalkozó fejezetet.

⁷¹Leading edge root extensions – előrenyúló meghosszabbított szárnytő; a LERX elsősorban nagy állásszögnél fontos, a rajta keletkező stabil örvények miatt a szárnyon később válik le az áramlás, az átesés később következik be.

A dobozszerű törzsszerkezet és a szívócsatorna felső része örvénygenerátorként való funkcionálása miatt a válszárnyas kialakítás bizonyult célszerűnek, így a törzs-szárny átmenet lehetővé tette, hogy a törzs felső része is részt vegyen a felhajtóerő termelésben. Nagy állásszögek esetén a mozgatható szívócsatorna szekció valószínűleg jó hatással bír a törzs feletti áramképre. A régi gépekhez képest a törzs-szárny átmenet pozitív irányba fejlődött – érdemes összehasonlítani az F-4 Phantom II típusal szemben – a szárnyon kialakuló áramkép szívott oldala – normál helyzetben vízszintes repülés esetén ez a szárny felső oldala – nem torzult olyan mértékben, mint a hagyományos törzs-szárny kialakítással bíró középszárnyas, vagy alsószárnyas konstrukciónál.⁷²



A szárny aerodinamikája minden, csak nem primitív, bár ez a fotókon nem feltétlen kivehető. A végleges forma megszületéséig több száz szárnyforma és törzs kombinációt vizsgáltak meg – legalább elvi szinten – ebből 107 változatot szélcsatorna teszteknek is alávetettek. Az F-15 szárnya megalkotásának pillanatában, az '50-es évek végén megkezdett aerodinamikai kutatások eredményének a csúcspontja volt, ráadásul nagyon időtálló konstrukciónak bizonyult.

A késői F-102 Delta Dagger és F-106 Delta Dart elfogó vadászokon, valamint a B-58 Hustler bombázókon⁷³ már alkalmaztak egy megoldást, amit később az F-15 szárnyprofiljánál használtak. Az 50-es években kezdődött el a kúpos belépőlélekkel rendelkező profilok fejlesztése. Ezek a szárnyprofilok a hagyományos szimmetrikus vagy akkor használatos egyéb profilokhoz képest két fő téren teljesítettek jobban. Egyfelől a szárnyon a nyomáseloszlás egyenletesebb volt, a szárny felülete jobb hatásfokkal és egyenletesebben volt kihasználva, tehát azonos szerkezeti tömegből nagyobb felhajtóerő volt előállítható. Különösen a közepes-nagy állásszögek tartományában igaz ez, ami a manőverező légi harcnál hangsúlyos. Az egyenletesebb felhajtóerő eloszlás egyben kisebb csavaró

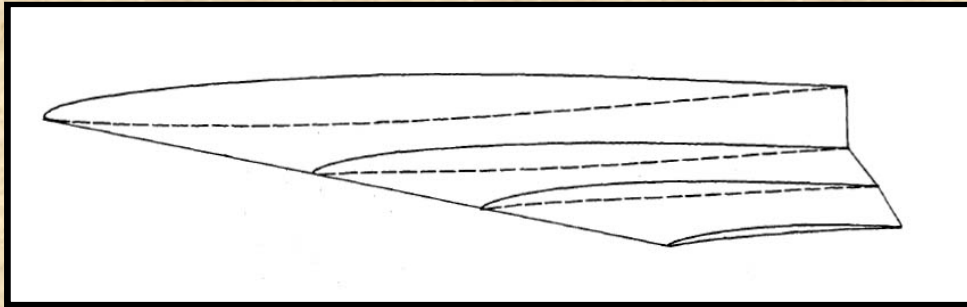
igénybevételt jelent, és a szuperszonikus / szubszonikus sebességek között a felhajtóerő-eredő támadáspontjának vándorlása is kedvezőbb. Ezen túlmenően a szárny szívott oldalán, a hangsebesség feletti áramlások esetén a hullámellenállás is jelentősen kedvezőbbnek adódott. A fent említett konstrukciók még deltaszárnyal rendelkeztek, az alkalmazott szárny főbb paraméterei eltértek Sasnál alkalmazottól.⁷⁴

⁷² A szárny szívott oldala az esetek túlnyomó részében érzékenyebb a megzavarásokra. Nem véletlenül igen ritka az, hogy a szárny szívott oldalára bármiféle függesztményt lehessen elhelyezni. Ilyen volt pl. a Jaguar gépeken az AIM-9 rakéta és az English Electric Lightning gépeken a szárny felső részén volt lehetőség póttartály elhelyezésére. (A vézleoldást bonyolulttá vagy egyenesen lehetetlenné teszi ez a fajta elrendezés.) Az F-4 Phantom esetében a törzs-szárny átmenet a szárny nyomott oldalán sima és a szívott oldalán van meglehetősen durva átmenet. Aerodinamikailag valószínűleg kevésbé hatékony. Az alsószárnyas elrendezést valószínűleg a hajófedélzeti üzemre való tervezés szülte, rövidebb futószárak esetén a futómű tömege kisebb lehetett ezzel a megoldással.

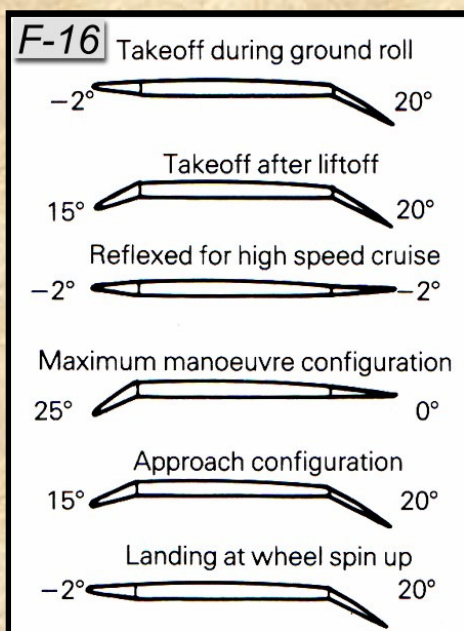
⁷³ http://scilib.narod.ru/Avia/DAC/dac.htm#1_1_4

⁷⁴ Sixty Years at the NASA Ames Research Center.pdf melléklet, 34. oldal (elektronikus oldalszám)

A lenti ábrán az F-15 szárnymetszetei láthatóak, a szárny profilvastagsága és profilja is változik a szárnytőtől a szárnyvég felé haladva. A gép középvezetékében (buttock line, BL)⁷⁵ szimmetrikus NACA 64A006 profilt, a szárnyvégen NACA 64A203 profilt határoztak meg a tervezők. A profilvastagság⁷⁶ a valódi szárnytőnél eléri az 5,9%-ot, a szárnyvégnél azonban már csak 3% volt.⁷⁷



A belépőél íveltsége folyamatosan változik (conical cambered wing), ez azt jelenti, hogy a szárny húr hosszának egy adott hosszúsága a belépőél mentén el van csavarva. Az F-15 szárny belépőéle a szárnyvég felé haladva a fél fesztáv 20%-ától kúpos elcsavarású – mintha a szárny egy része egy kúp-paplást kimetszett része lenne – ezen felül belépőél a szárnyvég felé haladva egyre lejjebb hajlik.



Egészen elképesztő, de az F-15-ös nem rendelkezik semmiféle szárny belépőél mechanizáció – orrsegédszárny, Krüger-lap, mozgatható belépőél – egyedülként a 4. és 5. generációs vadászgépek közül. Az F-16 vékony és éles profilú szárnyán a belépőél repülési helyzetétől függően nagymértékben képes kitérni. Mind a belépőél, mind a kilépőél automatikusan vezérelt. Ezzel szemben az Sasnak még a fékszárnya is meglehetősen egyszerű szerkezet, mindössze két helyzete van, fel- és leszállásnál ugyanakkora mértékben tér ki. A fékszárny a gép tömegétől függően a leszálló sebességen csak 5-7 csomót csökkent.⁷⁸

A szárny aerodinamikai kialakítása annyira jól sikerült, hogy semmiféle mechanizáció nem szükséges ahhoz, hogy képes legyen a 130-135 csomós (~240 km/h) leszállósebességre, 20 fok feletti tartós állásszögön való repülésre, és mégis képes elérni akár az M2.4 csúcsebességet is. A mendemondák szerint, egyes pilóták néha észre sem vették, hogy nem volt leszálláskor a fékszárny leszálló pozícióba állítva, mert csak annyira kis mértékben javítja a leszálló jellemzőket. Leszállás után guruláskor alaphelyzetbe akarták állítani a fékszárnyat és akkor vették észre, hogy egész leszállás alatt úgy volt. Nem ez volt az első szuperszonikus

⁷⁵ A szárny hordfelületét azért adják meg a belépő- és a kilépőél törzs szimmetria síkjáig terjedő meghosszabbításával, mert a szárny felső felületén kialakuló csökkent nyomás, illetve az alatta levő nyomásnövekedés nem ér véget a törzs oldalánál, hanem felette és alatta is hat, azaz a törzs e része is felhajtóerőt generál. Természetesen ez ott közelíti meg az ideális szárny felhajtóerejét, ahol a szárny jelentősen nagyobb, mint a törzs által elfoglalt felület. A hatás nem olyan, mintha nem is lenne ott törzs. Ezt a hatást az orosz aerodinamikai számításokban az effektív oldalviszony bevezetésével veszik figyelembe az indukált ellenállás kiszámításakor, míg a nyugati metodika az úgynevezett Oswald koefficienssel számol. (Farkas Gábor kiegészítése.)

⁷⁶ A szárnyprofil húr hossza / szárnyprofil maximális vastagságának értéke.

⁷⁷ <http://www.ds-cats.com/~kurisawa/aeronautics/Airfoils/01-0035.html>

⁷⁸ Az Eagle Engaged könyv szerint eredetileg nem is rendelkezett volna a gép fékszárnyal. Ez már annyira radikális lett volna, hogy a tervezők tartottak attól, hogy emiatt elutasítják a koncepciót. Hogy ez utólagos PR fogás és/vagy legendagyártás, azt nem tudom megítélni.

repülőgép, ami ennyire alacsonyan mechanizált szárnyal rendelkezett – fent említett három gép is ilyen volt – de ez volt az első nem deltaszárnyas konstrukció, ami ráadásul jóval szélesebb állásszög-tartományban volt képes üzemelni.



Egy F-15E oldalnézetben. Látható a szárny belépőél íveltségének és a szárny profilvastagságának változása.

A szuperszonikus gépek első generációi kis relatív vastagságú, szimmetrikus szárnyprofilokkal repültek, amelyek legnagyobb vastagsága nagyjából a húr hossz felénél volt. Ezek kritikus Mach száma magasabb volt, mint a hagyományos profiloké. A fő cél inkább a hangsebesség feletti ellenállás tényező csökkentése és a leválásmentes áramlás biztosítása volt a szuperszonikus sebességtartományban.

A kúpos belépőéllel rendelkező szárnyaknál a fesztáv mentén elhelyezkedő profilok húrja egy képzeletbeli kúp palástjának érintőit alkotják. A kúp csúcsa a tőprofil húrjának meghatározott százalékában van. Lehet olyan elcsavarás, amely egy kúp palástja mentén történik, (lineáris elcsavarás, ahol a beállítási szög fél fesztáv szerinti deriváltja állandó), s lehet változó paraméterű kúpok sokasága mentén is elcsavarást végezni. Az elcsavarás célja, hogy egy adott felhajtóerő tényező mellett a szárny ellenállás tényezőjét minimális értékre hozzuk annak ellenére, hogy a szárny formája nem az ideális elliptikus forma. Jellemzően ez a felhajtóerő tényező a nagy távolságú repüléseknél szükséges érték. Minden más felhajtóerő tényezőhöz tartozó állásszögön az elcsavarás nagyobb ellenállás tényezőt ad, mint az elcsavarás nélküli szárny. Ezen kívül a helyesen alkalmazott elcsavarás a szárny átesési tulajdonságait javítja. Nem a szárnyvég esik át először, hanem a szárnytő, s a leválási aszimmetriából adódó orsózó nyomaték kisebb. A gép nem borul be az egyik szárny irányába, s az útirányú elfordulási szögsebesség miatti jobb és balszárny közötti állásszög különbségek miatt nem esik dugóhúzóba.

Az erősen mechanizált szárnyú vadászgépek – pl. F-16, Szu-27 – éles belépő élű profilokat alkalmaznak. Az ilyen profilok kritikus állásszöge a kúpos szárnyhoz képest kicsi, s ennek megfelelően az elérhető maximális felhajtóerő tényező is erősen állásszög limitált. A nagy állásszögű aerodinamikai tulajdonságok drasztikus javítását az automatikusan működő orrsegédszárnyak használatával érik el. Amikor működik az automatika, akkor az F-16 maximális állásszöge 26 fok, azonban, ha bármilyen okból működésképtelen és fix helyzetben van, akkor a maximális állásszög mindössze 10 fok. A Szu-27 esetében ez az érték 30 fok és 12 fok.⁷⁹

⁷⁹ Ezen rész megírásában Farkas Gábortól kaptam segítséget, egyes részek szó szerinti idézetek. (Repülőmérnök végzettsége van.)

A mozgatható belépőél hiánya a tervezési sebességtartományon kívüli tartományban⁸⁰ – 0,8-0,9 Mach – nagyobb légellenállást (rosszabb siklószámot) jelent, lásd az előző oldal keretes írását. A szárny optimalizálása csak egyetlen pontra kivitelezhető – ez minden gépre és szárnyra igaz – azonban nem jelenti azt, hogy más tartományon nincs pozitív hatása a régi, szimmetrikus szárnyprofilokkal szemben. Egyszerűen csak abban a pontban van a „hatásfok” maximuma. A Sas tervezéskor úgy döntöttek, hogy tolóerő bőségesen rendelkezésre áll, a hajtómű fajlagos fogyasztása is megfelelő volt, tehát a szárny legyen egyszerűbb és könnyebb. Valószínűleg amennyit nyertek volna a szerkezet átalakításával és plusz gépészet beépítésével – ami üzemképtelen lehet meghibásodás vagy sérülés következtében is – azt valószínűleg elvesztették volna a plusz tömegben és bonyolult szerkezeten, ezért inkább ragaszkodtak a „csupasz” szárnyhoz.

Az aerodinamika megalkotása során egy nagyon komoly korlátozó tényező volt. Egy tapodtat sem engedtek abból, hogy a pilótafülkéből való kilátás minden irányból klasszisokkal felülmúlja a Vietnám felett bevetett vadászgépeket még akkor is, ha ennek a légellenállása és az áramlási képre gyakorolt hatása érezhetően rontotta is a Sas teljesítményét.

A „minőségi” dolgok után lássuk a Sas paramétereit „mennysiségi” oldalról is. Mikor 1971-ben az első mock-up elkészült a „Fighter Mafia” tagjai szemrevételezték a konstrukciót, akkor John Boyd nemes egyszerűséggel a következőt jegyezte meg:

„Szent Isten, ez hatalmas!”

Annak ellenére, hogy a F-15 befoglaló méretei szinte azonosak az F-4 Phantom II paramétereivel – a fesztáv ~1,5 méterrel nagyobb – az új csúcsvadász jó 1 tonnával könnyebbre sikerült, ennek ellenére az Eagle felülete felülnézetből jelentősen felülmúlta az elődét (40%), a szárnyfelület is kb. 15%-kal volt nagyobb. Jól mutatja a tervezés és a technológiai fejlődés lényegét. Azonos méretből egészen más végeredményt kaphat az ember, főleg ha eltérőek a tervezési szempontok. Boyd megjegyezése azért érdekes, mert akkor egyesek még nagyon fontosnak tartották, hogy a gép lehetőleg kisméretű (felületű) legyen, megnehezítve a vizuális úton történő észlelést. Hogy ez mennyire volt fontos, arról majd később szó esik még. Ez a követelmény azonban önmagában ellentmond az alacsony szárnyterhelés követelményével és az elvárt minél nagyobb hatótávolsággal...

Az F-4 Phantom II és F-15 Eagle főbb méret és tömegadatai

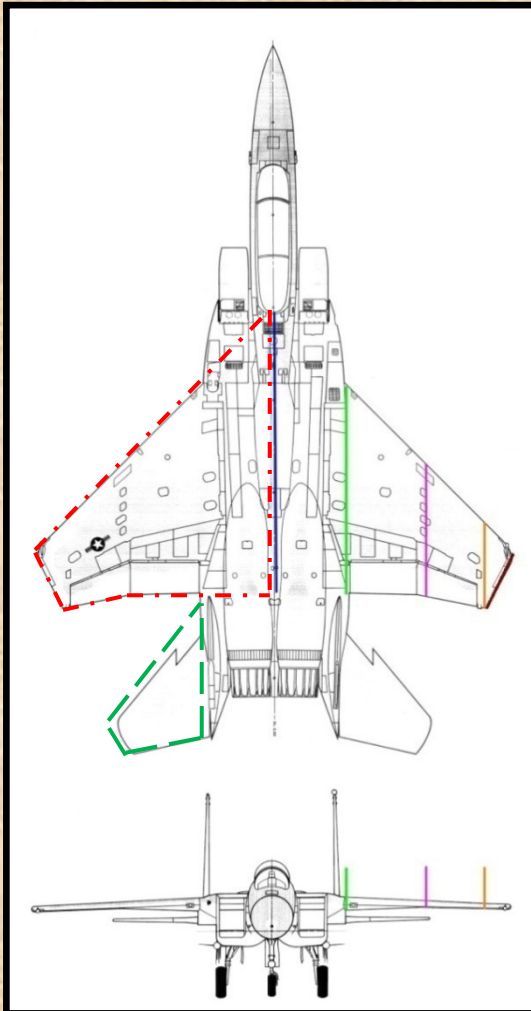
	F-15A		F-4E	
<i>hossz</i>	63,75 láb	19,43 m	63 láb	19,2 m
<i>fesztáv</i>	42,81 láb	13,05 m	38,375 láb	11,7 m
<i>magasság</i>	18,46 láb	5,63 m	16,5 láb	5 m
<i>szárnyfelület</i>	608 láb ²	56,48 m ²	530 láb ²	49,2 m ²
<i>teljes felület felülnézetben</i>	1050 láb ²	97,5 m ²	750 láb ²	69,6 m ²
<i>üres tömeg</i>	27'500 font ⁸¹	12'470 kg	30'330 font	13'760 kg

⁸⁰ off design performance

⁸¹ Az üres tömeg = szerkezeti tömege feltöltve az összes szükséges kenőanyaggal és munkaközeggel (pl. hidraulika olaj), a pilóta (átlagos) tömege és a nem kifogyasztható üzemanyag mennyisége. Számítalan forrás áll rendelkezésre, de a gépek üres tömege gyakorlatilag sehol sem egyezik meg és igen nagy a szórás. Egyes forrásokban odáig merészkedtek, hogy az A és C változatok tömegét azonosnak tüntetik fel, ami nyilvánvalóan téves. Az F-15C változaton szerkezeti megerősítéseket hajtottak végre, lásd később. Ez az adat a F-15 Flight Manual-ból származik.

4.1.2. A szárny és vezérsíkok méretei és jellemzői

A teljes szárnyfelület, a trapézviszony és a karcsúság nem a valós szárnyal számolt értékek. A szárny kilépő- és belépőélét meghosszabbítják a BL 0 vonalig – a gép hossz tengelyéig – és így számolt húr hossz és fél fesztáv a mérvadó. Tehát a teljes szárnyfelület ennek a két félszárny területének összege.



Szárny adatai	
teljes szárnyfelület	608 láb ² (56,48 m ²)
trapézviszony ⁸²	0,25
karcsúság ⁸³	3,01
V-beállítás	-1 fok
belépőél nyílazása	45 fok
csűrőkormányok felülete	26,48 láb ² (2,45 m ²)
csűrőkormány kitérés	+/- 30 fok
fékszárnyak felülete	35,84 ft ² (3,3 m ²)
fékszárny kitérés	0 / 30 fok

Profilmetszetek a szárnyvég felé haladva		
távolság a középvonaltól ⁸⁴	profil	húr hossz
BL 0 (kék)	NACA 64A006.6	301,5 hüvelyk (7,65 m)
BL 77.0 (zöld)	NACA 64Ax05.9	226,0 hüvelyk (5,74 m)
BL 155 (rózsaszín)	NACA 64Ax4.6	149,6 hüvelyk (3,8 m)
BL 224.73 (narancs)	NACA 64A203.5	94,0 hüvelyk (2,38 m)
szárnyvég (barna)	NACA 64A203 NACA 64A203,a =0.8	68,3 hüvelyk (1,73 m)

A szárnyvég profiljánál kétfajta jelöléssel is találkoztam, de ezek jelentését sajnos nem sikerült egyértelműen megfejteni még a linkeken található információkkal sem. A „*Theory of wing section*” könyv 119. oldalán a 6A szárnyprofil család matematikai leírása részben ismertette van. Az a mellékletek között⁸⁵ szintén megtalálható, hogy a szárny középvonala – *mean line* vagy *mean cambered line* – milyen matematikai módszerrel van leírva. Ezek pontos ismertetése sajnos meghaladja a cikk kereteit. Aki érez magában affinitást, elméletileg képes lehet a paraméteres görbékkel és a szárny valós méreteivel megszerkeszteni a közelítő szárnyprofil.

⁸² A szárny húr hossz aránya a szárnyvégnél és a BL vonalnál. (taper ratio)

⁸³ Szárny fesztávolság négyzete osztva a szárny felületével. (aspect ratio)

⁸⁴ A távolságok hüvelykben vannak megadva, 1 hüvelyk = 25,4 mm.

⁸⁵ *Geometry for Aerodynamicists*

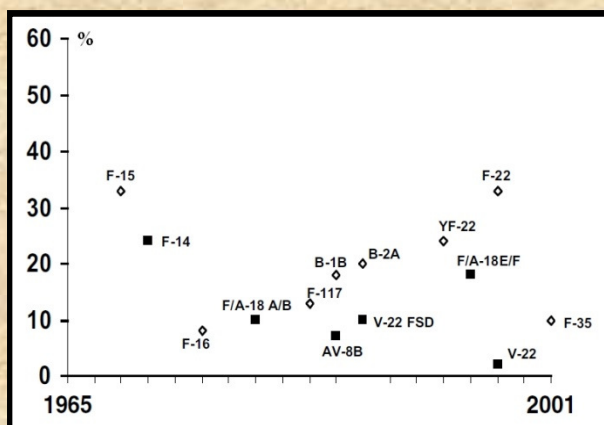
Vízszintes vezérsík adatai		Profilmetszetek a vezérsík fesztávján haladva		
két vezérsík teljes felülete	120 ft ² (11,15 m ²)	távolság a törzstől	profil	húrhossz
trapézviszony	0,34	szárnytő	NACA 0005.5-64	137.2 in (3,48 m)
karcsúság	2,05	90 hüvelyk (2,28 m)	NACA 0003.5-64	117,9 in (3,00 m)
V-beállítás	0 fok	szárnyvég	NACA 0002.5-64	46,5 in (1,18 m)
belépőél nyílazása	50 fok			
vezérsík kitérése	+20/-30 fok			

A vízszintes vezérsík meghatározásánál teljes a káosz. Az egyik forrás a valódi szárnytőnél, a másik forrás a BLO vonalnál adja meg ugyanazt az értéket. A kettő nyilvánvalóan nem egyezhet meg. Én a valós méreteket adtam meg, emiatt a profilok adatai lehet, hogy pontatlanok.

Függőleges vezérsík adatai		Profilmetszetek a vezérsík felé haladva		
két vezérsík teljes felülete	125,2 ft ² (11,63 m ²)	távolság a törzstől	profil	húrhossz
trapézviszony	0,27	szárnytő	NACA 0005.0-64	115 in (2,92 m)
karcsúság	1,7	szárnyvég	NACA 0003.5-64	30,6 in (0,78 m)
V-beállítás	0 fok			
belépőél nyílazása	34,57 fok			
oldalkormány felülete	19,94 ft ² (1,85 m ²)			
oldalkormány kitérése	+/- 30 fok			

Az általam fellelt források közül az egyik nyilvánvalóan hibás oldalkormány felületet, 6 m²-t meghaladó méretet ad meg annak ellenére, hogy a teljes felületet pontosan adta meg. (Lásd mellékletek között.)

4.1.3. Sárkányszerkezet, felhasznált szerkezeti anyagok



Ezek után lássuk, hogy a minőség és mennyiség az miből is épült fel, nevezetesen milyen anyagokat használtak fel a F-15 sárkányszerkezetében és mekkora mértékben. A gép tervezése során minden korábbi esetet meghaladó mértékben használtak fel titánt, mai napig csak az F-22 és az F-14 vadászgépeken használták hasonló mértékben ezt az igen drága és nehezen megmunkálható szerkezeti anyagot.

A titán használata, mint szerkezeti anyag nem volt újdonság, de az F-4 Phantom II sárkányszerkezete csak ~9% titánt tartalmazott. Az F-15A-nél ez az arány elérte a 25,8%-ot. Az F-15 esetében forrásoktól függően 32,8%, de egészen szélsőséges 40%-kal is találkoztam. Ez utóbbi nyilvánvalóan téves. Mivel a 25,8% volt a legtöbb esetben említve, ezért ezt tekintem mérvadónak. A fent látható összehasonlító diagram egy RAND tanulmányból származik – mellékletek között megtalálható – a benne feltüntetett arány valószínűleg az F-15E-re vonatkozik. A diagram félrevezető, hiszen az F-15A/C és F-15E gépek belső szerkezete nem egyezik meg, ezen felül az Strike Eagle a '80-as évek

közepén született és nem a hatvanas évek végén. A csapásmérő Sasban felhasznált szerkezeti anyagok aránya kismértékben különbözik a feladatkörből adódó nagyobb igénybevételnek köszönhetően.⁸⁶

Az F-15 esetén nem véletlen van ~25% – ez tömeg százalék – a sárkányszerkezetben, részben ez biztosította az akkoriban páratlan teljesítményt. A gép üres tömege ~12'500 kg, de ebből a két hajtómű tömege 2 x 1'700 kg-ot tesz ki, tehát a sárkányszerkezet tömege valahol 8'000 kg táján lehet. Több száz kilogrammot bizonyosan kitesz az elektronika, a segédberendezés ház és egyéb nem szerkezeti vagy teherviselő elemek össztömege.

Attól függően, hogy körülbelül 8 vagy 9 tonnára fajlagosítunk, a repülőgépbe cirka 2-2,25 tonna titán vagy titán ötvözet van beépítve. Képzeljük el, hogy milyen lenne a Sas teljesítménye, ha titán helyett hagyományos szerkezeti anyagot, acélt használnak. Tételezzük fel eme gondolat kísérletben, hogy az acél képes minden funkciót ellátni, amire a titánt szánták. A 2-2,25 tonna titán helyett nagyjából 4 tonna acélt kellene beépíteni, tehát a gép üres tömege 1,7-1,8 tonnával növekedne. Ezzel az F-4 Phantom II üres tömegét közelítené, erősebb hajtóművekkel, de eltérő aerodinamikai koncepcióval. Valószínűleg még így is jobb manőverező-képességgel bírt volna, azonban közel sem lett volna az a brutális csúcsvadász – és mind a mai napig az – ha nem használnak ilyen mértékben a titánt.

Miért szeretik a titánt? Több igen kedvező tulajdonsága miatt is. Sokkal könnyebb az acélnál, alig a fele a sűrűsége az acélokhöz képes, de majdnem azonos vagy azonos a szakítószilárdsága és a folyáshatára. Tehát ugyanazon rácsszerkezet esetén – a feszültséggyűjtő helyek és számtalan más tényező hatását elhanyagolva – ugyanazon szerkezeti elemeket beépítve könnyebb lesz a repülőgép úgy, hogy azonos terelést bír ki a szerkezet. Ha a titán kicsivel gyengébb, az inercia (másodrendű nyomaték) nem lineárisan nő a beépített anyag mennyiségével, tehát mindenképpen nagyon komoly súlymegtakarítás érhető el alkalmazásával. A szerkezeti anyagoknál sokkal előnyösebb tulajdonság az, ha azonos szilárdság esetén X százalékkal könnyebb, minthogy azonos sűrűség esetén X százalékkal erősebb legyen. Az első esetben a tömegcsökkenés szinte 1:1-ben aránylik a sűrűség csökkenéséhez, míg a másik esetben nem.

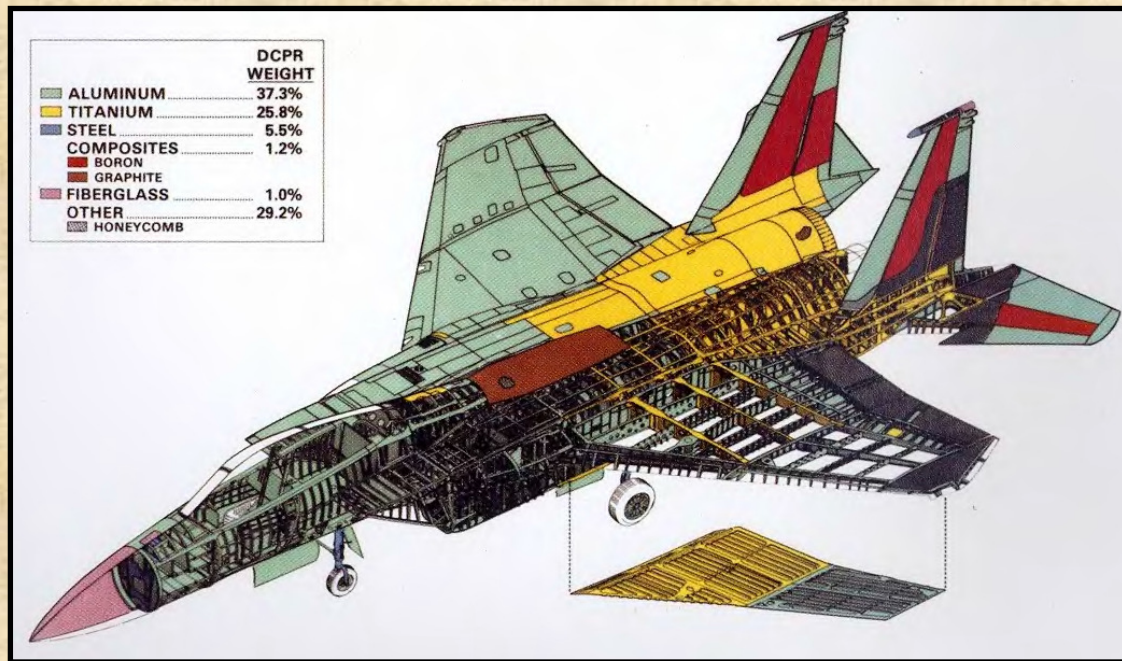
(A polimer kompozitok is ezért törtek utat, mint borító elemek, mert a félháj szerkezeteknél a borítás is részt vesz a szerkezet merevítésében. Fő korlátot az alkalmazásban sokáig nem a szilárdságuk jelentette, hanem a túlságosan nagy alakváltozásuk terhelés hatására. Tehát kibírták ugyanazt a terhelést, mint mondjuk egy acélszerkezet a kívánt kialakításban, de túlságosan nagy deformációval. Mintha egy híd nem X métert hajlana meg terhelés alatt, hanem akár háromszor X-et.)

További előnyös tulajdonsága az, hogy ötvözetlenül is korrózióállóbb, mint az acélok többsége. Alacsony hőmérsékleten jóval kevésbé válik rideggé, mint az acél és magasabb hőmérsékleten kevésbé csökken a szilárdsága, nem véletlen alkalmazták az SR-71 Blackbird repülőgépen igen nagy mennyiségben. Magasabb hőmérsékleten jobban tartja a szilárdságát. Az F-15 esetén ez nem igazán volt szempont a beépítési helyek többségénél, kivéve a hajtómű tűzálló válaszfalát és egyéb hajtómű lemez anyagokat leszámítva. A főtartók esetén egyértelműen a szerkezet tömegének csökkentése volt a fő szempont.

⁸⁶ <http://www.f-15e.info/joomla/hu/technology/airframe/60-airframe-in-general>

Ez a forrás vélhetőleg pontatlan, az F-15A/C gépekre vonatkozó arányt tartalmazza. A mellékletek között az R11 Segment 11 dokumentum is fenti gyanúmat erősíti meg.

Az F-15 koncepciója részben a nyers erővel válaszolt az igényre, nevezetesen a kiemelkedő manőverező képesség igényre. Kicsit nagyobb a légellenállás a szárny aerodinamikai kialakítása miatt? Sebaj, a hajtómű majd erős lesz, megoldja. Túl nehéz lenne a sárkányszerkezet? Istenkém, hát akkor acél helyett titánt használunk. Ez azonban gép árán is meglátszott, egy F-15A darabára körülbelül háromszorosa volt az F-16A Block 1-hez viszonyítva annak ellenére, hogy ugyanazon erőforrást használták fel, bár az Sólóban csak egyet. Viszonyításképpen, az Sóló sárkányszerkezete csak 4% titánt tartalmazott, a gép teljes árának kb. 30%-át a hajtómű tette ki. Az F-15A esetében a hajtóművek ára kb. 20-22%-a volt a gép összértékének.⁸⁷



Az F-15A/C gépekben felhasznált szerkezeti anyagok aránya és beépítési helye.

Az F-15 mai szemmel nézve részben hagyományos konstrukció volt, amit az akkor megjelenő méhsejt szerkezetű panelekkel és titán nagymértékű alkalmazásával könnyítettek, hogy a Sas ne lépje túl az elvárt üres tömeget. A kitűzött célt sikerült tartani – ez ritkán sikerül – az elődnél 1 tonnával könnyebb ennek ellenére szerkezeti szilárdsága és terhelhetősége meghaladta az F-4E Phantom II vadászgépét.

A törzs elülső része – az orrkúpot leszámítva – a szívócsatorna körüli teherviselő szerkezet és borítása alumínium. Az orrkúp különleges, habosított műanyagból készült, melyet üvegszál erősítésű lemezek merevítettek. A régebbi technológiához képest ez 35%-kal könnyebb szerkezetet eredményezett, akár 500 Fahrenheit fokos (~260 °C) hőterhelésnek is ellenállt.

A három szárnyfőtartó, szárnybordák és a csatlakozó elemek titánból készültek, ahogy a hajtóműveket befoglaló törzskeretek és azokat elválasztó tűzzáró válaszfal is. A szárnyyszerkezet többi része könnyűfém ötvözet, acél, kompozit – igen kis százalékban – vagy egyéb szerkezeti anyag. A méhsejt panelek szerkezeti anyagai közt megtalálhatóak a hagyományos fémötvözetek és polimer kompozitok is.

A szárnybelépőlélek burkolóelemei és a teherviselő bordázata hagyományos könnyűfém ötvözetekből készültek. A szárnykilépőlé, a vízszintes- és függőleges vezérsíkok méhsejt szerkezetűek, ahogy a törzsféklap és a féksárnyak is. A méhsejt szerkezeti elemek bór(szál)-epoxi- (vezérsíkok borító lemezei), alumínium

⁸⁷ Az F-14 flotta nyugdíjazása után a gépek nagy részét szétvágták, ugyanis még hulladékként számolva is a gépekben százezer dollár nagyságrendű értékű titán ötvözet volt beépítve. El lehet képzelni akkor, hogy a '60-as évek végén, '70-es évek elején milyen elképesztően drága mulatság volt a használata. Nem maga az anyag előállítása, hanem annak megmunkálása. Lásd, a Pilótasuli cikksorozat 5. részének harmadik oldalát a mellékletek között.

(szárnyvégek) vagy szénszálás⁸⁸ kompozitból (törzsféklap) épülnek fel. A törzsféklap a Block 13 szériáig 25 fokig volt nyitható, ez később 45 fokra módosult. A Block7-től Block9 szériáig a gépeket utólag módosították a köztes időszakos, közepes mélységű karbantartások során. A réteges kompozit szerkezet kezdetben problémás elemnek számított, gyakran fordult elő delamináció, a rétegek elválása egymástól. Az utolsó szériás F-15A-tól kezdve a törzsféklap körvonalát kismértékben egyszerűsítették, hogy a gyártása egyszerűbb legyen.

A nagyméretű törzsszekció nagyobb titán elemeit egyetlen elemből alakították – forgácsolták / kovácsolták – ki számítógép-vezérelt többtengelyes megmunkáló robotok, ezek köré épült fel a repülőgép. Ez szöges ellentétben állt az F-4 Phantom II építése során alkalmazott technológiával, ahol a szerkezetet apránként építették fel.

Nem túlságosan ismert, de már a '70-es évek elején próbálkoztak a polimer kompozitok alkalmazásával fő teherviselő szerkezeti elemeknél. Az ezt megcélzó program a Sas számára 1971 májusában indult. 1975 februárjában sikeresen tesztelték a szárny 1:1 méretarányú kompozitokkal könnyített változatát, a szárnybordázat szénszállal erősített epoxiból készült a megszokott fémötvözetek helyett. A szárny a repülés során fellépő névlegesen számolt terhelés 145%-át is kibírta, bár ez csak statikus teszt volt.

Akkoriban valószínűleg ez volt a világ legnagyobb méretű hi-tech kompozitokkal készült szárny szerkezete. A konstrukció 18%-kal könnyebbnek bizonyult, azonban mégsem alkalmazták a szériagépeken sem akkor sem később. Hogy miért, azt nem tudom, csak sejttem. Valószínűleg összefüggésben lehetett a már fent említett koncepcióval, hogy részben hagyományos konstrukciójú kialakításra törekedtek. Nem kívánták ekkora kockázattal terhelni a programot, hiszen semmiféle tapasztalat nem volt a kompozitokkal, a gépek élettartamára gyakorolt hatását legfeljebb becsülni tudták. A nagyobb probléma valószínűleg a harci sérülések javíthatósága lett volna a „mezei” karbantartók számára az alakulatoknál. Ma már esetleg megoldható – súlyos sérüléseknél szerintem még ma sem – viszont itt még 1975-öt írunk..

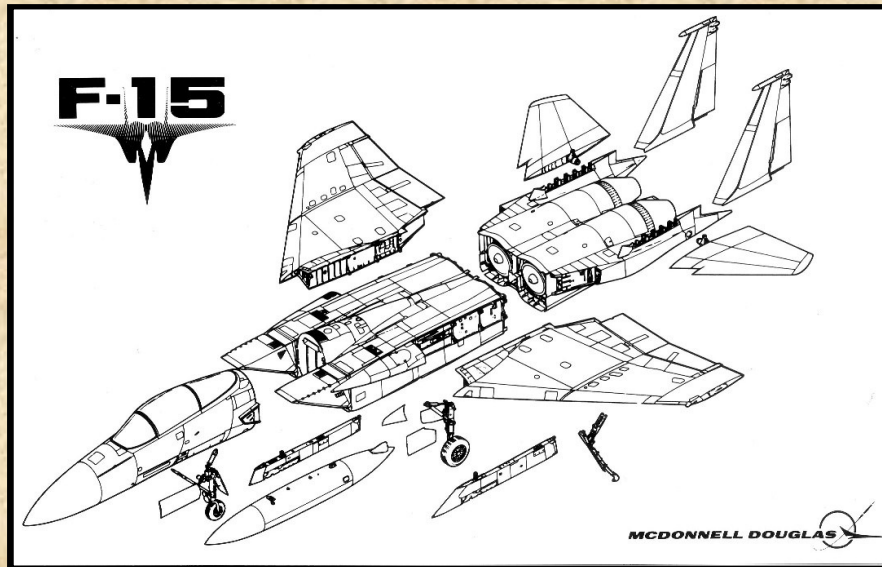
A másik tényező az ár lehetett. 1971-es árfolyamon 8,2 millió dolláros szerződés keretében nyerte el a munkát a McD. Ez ma körülbelül 45 millió USD. A Haditengerészet 2011 végén rendelt további F/A-18E/F Super Hornet vadászgépeket szinte pontosan ugyanennyiért. Az F-16A Block 1 ára 1980-es árfolyamon körülbelül 7-8 millió dollár volt. Ezen összehasonításokból kitűnik, hogy irgalmatlan drága dolog lehetett a technológia alkalmazása, bár sorozatgyártás esetén ezek értelemszerűen csökkentek volna.

Még meglepőbb az, hogy még az F-15E esetén, 15 évvel később sem alkalmaztak polimer kompozitokat nemhogy fő teherviselő elemként, de gépek borítólemezei továbbra is könnyűfém-ötvözetekből készültek. Csak azon területek kivételek, amik már a vadászváltozat esetén sem fémötvözetek voltak. Az F-15K és SG változatok is E leszármazottak, ahogy az Boeing által felkínált Silent Eagle változat is. Vélhetőleg ezeknél is maradtak a jól bevált módszernél, a várható haszno vélhetőleg nem éri meg a kockázatot.

(A letölthető mellékletek között megtalálható a programról egy rövid hír, Astronautics-and-Aeronautics, 1975)

⁸⁸ Egyes röntgenrajzok üvegszálás, és nem szénszálás kompozitot említene. Lehetséges, hogy a gépek szolgálati ideje alatt szénszálásra cserélték le az üvegszálás kompozitot. Akkoriban a szénszálás kompozit lehet, hogy nem is volt, de ha igen, akkor irgalmatlanul drága lehetett és legfeljebb kísérleti technológia volt.

A törzs három nagy részből áll, megkönnyítendő a gyártást, összeszerelést és karbantartást. A törzs első része tartalmazza az avionikai rendszerek 90%-át. Az ezekhez való egyszerű hozzáférést hat darab, nagy felületű gyors-zárral ellátott, nyitható szervizajtó biztosítja. A törzs középső részében helyezték el a gépészeti- és fegyverrendszert kiszolgáló elemek többségét, a gépágyú lőszerdobját és a gépágyút, valamint a tüzelőanyag-rendszer törzstartály-rekeszeit is.



A szárny három főtartóval rendelkezik, amelyek annyira erős szerkezetet alkotnak a titán teherviselő törzs szekcióval, hogy ha a három főtartó közül sérülés következtében egy teljesen elvesztené funkcióját, a gép akkor is képes a levegőben maradni. Természetesen ebben az esetben a maximális túlterhelési értéke valószínűleg igen korlátozott. A sárkányszerkezet engedélyezett túlterhelése kezdetben +7,33 G és -3G volt, de ez később a tapasztalatok alapján +9G-re növelték az összes változatnál. A vízszintes vezérsíkok teljesen egyformák és felcserélhetőek, ahogyan az oldalkormányok is. A függőleges vezérsík tetején levő hosszúkás elemek a függőleges vezérsík sajátfrekvenciájának elhangolására szolgálnak. A teljes szárnycsere 8 óra alatt végrehajtható, de csak mélyebb (intermediate) karbantartásra alkalmas létesítményekben. A hajtóműveket elválasztó titán válaszfalhoz csatlakozik a fékhorog. Mindkét hajtóműtér el van látva tűzoltó rendszerrel. Egyes források szerint ez volt az első amerikai vadászgép, ami rendelkezett ezzel. Nem tudom megítélni, hogy ez helytálló információ e.

Mindhárom futómű elektronikusan vezérelt, hidraulikusan működtetett, a visszahúzás előrefelé történik.⁸⁹ Az F-15C/D gépeken a futóműveket megerősítették, a gép maximális felszálló tömeg növekedése miatt. A nagyobb tömeg a gép belső üzemanyag készletének kismértékű növelése, de elsősorban a törzshöz simuló üzemanyagtartályokban található plusz üzemanyag mennyiségnek volt köszönhető ezt a módosítást az F-15A gépek nagy részén később végrehajtották

A vadász változatok szolgálata során több abroncsot használtak, a '90-es évek közepe óta azonban más az összes A/B/C/D ugyanazokat az abroncsokat használja. Az orrfutó abroncsmérete 22x6.6-10, névleges nyomása 260 PSI (font / négyzethüvelyk, kb. ~ 18 bar), a főfutók mérete 34.5 x 9.75-18, névleges nyomása 340 PSI (~23,5 bar.) A fő méreteknél az első szám az abroncs névleges külső átmérője, a második az abroncs szélessége, a harmadik a felni (agy) átmérője hüvelykben. Az kerekek 5 perc alatt lecserélhetők. A főfutók kerekek blokkolásgátlóval rendelkeznek, de 30 csomós sebesség alatt már nem hatásosak, ezért ebben a sebességtartományban az erős fékezés már nem ajánlott.

⁸⁹ <http://www.youtube.com/watch?v=O--zFB4x3bY>

Az orrfutó kormányozható, a rendszer a rugóstagon mérhető erőtlől függően engedélyezi a kormányzást, tehát a gépnek földet kell érnie és a felhajtóerőnek is egy adott szint alá kell csökkennie. Alaphelyzetben az orrfutó +/15 fokig téríthető ki, azonban a botkormányon található gomb lenyomásával ez 45 fokig növelhető, ha a gép kis sebességgel halad. A fékek szénszálas betétekkel bírnak, ami lehetővé tette, hogy a 70 fonttal (~ 32 kg) könnyebb legyen az F-4 Phantom II-nél alkalmazott konstrukciónál.



Bár a Sas nem hajófedélzeti üzemre tervezett vadászgép, azonban el van látva vészfékező szerkezettel, nevezetesen hidraulikus csillapító-rendszerrel ellátott fékezőhoroggal. A fékező szerkezet elektronikus vezérlésű, de gravitációs kibocsátású, visszahúzása hidraulikusan történik.⁹⁰ A horog eredetileg egy áramvonalazó lemezbe volt visszahúzható, de a Block 15 szériától kezdve elhagyták az áramvonalazó lemezt, a már legyártott gépekről eltávolították azokat.

A Sast minden téren igyekeztek egyszerűbbé tenni, minél kevesebb alkatrész és oldható kapcsolat, minél kevesebb cserélendő és/vagy ellenőrizendő fő gépegység, teherviselő elem, elektronikai, csatlakozó, kenési pont, stb. volt a cél. Az alábbi táblázatban látható néhány összehasonlító adat.

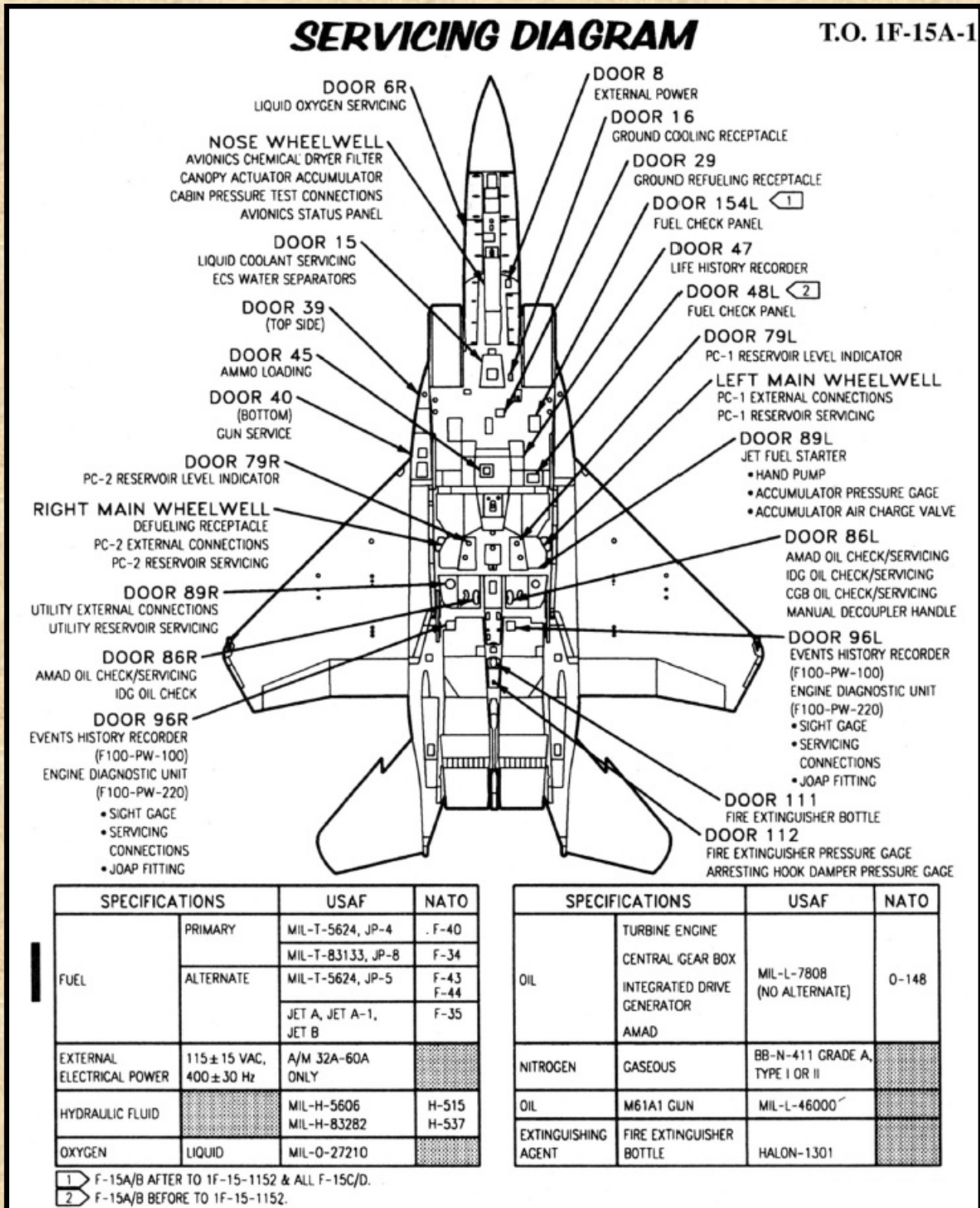
Az F-15A/C változatok jelenlegi állapota a felső, az átalakítás előtti állapot az alsó két képen látható.

	<i>F-15 Eagle</i>	<i>F-4 Phantom II</i>
<i>főbb műszerek száma a kabinban</i>	30	48
<i>avionikai rendszerek „black box” eleminek mennyisége</i>	106	294
<i>elektromos csatlakozó elemeinek száma</i>	808	905
<i>üzemanyag rendszerben található tömítés és csatlakozási pontok</i>	97	281
<i>hidraulika rendszer szűrői</i>	7	21
<i>kenési és zsírozási helyek száma</i>	202	510
<i>kötőelemek típusa</i>	~1'200	~2'800
<i>fékernyő</i>	nincs	van

⁹⁰ Hogy a csillapító szerkezet csak a kibocsátás közbeni zuhanást csillapítja vagy a beakadáskor való erő csillapítására tervezték, az nem derül ki.

4.1.4. Szervizpanelek, rendszerek külső csatlakozási pontjai

A tervezés során a párhuzamos kiszolgálás alapelve alapján határozták meg a rendszerek külső csatlakozási pontjai és ellenőrző paneljeinek elhelyezkedését, hogy kiszolgálás közben ne zavarják a személyzetet a gépből kilógó mindenféle csatlakozók és ne „császkáljanak bele” a gépen dolgozó emberek egymás munkaterületébe. Alant a gép kiszolgáláshoz szükséges csatlakozási pontok és főbb ellenőrző panelek láthatóak.



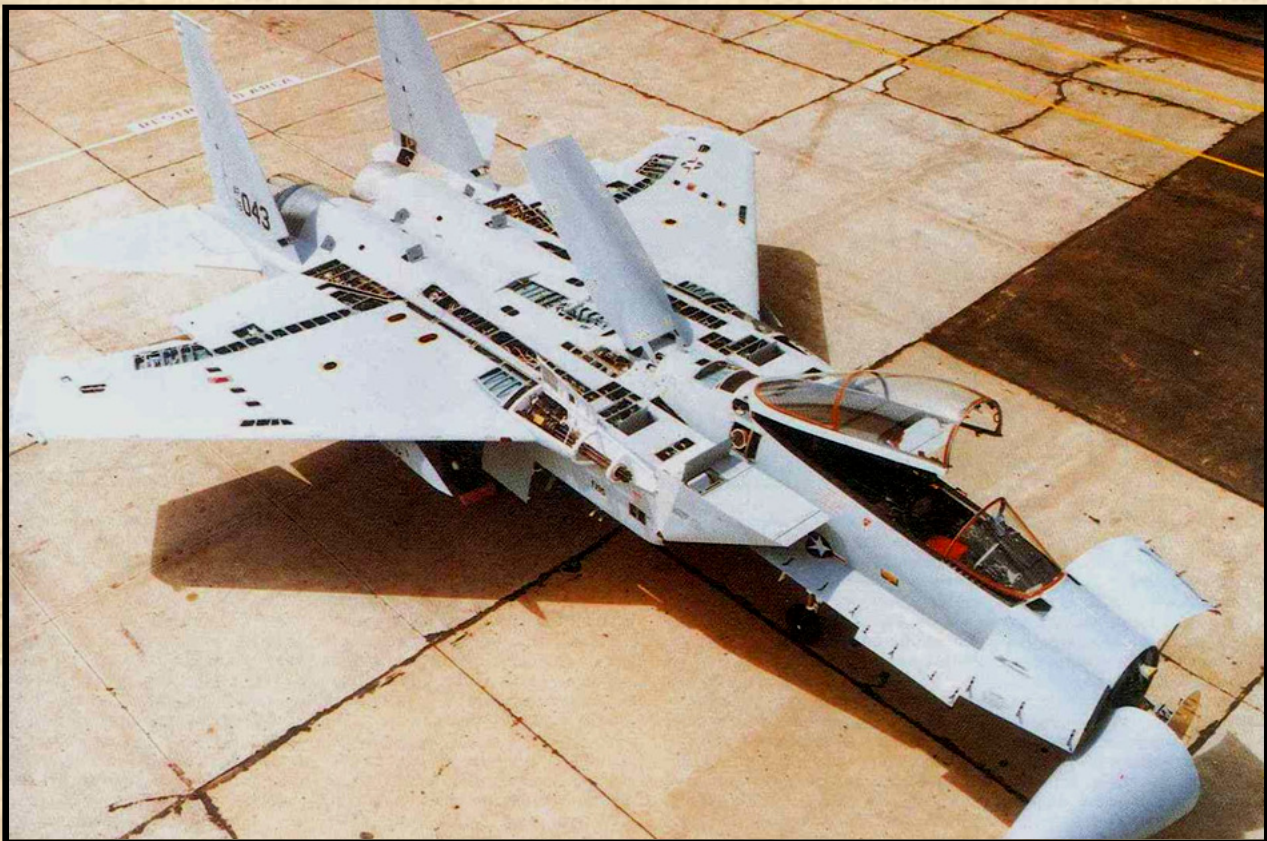
DOOR 6R	<ul style="list-style-type: none"> • folyékony oxigén felöltő csatlakozása 	DOOR 8	<ul style="list-style-type: none"> • külső áramforrás csatlakozása
NOSE WHEEWELL (orrfutó akna)	<ul style="list-style-type: none"> • elektronikai rendszerek vegyi páraelszívó/szűrője • kabintető működtető hidraulika akkumulátora • kabint túlnyomástereszt csatlakozója • elektronikai rendszerek állapotjelző (hibajel?) panelja 	DOOR 16	<ul style="list-style-type: none"> • földi hűtőrendszer csatlakozója
		DOOR 29	<ul style="list-style-type: none"> • tüzelőanyag feltöltő csatlakozója
DOOR 15	<ul style="list-style-type: none"> • folyékony hűtőközeg feltöltő csatlakozója • berendezések légkondicionáló rendszerének vízleválasztója 	DOOR 154L	<ul style="list-style-type: none"> • tüzelőanyag feltöltés vezérlő és üzemanya szint ellenőrző panelja (késői F-15A szériákon, és összes F-15C változaton)
DOOR 39	<ul style="list-style-type: none"> • funkció? (felső felületen van) 	DOOR 47	<ul style="list-style-type: none"> • üzemidő adatrögzítő (?)
DOOR 45	<ul style="list-style-type: none"> • gépágyú lőszer betöltés 	DOOR 48L	<ul style="list-style-type: none"> • tüzelőanyag szint feltöltés vezérlő és ellenőrző panel (korai F-15A változatokon)
DOOR 40	<ul style="list-style-type: none"> • gépágyú kenőolaj feltöltés csatlakozója 	DOOR 79L	<ul style="list-style-type: none"> • PC-1 hidraulika rendszer olajtartály szintjelzője
DOOR 79R	<ul style="list-style-type: none"> • PC-2 hidraulika rendszer olajtartály szintjelzője 	LEFT MAINWHEEL WELL (bal főfutó-akna)	<ul style="list-style-type: none"> • PC-1 hidraulika rendszer külső, földi tesztcsatlakozók • PC-1 hidraulika rendszer tartály feltöltés csatlakozója
RIGHT MAINWHEEL WELL (jobb főfutó-akna)	<ul style="list-style-type: none"> • tüzelőanyag leürítő csatlakozója • PC-2 hidraulika rendszer külső, földi tesztcsatlakozók • PC-2 hidraulika rendszer tartály feltöltés csatlakozója 	DOOR 89L	indítóhajtómű (JFS) <ul style="list-style-type: none"> • JFS hidraulika akkumulátor kézi pumpája • hidraulika akkumulátor nyomásjelzése • hidraulika akkumulátor levegő feltöltő és lefúvató csatlakozója
DOOR 89R	<ul style="list-style-type: none"> • másodlagos hidraulikus rendszer külső, földi tesztcsatlakozók • PC-2 hidraulika rendszer tartály feltöltés csatlakozója 	DOOR 86L	<ul style="list-style-type: none"> • AMAD olajsint ellenőrzés és szervizelés • IDG olajsint ellenőrzés és szervizelés • CGB olajsint ellenőrzés és szervizelés • manuális tengelykapcsoló kezelő karja
DOOR 86R	<ul style="list-style-type: none"> • AMAD olajsint ellenőrzés és szervizelés • IDG olajsint ellenőrzés 	DOOR 96L	F100-PW-1000 hajtómű eseménynapló, adatrögzítő csatlakozója F100-PW-1000 hajtómű diagnosztikai egysége <ul style="list-style-type: none"> • folyadékoszlopos szintmérő • feltöltő csatlakozók • JOAP⁹¹ csatlakozás
DOOR 96R	<ul style="list-style-type: none"> • F100-PW-100 hajtómű diagnosztikai eseménynapló, adatrögzítő csatlakozója 	DOOR 111	<ul style="list-style-type: none"> • tűzoltópalack
<ul style="list-style-type: none"> • AMAD – airframe mounted accessory drive • IDG – integrated drive generator • CGB – central gearbox <p>Ezen fő egységek magyarázata megtalálható a 4.2.3. fejezetben.</p>	DOOR 112	<ul style="list-style-type: none"> • tűzjelző rendszer nyomásjelző panelja (mutató nyomásmérő) • vészfékező horog hidraulikus csillapító rendszerének nyomásjelző panelja (mutató nyomásmérő) 	

⁹¹ Joint Oil Analysis Program. Röviden arról van szó, hogy az amerikai fegyveres erők járműparkjának olaj- és hidraulika rendszereiben mérhető (fém)szennyeződést és olajminőséget folyamatosan monitorozzák az '50-es évek óta. Ez egyrészt az alkatrészek kopásának és hosszútávú korróziós vizsgálata miatt fontos. Másfelől magának a kenőanyagok és hidraulika folyadékok az alkalmasságának hosszútávú értékelése és üzemeltetési követelmények meghatározása is a program célja a mért adatok és tapasztalatok függvényében. Lásd melléklet.

Az F-15 tervezése során az egyik fő szempont az alacsony karbantartási igény elérése volt, emiatt tervezték be az igen tekintélyes mennyiségű és felületű szervizajtót és szervizpanelt, ezek teljes felülete 570 négyzetláb (53 m²). Ezen panelok közül 67 darab gyors-záras – 283 négyzetláb felületen (26 m²) – ezek (nagy része) bármiféle szerszám nélkül. Az F-4E-hez képest a gyors-záras ajtók felülete több mint ötszörösére nőtt. A nyitható felületek 85%-a állvány nélkül elérhető.⁹²

Az orrkúp felnyitása az esetek többségében nem szükséges a radar és a hozzá kapcsolódó avionika karbantartásához, az összes elektronikai „black box” a gép orrán található ajtókon keresztül cserélhető. Csak az antenna és antennamozgató szerkezet szervizelésekor szükséges az orrkúp kinyitása.

A kabinban levő műszerek is jobban hozzáférhetőek, nem ismétlődnek meg az F-4 Phantom II esetében tapasztalható „horror” helyzetek. Gyakran emlegetett negatív példa az előd kapcsán, hogy egyik rádiót igen nehezen hozzáférhető helyre, nevezetesen a katapultülés alá építették be. Az F-15-nél a kabin mögötti jól hozzáférhető rendszerben és a kabin alatti vagy előtti rekeszekben található a fedélzeti elektronikai berendezések nagy része.

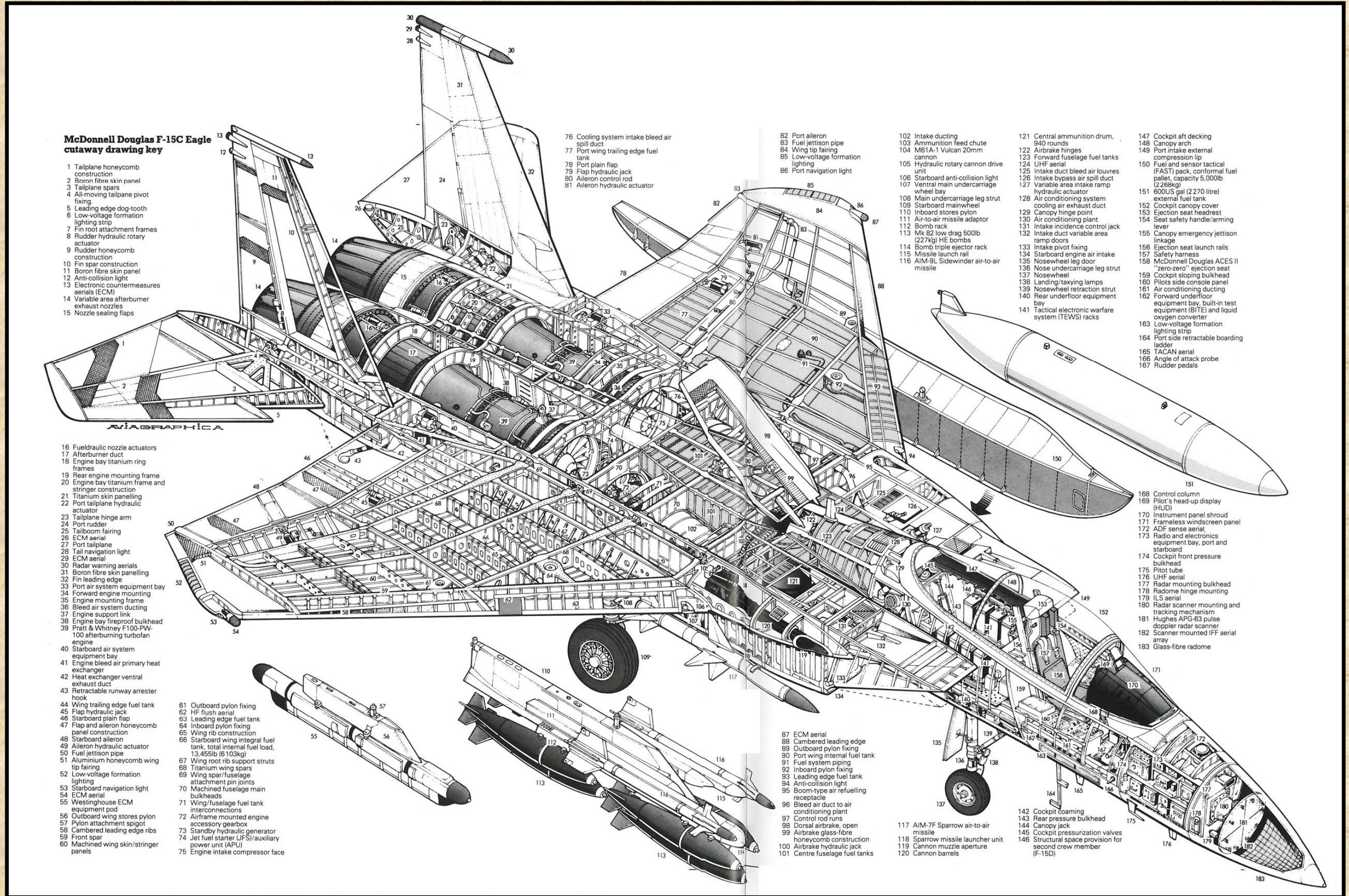


A Sas a nyitott szervizpanellekkel, szervizajtókkal és orrkúppal.

A mellékletek között a főbb szervizajtók és szervizpanelok helyzetéről és funkciójáról két ábra letölthető. A következő oldalon a 'C' változat röntgenrajza látható. Szemléletes módon segíti az eddig ismertetett dolgok megértését, de a további fejezetek tekintetében sem haszontalan.

⁹² *Hogy ezt mennyiségre vagy összfelületre értik, azt nem adta meg egyetlen forrás sem.*

4.1.5. Röntgenrajz, F-15C



McDonnell Douglas F-15C Eagle cutaway drawing key

- 1 Tailplane honeycomb construction
- 2 Boron fibre skin panel
- 3 Tailplane spars
- 4 All-moving tailplane pivot fixing
- 5 Leading edge dog-tooth
- 6 Low-voltage formation lighting strip
- 7 Fin root attachment frames
- 8 Rudder hydraulic rotary actuator
- 9 Rudder honeycomb construction
- 10 Fin spar construction
- 11 Boron fibre skin panel
- 12 Anti-collision light
- 13 Electronic countermeasures aeriels (ECM)
- 14 Variable area afterburner exhaust nozzles
- 15 Nozzle sealing flaps

- 16 Fuel nozzle actuators
- 17 Afterburner duct
- 18 Engine bay titanium ring frames
- 19 Rear engine mounting frame
- 20 Engine bay titanium frame and stringer construction
- 21 Titanium skin panelling
- 22 Port tailplane hydraulic actuator
- 23 Tailplane hinge arm
- 24 Port rudder
- 25 Tailboom fairing
- 26 ECM aerial
- 27 Port tailplane
- 28 Tail navigation light
- 29 ECM aerial
- 30 Radar warning aeriels
- 31 Boron fibre skin panelling
- 32 Fin leading edge
- 33 Port air system equipment bay
- 34 Forward engine mounting
- 35 Engine mounting frame
- 36 Bleed air system ducting
- 37 Engine support link
- 38 Engine bay fireproof bulkhead
- 39 Pratt & Whitney F100-PW-100 afterburning turbofan engine
- 40 Starboard air system equipment bay
- 41 Engine bleed air primary heat exchanger
- 42 Heat exchanger ventral exhaust duct
- 43 Retractable runway arrester hook
- 44 Wing trailing edge fuel tank
- 45 Flap hydraulic jack
- 46 Starboard plain flap
- 47 Flap and aileron honeycomb panel construction
- 48 Starboard aileron
- 49 Aileron hydraulic actuator
- 50 Fuel jettison pipe
- 51 Aluminium honeycomb wing tip fairing
- 52 Low-voltage formation lighting
- 53 Starboard navigation light
- 54 ECM aerial
- 55 Westinghouse ECM equipment pod
- 56 Outboard wing stores pylon
- 57 Pylon attachment spigot
- 58 Cambered leading edge ribs
- 59 Front spar
- 60 Machined wing skin/stringer panels

- 61 Outboard pylon fixing
- 62 HF flush aerial
- 63 Leading edge fuel tank
- 64 Inboard pylon fixing
- 65 Wing rib construction
- 66 Starboard wing integral fuel tank, total internal fuel load, 13,455lb (6103kg)
- 67 Wing root rib support struts
- 68 Titanium wing spars
- 69 Wing spar/fuselage attachment pin joints
- 70 Machined fuselage main bulkheads
- 71 Wing/fuselage fuel tank interconnections
- 72 Airframe mounted engine accessory gearbox
- 73 Standby hydraulic generator
- 74 Jet fuel starter (JFS)/auxiliary power unit (APU)
- 75 Engine intake compressor face

- 76 Cooling system intake bleed air spill duct
- 77 Port wing trailing edge fuel tank
- 78 Port plain flap
- 79 Flap hydraulic jack
- 80 Aileron control rod
- 81 Aileron hydraulic actuator

- 82 Port aileron
- 83 Fuel jettison pipe
- 84 Wing tip fairing
- 85 Low-voltage formation lighting
- 86 Port navigation light

- 102 Intake ducting
- 103 Ammunition feed chute
- 104 M61A-1 Vulcan 20mm cannon
- 105 Hydraulic rotary cannon drive unit
- 106 Starboard anti-collision light
- 107 Ventral main undercarriage wheel bay
- 108 Main undercarriage leg strut
- 109 Starboard mainwheel
- 110 Inboard stores pylon
- 111 Air-to-air missile adaptor
- 112 Bomb rack
- 113 Mk 82 low drag 500lb (227kg) HE bombs
- 114 Bomb triple ejector rack
- 115 Missile launch rail
- 116 AIM-9L Sidewinder air-to-air missile

- 121 Central ammunition drum, 940 rounds
- 122 Airbrake hinges
- 123 Forward fuselage fuel tanks
- 124 UHF aerial
- 125 Intake duct bleed air louvres
- 126 Intake bypass air spill duct
- 127 Variable area intake ramp hydraulic actuator
- 128 Air conditioning system cooling air exhaust duct
- 129 Canopy hinge point
- 130 Air conditioning plant
- 131 Intake incidence control jack
- 132 Intake duct variable area ramp doors
- 133 Intake pivot fixing
- 134 Starboard engine air intake
- 135 Nosewheel leg door
- 136 Nose undercarriage leg strut
- 137 Nosewheel
- 138 Landing/taxying lamps
- 139 Nosewheel retraction strut
- 140 Rear underfloor equipment bay
- 141 Tactical electronic warfare system (TEWS) racks

- 147 Cockpit aft decking
- 148 Canopy arch
- 149 Port intake external compression lip
- 150 Fuel and sensor tactical (FAST) pack, conformal fuel pallet, capacity 5,000lb (2,268kg)
- 151 600US gal (2,270 litre) external fuel tank
- 152 Cockpit canopy cover
- 153 Ejection seat headrest
- 154 Seat safety handle/arming lever
- 155 Canopy emergency jettison linkage
- 156 Ejection seat launch rails
- 157 Fuel harness
- 158 McDonnell Douglas ACES II "zero-zero" ejection seat
- 159 Cockpit sloping bulkhead
- 160 Pilot's side console panel
- 161 Air conditioning ducting
- 162 Forward underfloor equipment bay, built-in test equipment (BITE) and liquid oxygen converter
- 163 Low-voltage formation lighting strip
- 164 Port side retractable boarding ladder
- 165 TACAN aerial
- 166 Angle of attack probe
- 167 Rudder pedals

- 168 Control column
- 169 Pilot's head-up display (HUD)
- 170 Instrument panel shroud
- 171 Frameless windscreen panel
- 172 ADF sense aerial
- 173 Radio and electronics equipment bay, port and starboard
- 174 Cockpit front pressure bulkhead
- 175 Pitot tube
- 176 UHF aerial
- 177 Radar mounting bulkhead
- 178 Radome hinge mounting
- 179 ILS aerial
- 180 Radar scanner mounting and tracking mechanism
- 181 Hughes APG-63 pulse doppler radar scanner
- 182 Scanner mounted IFF aerial array
- 183 Glass-fibre radome

- 87 ECM aerial
- 88 Cambered leading edge
- 89 Outboard pylon fixing
- 90 Port wing internal fuel tank
- 91 Fuel system piping
- 92 Inboard pylon fixing
- 93 Leading edge fuel tank
- 94 Anti-collision light
- 95 Boom-type air refuelling receptacle
- 96 Bleed air duct to air conditioning plant
- 97 Control rod runs
- 98 Dorsal airbrake, open
- 99 Airbrake glass-fibre honeycomb construction
- 100 Airbrake hydraulic jack
- 101 Centre fuselage fuel tanks

- 117 AIM-7F Sparrow air-to-air missile
- 118 Sparrow missile launcher unit
- 119 Sparrow missile aperture
- 120 Cannon barrels

- 142 Cockpit coaming
- 143 Rear pressure bulkhead
- 144 Canopy jack
- 145 Cockpit pressurization valves
- 146 Structural space provision for second crew member (F-15D)

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1. vízszintes vezérsík méhsejtpanel szerkezete | 48. jobboldali csűrő-kormánylap | 98. törzsféklap, nyitott helyzetben | 143. kabin hátulso nyomásálló válaszfala |
| 2. bórszál erősítésű kompozit borítólemez | 49. csűrőkormány hidraulikus szervó-munkahengere | 99. törzsféklap üvegszálás kompozit méhsejt szerkezete | 144. kabintető nyitó / záró munkahengere |
| 3. vízszintes vezérsík főtartó (doboz) szerkezete | 50. tüzelőanyag vész-leeresztő cső- kivezetése | 100. törzsféklap működtető munkahengere | 145. kabin túlnyomás vezérlő szelepei |
| 4. teljes felületében kitérő vízszintes vezérsík (balansz-kormánylap) forgási és rögzítési pontja | 51. szárnyvég alumínium méhsejtpanel szerkezete | 101. törzs központi tüzelőanyag-tartály rekesz | 146. hátsó kabintér kialakítás (F-15B/D) |
| 5. vízszintes vezérsík farkasfogú belépőlé | 52. alacsony fényerejű kötelékfény | 102. hajtómű szívócsatorna | 147. hátsó kabintér takaró lemeze |
| 6. alacsony fényerejű kötelékfények | 53. jobboldali helyzetlámpa (zöld) | 103. gépágyú-heveder lőszer-továbbító csatorna | 148. kabintető merevítő keret |
| 7. függőleges vezérsík bekötése, faroktartó rácsszerkezet | 54. elektronikai zavarórendszer antenna | 104. M61A-1 20 mm-es gépágyú | 149. baloldali szívócsatorna felső pereme |
| 8. oldalkormány forgó hidraulikus munkahengere | 55. ALQ-119 elektronikai zavaró konténer | 105. gépágyú hidraulikus meghajtó motorja | 150. fixen felszerelhető törzshöz illeszkedő tüzelőanyag tartály (CFT), 5000 font / 2268 kg kapacitással |
| 9. függőleges vezérsík méhsejtpanel szerkezete | 56. külső függesztő gerenda | 106. összeütközés elleni villogó fény (piros) | 151. ledobható póttartály (600 US gal / 2270 liter) |
| 10. függőleges vezérsík főtartó szerkezete | 57. függesztő gerenda bekötő csapja | 107. jobb főfutó akna | 152. kabintető nyitható része |
| 11. bórszál erősítésű borítólemez | 58. belépőél lefelé hajló bordái | 108. főfutó szár rugóstaggal | 153. katapultülés fejtámlája |
| 12. összeütközés elleni villogó fény (piros) | 59. szárny mellső főtartója | 109. főfutó kerék | 154. katapultülés biztosító / élesítő karja |
| 13. elektronikai zavarórendszer antenna burkolata | 60. egyben megmunkált hosszanti merevítő panelek | 110. belső függesztő gerenda | 155. kabintető vészleoldó zárszerkezete |
| 14. gázsebesség-fokozó lamellák(GSF) | 61. külső függesztő gerenda bekötési pontja | 111. légiharcrakéta sín rögzítő adaptere | 156. katapultülés vezetősín |
| 15. hajtómű fúvócső borító lemeze | 62. rövidhullámú rádió-antenna (burkolat) | 112. bombazár | 157. katapultülés váll hevederei |
| 16. üzemanyaggal működő GSF működtető munkahenger | 63. szárny mellső integrált tüzelőanyag tartálya | 113. 500 fontos Mk-82 bomba | 158. McDD ACES II duplanullás katapultülés |
| 17. fúvócső utánégető szakasza, utánégető kamra | 64. belső függesztő gerenda bekötési pontja | 114. hatzárás bombatartó (MER – multiple ejector rack)* | 159. kabintér ferde válaszfala |
| 18. hajtóműtér titán törzskerete | 65. szárny bordái | 115. rakétaindító sín | 160. fedélzeti rendszerek jobboldali kezelőpultja |
| 19. hajtómű hátsó rögzítési pontjának teherviselő törzskerete | 66. integrált szárny-tüzelőanyag tartály | 116. AIM-9L Sidewinder infravörös légiharcrakéta | 161. kabint fűtő / kondicionáló csővezeték |
| 20. hajtóműtér titán (merevítő) rácsszerkezete | 67. szárnyborda merevítő támasztórudak | 117. AIM-7F Sparrow, félaktív radarvezérlésű légiharcrakéta | 162. mellső padló-alatti berendezések tere, fedélzeti teszt-rendszer és folyékony oxigén-átalakító |
| 21. titán borítólemez | 68. titán szárny főtartók (3db) | 118. Sparrow rakéta-indító és rögzítő berendezése | 163. alacsony fényerejű kötelékfény |
| 22. vízszintes vezérsík hidraulikus szervó-munkahengere | 69. szárny főtartók törzs bekötési pontjai | 119. gépágyú csőtorkolata | 164. behúzható beszálló létra (baloldalt) |
| 23. vízszintes vezérsík himba | 70. törzs megerősített törzskeretei | 120. gépágyú 6x20 mm-es csőkötege | 165. harcászati navigációs rendszer (TACAN) antennája |
| 24. baloldali oldalkormány | 71. szárny/törzs tüzelőanyag-tartályok összekötő csövei | 121. lőszer tároló dob (940 db lőszer) | 166. állásszög-adó |
| 25. törzs faroktartó rész borítása | 72. sárkányszerkezethez rögzített hajtómű/ áttételház | 122. törzsféklap bekötési / forgási csomópontja | 167. oldalkormány-pedálok |
| 26. elektronikai zavaró rendszer antenna | 73. tartalék hidraulikus hajtómű generátora | 123. törzs mellső tüzelőanyag tartályrekesze | 168. botkormány |
| 27. baloldali vízszintes vezérsík (balansz-kormánylap) | 74. segédhajtómű (APU) | 124. URH rádióantenna | 169. HUD |
| 28. függőleges vezérsík helyzetfénye (fehér) | 75. hajtómű első. kompresszor fokozata | 125. hajtómű szívócsatorna határréteg-kivezető nyílása | 170. műszerfal és műszer berendezések borítása |
| 29. elektronikai zavarórendszer antennája | 76. kompresszor, kondicionáló levegő elvezetése | 126. hajtómű szívócsatorna túltöltés kivezető csatorna (popáztógátló) | 171. kabintető szélvédő |
| 30. radar besugárzásjelző rendszer vevőantenna (burkolat) | 77. szárny, hátulso tüzelőanyag integrálttartály | 127. hajtómű szívócsatorna vezérlés hidraulikus munkahengere | 172. automatikus rádióiránytű vevő-antennája |
| 31. bórszál erősítésű borítólemez | 78. baloldali fékszárny / ívelőlap | 128. kabin légkondicionáló rendszer hűtőlevegő kivezetése (zsalu) | 173. rádió és elektronikai rendszerek rekesze (mindkét oldalt) |
| 32. függőleges vezérsík belépőlé | 79. fékhorog működtető hidraulikus munkahengere | 129. kabintető bekötési / forgási csomópontja | 174. kabin mellső nyomásálló válaszfala |
| 33. baloldali (sűrített) levegő rendszer tere | 80. csűrőkormány vezérlés, tolórudak és himbák | 130. kabin légkondicionáló berendezések | 175. Pitot-cső |
| 34. hajtómű mellső rögzítési pontja a törzskereten | 81. csűrőkormány hidraulikus szervó-munkahengere | 131. hajtómű szívócsatorna áramlásterelő lap hidraulikus munkahengere | 176. URH antenna (kommunikációs) |
| 35. hajtómű bekötés törzskerete | 82. baloldali csűrőkormány | 132. hajtómű szívócsatorna áramlásterelő lap | 177. radarantennát tartó törzskeret |
| 36. kondicionáló levegő rendszer csövezése | 83. tüzelőanyag vész-leeresztő cső- kivezetése | 133. hajtómű szívócsatorna mozgatható szekciójának bekötési / forgási csomópontja | 178. radarantenna orrkúp bekötési / forgási csomópontja |
| 37. hajtómű függesztő pontja | 84. szárny törővég | 134. jobb szívócsatorna mozgatható szekciója (alsó helyzetben is) | 179. műszeres vakleszállító rendszer (ILS) antennája |
| 38. hajtóműtér titán tűzálló válaszfala | 85. alacsony fényerejű kötelékfény | 135. orrfutószár burkoló-lemeze | 180. radarantenna felfüggesztő és mozgató szerkezete |
| 39. Pratt & Whitney F100-PW-100 hajtómű | 86. bal szárny helyzetfénye (piros) | 136. orrfutószár rugóstaggal | 181. AN/APG-63 impulzus doppler üzemi radar antennája |
| 40. jobboldali (sűrített) levegő rendszer tere | 87. elektronikai zavarórendszer antenna | 137. orrfutókerék | 182. radar antennán elhelyezett „ellenség/barát” azonosító (IFF) antennák (antenna rács) |
| 41. kondicionáló levegő rendszer elsődleges hőcserélője | 88. kúpos elcsavarású belépőél | 138. leszálló- és guruló fényszórók | 183. üvegszál erősítésű kompozit orrkúp |
| 42. hőcserélő kilépő csonkja | 89. külső függesztési pont rögzítési helye | 139. orrfutó kítámasztó / behúzó mechanizmus | |
| 43. vészfékező rendszer felhúzható horogja | 90. baloldali szárny integrálttank | 140. hátsó, padló-alatti berendezések rekesze | |
| 44. szárny, hátulso tüzelőanyag integrálttartály | 91. tüzelőanyag rendszer csővezeték | 141. harcászati elektronikai berendezések tartó kerete | |
| 45. fékszárny működtető munkahengere | 92. belső függesztési gerenda rögzítési helye | 142. ? | |
| 46. jobboldali fékszárny / ívelőlap | 93. mellső integrált tüzelőanyag-tartály | | |
| 47. fékszárny és csűrőkormány méhsejtpanel szerkezete | 94. összeütközés elleni villogó fény (piros) | | |
| | 95. légitankolás merev töltőcsövének fogadó csatlakozója | | |
| | 96. kabin légkondi-rendszer kompresszor levegő elvezetés tápcsöve (hőcserélő után) | | |
| | 97. vezérlő tolórudak | | |

*A 114. pont szövege hibás, mert hatzárás tartó van a rajzon, ami nem két darab háromzárás tartóból épül fel. A bombázarak listái itt.⁹³

⁹³ <http://www.designation-systems.net/usmilav/asetds/u-b.html# BRU>

4.2. Hajtóművek, tüzelőanyag-, hidraulika és elektromos rendszer

4.2.1. Hajtóművek, szívócsatorna

Az elvárt manőverező képesség biztosításának alapja volt egy új, az akkor használt hajtóművekhez képest brutálisan erős hajtómű biztosítása az új vadászgép számára. A Pratt & Whitney a General Electric vállalatot győzte le a szerződésért folytatott versenyfutásban, 1970. február 27-én hirdették ki a győztest. Akkoriban a P&W gyártotta az TF30 különféle változatait az F-14-hez, F-111-hez és az SR-71 J58 hajtóművét is. Nem lehetett tehát rájuk fogni, hogy „nyeretlen kétévesek” lettek volna.

Ahogy már a manőverező képességnél kifejtettem, az abszolút számok önmagukban nem alkalmasak a teljesítmény és a technikai fejlettség körülírására. A tolóerő önmagában nem fokmérő, csak a hajtómű fajlagos paramétereinek összehasonlításával lehet megítélni, hogy az új hajtómű miben és mennyivel múlta felül az azt megelőző generációt. Lássuk először az Sas erőforrásának főbb paramétereit:

Pratt & Whitney F100-PW-100	
<i>hossz</i>	4,85 méter (191 hüvelyk)
<i>átmérő az első kompresszor-fokozatnál</i>	0,88 méter (34,8 hüvelyk)
<i>maximális átmérő</i>	1,18 méter (46,5 hüvelyk)
<i>tömeg</i>	1'391 kg (3'068 font)
<i>fékpadi tolóerő, maximálgáz</i>	6'665 kg (14'670 font, 65,36 kN)
<i>fékpadi tolóerő, utánégetővel</i>	10'810 kg (23'830 font, 106,0 kN)
<i>ventilátor-fokozatok száma (kisnyomású kompresszor-fokozatok, külső+belső levegőáram)</i>	3
<i>nagynyomású kompresszor-fokozatok száma (belső levegőáram)</i>	10
<i>teljes sűrítési viszony</i>	23:1
<i>kétáramúsági fok</i>	0,72
<i>maximális turbina előtti hőmérséklet</i>	1'370 °C (2'500 °F)
<i>maximális levegőátfutás</i>	102 kg/sec (225 font/sec)

A mellékletek között letölthető egy táblázat, ami tartalmazza legfontosabb amerikai, szovjet/országi, angol és francia vadászgépek által használt hajtóművek főbb abszolút- és fajlagos paramétereit. Az orosz hajtóművek adatai kismértékben pontatlanok lehetnek, de az összes hajtóműnél előfordul valamilyen mértékű szórás a főbb mutatókban más forrásokhoz képest. A lista szerkesztett, az eredeti teljes terjedelmében a lányszövegben található linken keresztül érhető el.⁹⁴

Több fajlagos paraméter figyelembevételével lehetséges a hajtóművek összehasonlítása. Ezek közül az egyik az, hogy adott méretű⁹⁵ vagy tömegű hajtómű mekkora tolóerő előállítására képes. A másik igen fontos szempont a hajtómű fajlagos fogyasztása, tehát az adott tolóerő mennyi üzemanyagból állítható elő. Mindkét fajlagos mutató igen jól jellemzi azt, hogy az adott hajtómű mennyire használja ki a fizika által megszabott korlátokat. Persze más mutató is számolható, például a levegőátfutásra vetített tolóerő, ez azonban már (szerintem) nehezebben megfogható, mert erősen üzemmód függő, tehát nem egy jól megfogható paraméterre fajlagosít. A lenti táblázatokban néhány összehasonlító adat található a '70-es

⁹⁴ <http://www.jet-engine.net/miltspec.html>

⁹⁵ Ez lehet hossz, átmérő vagy térfogat. (Bár ember legyen a talpán, aki az utóbbira kiszámolja, ilyen fajlagosítással még nem találkoztam.) Lehetne átmérőre is fajlagosítani, de szerintem ez nem túl szerencsés – ilyet sem láttam még – mert az adott hajtómű konstrukciónál az első kompresszor fokozatnál mért és a legnagyobb átmérők aránya igen sajtószerű lehet.

években már használt vagy azok továbbfejlesztésén alapuló hajtóművekről és azokat használó vadászgépekről. Azért esett ezekre a választásom, mert egyfelől ezekről álltak rendelkezésre a szükséges adatok, másfelől időben és méretben a megfelelő tartományt fedik le. Értem ezalatt azt, hogy azok a gépek, amik használták őket, párhuzamosan szolgáltak az F-15-tel, de a hajtóművek evolúciója korábbra nyúlik vissza, tehát minden továbbfejlesztés ellenére megvoltak a maguk konstrukciós korlátai.

- Az F-4E Phantom II 'E' változata a légi győzelmeket tekintve a legsikeresebb variáns volt.
- Az F-106 egy generációval korábbi vadászgép, még ha nem is klasszikus vadászgépnek, csak bombázók elfogására tervezték.
- Az F-5E lényegében egy ráncfelvarrt F-5A, viszont ez volt akkoriban az egyetlen pehelysúlyú vadász, a MiG-21 méret- és teljesítmény kategóriájába eső vadászgép, ha nem számítjuk az F-104-et. A Starfighter enyhén szólva nem igazán volt sikeres konstrukció a manőverező légiharc követelményeit figyelembe véve, sok egyéb más hibája mellett. Az USAF nem is rendszeresítette nagy mennyiségben egyiket sem, a NATO-ban, és az USA-val szövetséges államokban elterjedt vadászgépeknek számítottak a maguk idejében. (Az F-104 is a J79 hajtóműcsaládba tartozó erőforrást használt, mint az F-4 Phantom II.)
- Az F-111F kilóg a sorból, hiszen nem vadászgép, azonban az F-14 Tomcat vadászgépeken használt TF30 változatokról sajnos nem állt rendelkezésre elegendő adat a fajlagos értékek számításához. A cicuson alkalmazott hajtóművek legközelebbi rokona a családban talán az F-111F-en használt változat, nagyteljesítményű kétáramú, utánégetővel rendelkező erőforrás. A F110-GE-400 bekerülhetett volna – F-14B hajtóműve – azonban ez jóval későbbi, a '80-as években kezdték használni, időben „kilógna” a listából.

Fajlagos paraméterek, fékpadi tolóerő maximálgázon								
Alkalmazó típus	Hajtómű	tömeg	hossz	átmérő	tolóerő	tolóerő tömeg	tolóerő hossz	fajlagos fogyasztás
[-]	[-]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[-]	[kg/m]	[kg/kg*h]
F-15A	F100-PW-100	1 391	4,85	0,880	6 654	4,78	1 372	0,720
F-4E	J79-GE-17	1 737	5,30	0,993	5 377	3,10	1 014	0,843
F-106	J75-P-17	2 661	6,04	1,092	7 792	2,93	1 291	0,79*
F-5E	J85-GE 21	290	2,86	0,559	1 631	5,63	571	1,240
F-111F	TF30-P-100 ⁹⁶	1 824	6,14	1,240	6 931	3,80	1 129	0,667

Fajlagos paraméterek, fékpadi tolóerő utánégetővel								
Hajtómű	tömeg	hossz	átmérő	tolóerő	levegő-átfutás	tolóerő tömeg	tolóerő hossz	fajlagos fogyasztás
	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[kg/s]	[-]	[kg/m]	[kg/kg*h]
F100-PW-100	1 391	4,85	0,880	10 809	102	7,77	2 229	2,50
J79-GE-17	1 737	5,30	0,993	8 119	77	4,67	1 532	1,97
J75-P-17	2 661	6,04	1,092	11 113	114	4,18	1 841	2,20
J85-GE-21	290	2,86	0,559	2 268	24	7,82	794	2,13
TF30-P-100	1 824	6,14	1,240	11 385	118	6,24	1 854	2,50

*A fajlagos fogyasztás ezen a teljesítményen a táblázatban nem állt rendelkezésre, ezért a hozzá legközelebb eső változatát írtam be. Feltehetőleg nem okoz nagy hibát a fajlagos értékek kiszámításánál.

Nos, a száraz tények után lássuk azok értelmezését. Első körben ehhez egy kis fejtágitás.

⁹⁶ A hajtómű típusjelzése néha TF30-PW-100, még ez sem egységes a forrásokban...

A fajlagos fogyasztás és tolóerő értékeivel számolható ki a tényleges üzemanyag fogyasztás az adott magasságon, sebességen és üzemmódon. A fajlagos fogyasztásnál az érték azt mutatja, hogy 1 kg tolóerő előállításához 1 órán keresztül mennyi tüzelőanyag szükséges. Az F100-PW-100 esetében ez a következőt jelenti fékpádon – sebesség és magasság értéke nulla – maximálgázon:

$$6654 \text{ kg (tolóerő)} * 0,72 \frac{\text{kg(üzemanyag)}}{\text{kg(tolóerő)} * \text{h}} = 4791 \frac{\text{kg (üzemanyag)}}{\text{h}}$$

A számítás természetesen fontban kifejezett tolóerővel és fontban kifejezett fajlagos fogyasztással is elvégezhető (lb/lbf*h) a végeredmény csak a font/kg közötti mértékegység átváltásban fog eltérni.

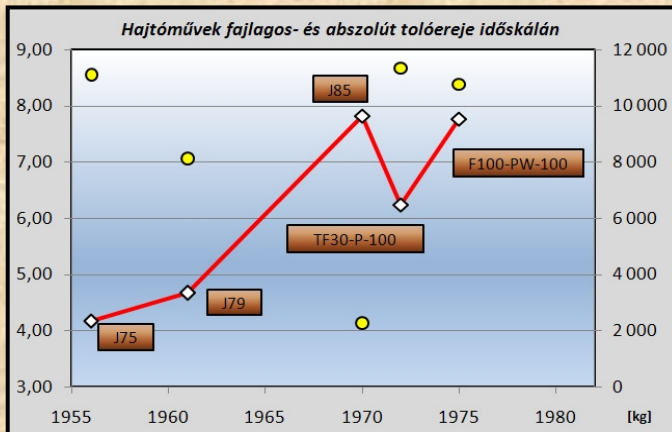
A legsikeresebb F-4Phantom II változaton – F-4E – használt hajtómű, a J79-GE-17 fajlagos fogyasztása picit magasabb, mint az F100-é, azonban ez kisebb maximális tolóerővel párosul maximálgázon. Ez azt jelenti, hogy az F100 ugyanazt a tolóerőt, mint az J79, kb. 15%-kal kevesebb üzemanyag elégetésével állítja elő – J79 maximális tolóerő értéke szorozva az F100 fajlagos fogyasztásával maximálgázon – még úgy is, hogy elhanyagoljuk azt, hogy alacsonyabb fogyasztáson a fajlagos fogyasztás értéke csökken. Ha ezzel is számolunk, akkor a fékpadi értékekkel számolva kb. 20%-kal kisebb fogyasztást produkál az F100 azonos tolóerőnél. A két hajtómű közötti technológiai ugrást egyértelműen az adott tömegű és méretű hajtóművel elérhető tolóerő mutatja, de ugyanilyen jó mutató a turbina előtti hőmérséklet és teljes sűrítési viszonyszám emelkedése. Ezekről később. A fenti táblázatban számolt két fajlagos paraméterben, a maximálgáz üzemmód esetében 55, illetve 35%-kal jobb paraméterekkel bír az F100. Döbbenetes. Erősebb, könnyebb, de mindemellett még gazdaságosabb hajtómű is, a teljes utánégető üzemmódot leszámítva. Utánégető használata esetén a J79 tolóereje jó 20%-kal kisebb, azonban a fajlagos fogyasztás is alacsonyabb, tehát a tüzelőanyag fogyasztása alacsonyabb. Tekintve, hogy az utánégetőt egy bevetés alatt csak néhány percig használják átlagos esetekben, ez nem túlságosan nagy előny.⁹⁷ Az F-15 számára egyértelműen megfogalmazott követelmény volt, hogy nagyobb tolóerő szükséges, annak ellenére, hogy a gép üres tömege is kisebb volt, mint az elődé. Az utánégető teljesítménnyel számolt fajlagos paraméterekben 65, illetve 45%-kal jobb az F100.

Az F-106 Delta Dart J75-P-17 hajtóműve mind maximálgázon, mind teljes utánégető üzemmód esetén nagyobb tolóerőt állított elő, mint az új hajtómű. Azonban ennek az ára jól látható a fajlagos paraméterekben. Bár a hosszra vetített fajlagos tolóerő alig marad el F100-zal összevetve, azonban a J75 egy igen nehéz hajtómű. A tömegére vetített tolóerő értéke borzalmasan gyenge mindkét vizsgált teljesítményszint esetén. Az F100 számolt fajlagos paraméterei 63, illetve 86%-kal (!) haladják meg a jóval régebbi hajtómű mutatóit. A kor technológiai színvonala – kohászati, áramlástan, stb. – ennyit tett lehetővé. Fajlagos fogyasztási mutatójuk szinte azonosak, tehát nagyjából ugyanannyi üzemanyag felhasználásával állítják elő ugyanazt a tolóerőt.

Az F-5E vadászgépen alkalmazott hajtómű egyes fajlagos paraméterek tekintetében meglepően jól teljesít. A hajtómű tolóerő/tömeg aránya jobb, mint az F100-é, nem is kicsivel, 18%-kal maximálgáz üzemmódon. Mi a dolog szépséghibája? A hajtómű abszolút tolóerejének igen korlátozott volta és az igen magas fajlagos fogyasztása. A konstrukció korlátait egyértelműen jelzi a hosszra fajlagosított teljesítmény, alig harmada az F100-zal összemérve. Ez nem is meglepő, hiszen a kisméretű és tömegű F-5 korlátozta a hajtómű befoglaló méreteit. A J85 viszonylag primitív konstrukció. Hagyományos – nem kétáramú – egy

⁹⁷ Az F100-PW-100 kezdeti gyermekbetegségei miatt mégis annak bizonyult, erről később.

forgórésszel rendelkező hajtómű – bár ezek a kitételek a J79-re is igazak – a kompresszor fokozatok száma és a teljes sűrítési aránya még a J79-től is elmaradt.



Hajtóművek fajlagos- és abszolút paramétereinek összehasonlítása

üzemmódokon is kismértékben felülmúlja az F-100-ét. A fajlagos fogyasztása alacsony magasságon azonos tolóerő mellett kisebb, mint az F100 bármelyik változatáé. Nem véletlenül volt az F-111F hatótávolsága alacsony magasságon olyan kolosszális, bár azért ehhez a hatalmas belső üzemanyagkészlet is szükséges volt.

Az J79- hajtóműnél említésre került, hogy a teljes sűrítési viszonya elmarad az új hajtóműétől, a lent található táblázat tartalmazza a fentebb vizsgált hajtóművek teljes sűrítési viszonyait.

F100-PW-100	23:1
J79-GE-17	13,5:1
J75-P-17	12:1
J85-GE-21	8,1:1
TF30-P-100	21,8:1

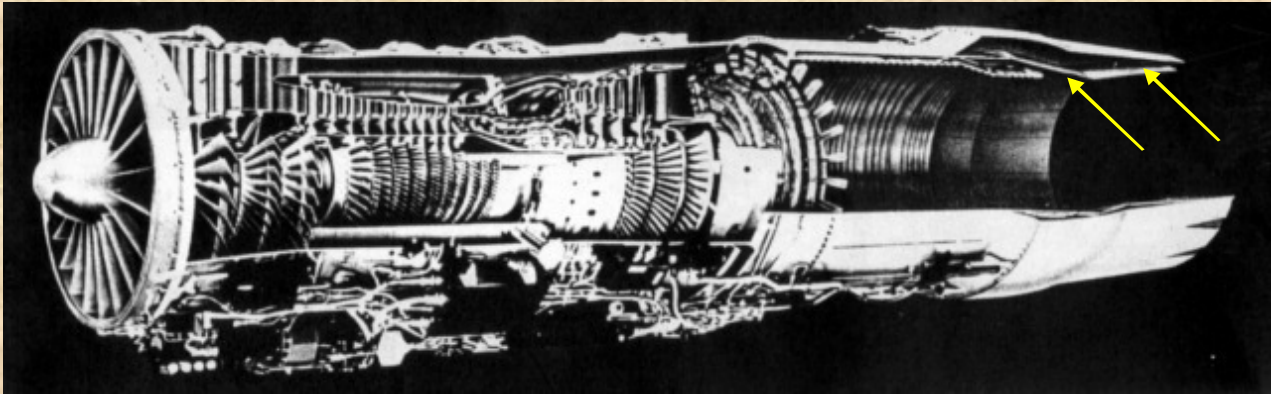
és ennek gyakorisága – ami vadászgépeknél egyáltalán nem lényegtelen.⁹⁸ Lássuk akkor magát a hajtóművet.

A fent említett fajlagos és abszolút műszaki paraméterek és teljesítmények eléréséhez új gyártás- és anyag-megmunkálási technológiák alkalmazására volt szükség. Ezek között volt új kohászai technológia kifejlesztése, a precíziós porkohászat. A hagyományos öntészeti módszerhez képest a por formájú, speciálisan előkészített alapanyag nagy nyomáson magas hőmérséklet alatti formázása volt a technológia alapja. Az anyag belső mikroszerkezete, sűrűsége és számtalan már paramétere jól skálázható, a gyártmány alak- és méretpontossága felülmúlja a hagyományos kohászati eljárásokét. Nem tette szükségessé az olyan szintű mechanikai utómunkálást, mint az addig alkalmazott technológiáknál. A belső anyaghibák száma csökkenthető volt, ebből kifolyólag az anyag szerkezeti szilárdsága megnőtt.

A technológiai újítások lehetővé tették, hogy az F100 turbina előtti hőmérséklete messze meghaladja a fent már említett régebbi vagy kortárs hajtóművét. A J79 hajtóműcsaládnál a turbina előtti hőmérséklet nagyjából 1'800 Fahrenheit fok (~980 °C), a TF30 családnál körülbelül 2000 °F (~1095 °C) volt, az F100-nál sikerült elérni az akkoriban egészen hihetetlen és még ma is jónak számító 2560 °F (~ 1'410 °C)

⁹⁸ Ezt jellemzően alapjárat-maximálgáz vagy alapjárat- teljes utánégető teljesítmény tartományra szokták megadni.

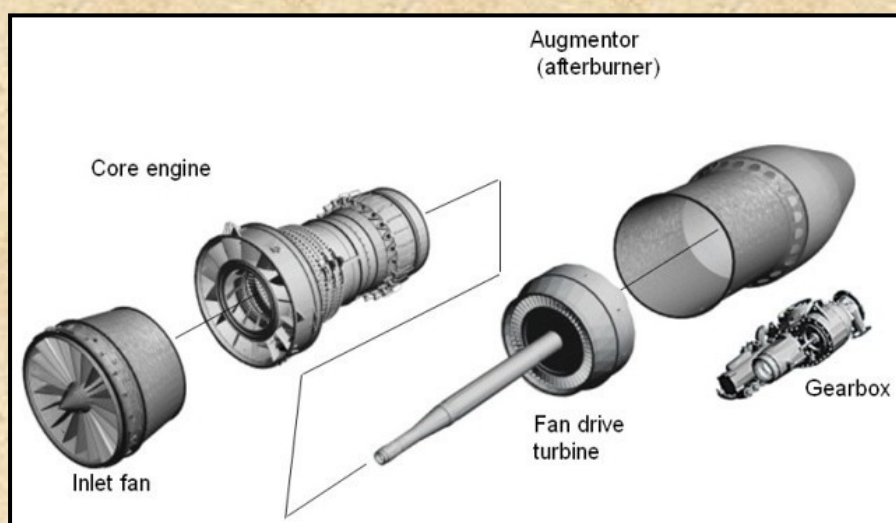
hőmérsékletet. A magas sűrítési viszonyoknak és gázhőmérsékletnek köszönheti a hajtómű az elementáris erejét, igen jó hatásfokkal állítja elő „hőből és levegőből” a tolóerőt.



Az F100-PW-100 hajtómű metszeti ábrája.

Az F100 volt az első moduláris felépítésű, kétáramú, utánégető fokozattal ellátott gázturbina az amerikai vadászgépek tekintetében, de valószínűleg a világon is. A tervezés során úgy alakították ki a hajtóművet, hogy öt fő részre bontható, és ezek akár hajtóművek között is cserélhetőek a közepes mélységű (intermediate level) karbantartások során. A hajtóművek tetszőlegesen beépíthetők akár bal-, akár jobboldali egységként is. Ez a felcserélhetőség és a moduláris felépítés tette lehetővé, hogy a gépek számához képest jóval kevesebb teljes tartalék hajtómű szükséges (10-15%), sérülés vagy elhasználódás esetén csak az adott modul cseréje és javítása szükséges. A modulok a lenti képen láthatóak a következők szerint:

- Ventilátorfokozatok (3db) a terelő lapátsorral (kisnyomású kompresszor-fokozatok)
- Belső légáramot sűrítő kompresszor-fokozatok (10db), a gyűrűs égéstér és a magasnyomású turbina-fokozatok (2 db). Ez a hajtómű központi része, a „mag”.
- Kisnyomású turbinafokozatok (2 db) és ventilátorfokozatok meghajtó tengelye.
- Az utánégető, fúvócső a gázsebesség-fokozó (GSF) egységgel.
- Segédberendezés ház.⁹⁹



Az F100-PW-100 hajtómű moduláris szerkezete.

⁹⁹A gearbox megnevezés itt félrevezető, mert ez nem a central gearbox (CGB) nevű központi tengelykapcsoló rendszer, és nem is az AMAD. Ez valószínűleg a hajtómű saját segédberendezéseihez tartozó meghajtás és az AMAD-dal való tengelykapcsolatot megvalósító egység. Hogy mi az AMAD és CGB, arról 4.3.2 fejezetben lesz szó.

A hajtómű tervezése során az új technológiák alkalmazásának kedvező járulékos hatási voltak. A magasabb teljes sűrítési viszony ellenére a kompresszor-fokozatok száma kevesebb, mint az J79 (17 fokozat) és J75 hajtóművek (15 fokozat) esetében, ez lehetővé tette a rövidebb hajtómű-konstrukciót, tehát rövidebb tengelyek használatát mindkét forgórész esetében. A hajtómű égésterének hossza is csökkent a régebbi hajtóművekhez képest. A kisebb hossz kisebb tömeget is jelent. Ez jótékony hatással van a hajtómű és tengely deformációra is, a kisebb tengely(hajlás) és hajtómű deformáció kisebb csapágyterhelést jelent. Ez az igénybevétel ráadásul lengő jellegű, tehát az amplitúdó csökkenés igen lényeges – ami erősen függ az alátámasztásoktól, tehát a csapágyak távolságától – a terhelés frekvenciája valószínűleg nem nagyon tér el a különböző, de hasonló méretű és tömegű hajtóművek esetén. A kisnyomású forgórész három helyen van csapággal alátámasztva, a magasnyomású forgórész csak két helyen csapágyazott. A fentiekből következik, hogy az F100 két forgórészes hajtómű.

A ventilátorfokozatok előtt 21 elemből álló, koncentrikusan elhelyezett változatható beállítású áramlástereelő lapátsor található. A kompresszor-fokozatok közül az első három álló lapátsora szintén állítható, hogy a levegőátfutás változása szerint a lehető legoptimálisabb megfűvási szögben álljanak. A háromfokozatú ventilátor (elősűrítő) fokozatokat a kétfokozatú alacsony nyomású turbina hajtja, a tízfokozatú magas nyomású kompresszor forgórészt a kétfokozatú nagynyomású turbináról levett teljesítménnyel hajtják meg. A kisnyomású forgórész teljesen szabadon forgó, pilóta a gázkar mozgatásával csak a nagynyomású forgórész fordulatszámát tudja direktben vezérelni, a kisnyomású forgórész fordulatszámát a pillanatnyi nyomásviszony, hőmérséklet és levegőátfutás – gázdinamikai viszonyok – határozzák meg, a maximális fordulatszáma a kisnyomású forgórésznek 10'400 fordulat/perc, a nagynyomásúé 13'000 fordulat/perc. Az F100-PW-220 változatnál a kisnyomású forgórész fordulatszáma minimálisan kisebb, 9'800 fordulat/perc.

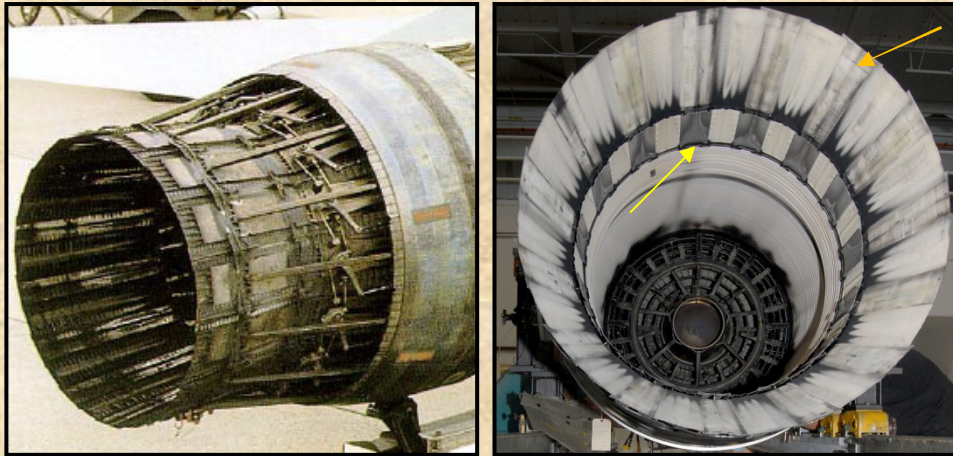
Az utánégető működéséhez szükséges üzemanyag koncentrikus gyűrűkből álló betápláló rendszere a „mag” belső gázáramának és a külső légáram csatornáinak csatlakozása után találhatóak. A gázáram irányával szemben összesen hét gyűrűn keresztül történik az tüzelőanyag betáplálása, ebből kettő a külső légáram átmérőjén helyezkedik el a fennmaradó öt fokozat a belső légáramon belül. Ezen gyűrűk után az áramlás irányában következik a lángstabilizátor, ahol az utánégető fokozatok vezérelt gyújtása lehetséges. A fúvócső végén, a gázsebesség-fokozó lamelláinak vezérlése a kondicionáló rendszer levegőelvezetéséről (bleed air)¹⁰⁰ van megtáplálva.¹⁰¹ Mindkét hajtómű saját, egymástól és a többi segédberendezéstől független kenőolaj rendszerrel bír.

Az utánégető betápláló szivattyúnak vannak jól meghatározott üzemi fokozatai, így ugyanazok a kollektor sorok, illetve befecskendező fúvókák képesek eltérő mennyiségű tüzelőanyag befecskendezésére, fokozattól függően. Ezek a fokozatok le vannak osztva a különféle kollektorok közt, aszerint, hogy melyik kollektor, illetve lángstabilizátor a legjobb, az adott üzemmódhoz. Általában a külső kör a minimális utánégető (minimálfáklya), és befelé haladnak, ha már a legbelső kollektorokon is van befecskendezés, az már a maximum. Áramlástanilag ez a kedvezőbb, a külső bypass kör beáramlása, illetve a turbina utáni diffúzornál lévő áramlási viszonyok miatt, azonban ez nem csak a kétáramú hajtóművek sajátossága, a MiG-21-es egyáramú hajtóműveinél így történt a begyújtás.

(Allesmor Obranna kiegészítése)

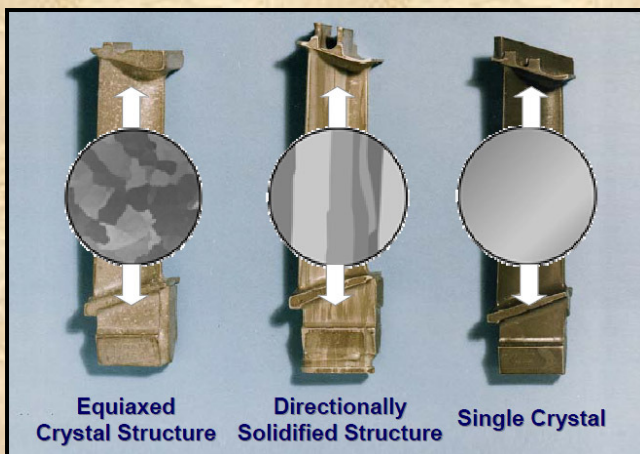
¹⁰⁰ Valójában nem csak a kondicionáló rendszerhez vesznek el levegőt, minden olyan rendszert ez táplál meg, ami sűrített levegőt igényel. A bleed air rendszerben levő nagynyomású meleg levegőt természetesen hűteni kell.

¹⁰¹ Az eredeti röntgenrajz ezek szerint pontatlan, viszont több forrásban, többek között a típus üzemeltetési kézikönyvében is ez működtetési mód szerepel.



A baloldali képen az F100-PW-100 hajtómű látható a törzsből félig kihúzott állapotban, a jobboldalin a vadász változatokon nem használt -229 variáns. A GSF bővülő részéről hiányoznak az áramvonalazó lemezek („pulykatollak”), így előtűnnek a GSF szűkülő-bővülő szekcióinak mozgatásához használt pneumatikus mozgatású csúszógyűrű és a hozzá kapcsolódó himbákból és tolórudakból álló rendszer.¹⁰²

A szívócsatorna-hajtómű erőforrás-láncot a gázsebesség-fokozó zárja, ami lényegében egy változtatható keresztmetszetű szűkülő-bővülő Laval-fúvóka. Az -100 és -220 hajtómű változatok robbantott ábráin nyilak mutatják a fúvóka két szekcióját. A fenti képen a citromsárga nyíl a szűkülő, a narancssárga a bővülő részeket mutatja.¹⁰³ A fúvóka szűkülő elülső eleme nem látható, ha a GSF hátsó elemét burkoló lamellák fel vannak szerelve. Ezeket a lamellákat az F-15 összes változatáról eltávolították, mert a lemezek igen gyakran letörték, és ahogy akkoriban vicceltek vele, „fél Virginiát és Németországot beterítették a gép darabjai”. A minimális, kb. 3%-nyi – egy források szerint csak 1% – légellenállás-növekedés elfogadható volt cserébe az egyszerűbb és olcsóbb karbantartásért. A lamellák elhagyásának másik oka a munkaiigényes le- és felszerelés volt, amit el kellett végezni az időszakos ellenőrzéseknél.



Amorf kristályszerkezet, irányított kristályosodású és az egykristály mikroszerkezete.

A hajtómű nagyjából 30%-a titánból vagy titánötvözetből készült. Az összes ventilátor-fokozat és a kompresszor-fokozatok egy része is titánötvözetből készült, de nem azonos összetétellel. Az eltérő összetételt az eltérő mechanikai és hőmérsékleti igénybevétel teszi szükségessé. A ventilátor-fokozatok tárcsái Ti6-2-4-6, a lapátok Ti8-8-1 ötvözetből készültek. Tesztelés céljára épített hajtóműveken – csak fékpadon – alumínium-bór ötvözetet is kipróbáltak, de végül nem emellett döntöttek.

A kompresszor-fokozatok közül az első két fokozat tárcsái Ti6-2-4-6 ötvözetből készültek, a második fokozatot követően a magasabb hőterhelés miatt eltérő szerkezeti anyagok használta volt szükséges. A harmadik fokozat tárcsája Ti-8-1-1, a negyedik, ötödik és hatodik fokozatok PWA 1016 Waspaloy és IN-100

¹⁰² A mellékletek között megtalálható egy kép a -229 változatról, ahol a szűkülő / bővülő rész még jobban látszik.

¹⁰³ Az elnevezés félrevezető lehet, hiszen működés közben a GSF második szekciója is szűkülhet, de a két szekció közötti jelleg az mindig azonos marad a keresztmetszet változása ellenére. Tehát ha az GSF hátsó részének keresztmetszete szűkül, akkor az első szekcióé is.

ötvezetekből, a hetedik és kilencedik fokozatok PWA 1027, és végezetül a nyolcadik és tizedik fokozatok IN-100 ötvözetből készültek.¹⁰⁴

A kompresszorlapátok közül az első három fokozat Ti-8-1-1, a negyedik és ötödik fokozat Ti6-2-4-6, a 6-9-ik fokozatok Incoloy 901, és végül a tizedik fokozat PWA 1005 ötvözetből készült, kovácsolással. A turbinafokozatok tárcsái mind IN-100 ötvözetből készültek, a nagynyomású turbinafokozatok lapátjai PWA 73 bevonattal vannak ellátva. A turbinalapátok irányított kristályosítással készültek, azonban ez még nem az egykristály technológia volt, pusztán a kristályszerkezet irányított alakításáról volt szó a hűtés által.

A hajtómű gyűrűs szerkezetű égéstere 16 körkörös elhelyezkedő fúvókán keresztül van üzemenyaggal megtáplálva, az égéster Haynes-188 magas kobalt tartalmú ötvözetből készült. Az égéster falának hűtését a külső levegőáramból bevezetett levegővel biztosítják. (A magyar terminológiában ez fátyolhűtésként is ismert.) A magas hőmérséklet és az égéster kialakítása biztosította azt az igen szigorú elvárást, hogy a hajtómű minden fordulatszámon és magasságon füstmentes legyen, legalábbis harcászati szempontból szükséges szinten. Vietnám felett már megtapasztalták azt, hogy mennyire megkönnyítik az ellenség dolgát a manőverező légi harc megközelítési fázisában, ha a vadászgép hajtóműve úgy füstöl, mint egy gyárkémény.¹⁰⁵ Az F100 hajtóműnél is előfordulhat füstelés, ha a szabályzás „elmászott” vagy, ha a hajtómű öregszik. Egy átlagos és jól karbantartott F-15 estében lehet, hogy pár száz méterről látni a füstöt, de ez már nem számít. (Tökéletesen korommentes égés csak 3000 fok feletti hőmérsékleten tiszta oxigén tüzelőanyag keverék használatával lehetséges.)

Sajnos nem vagyok kohászati szakember, ezért nem tudtam teljes bizonyossággal kideríteni, hogy a fent említett ötvözetek pontosan milyen szerkezeti anyagok vagy elő-gyártmányok. A PWA és IN ötvözetek közös tulajdonsága, hogy jól ellenállnak fázisátalakító igénybevételnek – ez lehet mind mechanikai, mind hőigénybevétel (kúszás) – korrózióálló ötvözetek, igen magas nikkeltartalmú szuperötvözetek. Ezek a maguk korában lehet, hogy egyedi termékek voltak, mára azonban termékcsaládok, egyfajta szabványos anyagminőségek lettek (ha jól értem.)

A korrózió szempontjából a magas hőmérsékletű gáz jelenti a problémát az igen kis mennyiségben, de a benne megtalálható vegyületek miatt. Alapvetően arról van szó, hogy valamekkora kéntartalma mindig van a gázturbina-tüzelőanyagoknak, még ha csak ppm koncentrációban is.¹⁰⁶ A probléma másik fő kiváltó oka, hogy levegőnek mindig van valamekkora páratartalma, ami viszont vízben oldható sókat tartalmazhat, különösen, ha alacsonyan tenger vagy óceán felett repül a gép. A gázturbinák igen nagy légfeszüléssel üzemelnek, hiszen a működési elvük az, hogy gázból – esetünkben ez levegő – állítanak elő tolóerőt. A nagy légfeszüléssel és sűrítési viszony azt jelenti, hogy adott térfogatban a légkörihez képest ezek magasabb koncentrációban fordulnak elő. Magas hőmérsékleten ezek az anyagok képesek egymással reagálni, és igen agresszív korróziót képesek okozni, ami a hajtóművek élettartama alatt már számottevő is lehet. Sajnos vegyész sem vagyok, de a mellékletek között – sajnos csak angol nyelven – két fájl is letölthető, ami leírja tömören a folyamatot. (Hot corrosion.)

¹⁰⁴ Nem találtam forrást arra vonatkozólag, hogy miért nem az emelkedő fokozatszám szerint változik a végén az alkalmazott ötvözetek száma. Józan paraszti ésszel az lenne logikus, hogy az emelkedő hőmérséklet miatt a lapátok anyaga a 7-8 és 9-10 szerint legyen azonos. Azonban mivel a hő- és mechanikai terhelés együttesen határozza meg az igénybevételt. Lehetséges, hogy az egyre csökkenő lapáthossz, de növekvő hőmérséklet olyan viszonyt határoz meg, ami azt a váltakozó anyagösszetételt eredményezi. Ez csak tipp, semmiféle érdemi bizonyítékot nem találtam erre vonatkozólag.

¹⁰⁵ Fura, hogy a MiG-29 kapcsán ezt az mennyire el szokták hanyagolni egyesek, annak hajtóműve is képes igen erős füstölésre és nem különleges, hanem átlagos esetben.

¹⁰⁶ parts per million – milliommód része, ez lehet tömeg-, mól- vagy térfogat százalékra is vonatkoztatva.

Az F100-PW-100 – utódjával ellentétben – még részben hagyományos hidromechanikus (hydro mechanical unified control – UC) vezérléssel bír, de a hajtómű működéséhez szükséges egyes paraméterek bevitelére már elektronikus vezérlést (engine electronic control – EEC) használtak. Az UC látta el a következő funkciókat; hajtómű fordulatszám vezérlés, kompresszorlapát állásszög vezérlés, utánégető üzemanyag befecskendezés indítása és a GSF vezérlése. A hidraulikus-mechanikus vezérlés alapjáratról az utánégető bekapcsolásáig vezérelte a hajtóművet, afelett az elektronikus vezérlés látta el a további funkciókat és néhány más funkciót is alapjárat és maximálgáz üzemmód között.

Az EEC határozta meg és vezérelte a ventilátorfokozatok előtti terelő-lapátkoszorú beállítási szögét a hajtómű teljes működési tartományában. A maximálgáz felett az EEC szabályozta a betáplált tüzelőanyag mennyiségét és az UC vezérlésének kiegyenlítését (trim), hogy annak stabil üzeme fennmaradjon. Ilyen eset például a hajtómű tolóerő csökkentésének korlátozása M1,4 sebesség felett. Ameddig a sebesség nem csökken az említett érték alá, a rendszer nem engedi egy adott szint alá a tolóerőt, tehát az üzemanyag betáplálást nem csökkenti.¹⁰⁷

Kiegészítés a hajtómű vezérléséhez. A forrás nem fejt ki pontosan, hogy a kiegyenlítés (trimmelés) mit takar. Amennyire meg tudom ítélni, arról lehet szó, hogy egyes szélsőséges üzemállapotok estén az elektronikus vezérlés képes felülvezérelni valahogy a hagyományos vezérléssel előállított vezérlő jelet. Az, hogy ez technikailag hogyan van megoldva, nem részletezi.

A hagyományos hidromechanikus vezérlésben magában a rendszerben mérhető fizikai paraméterek vezérlik a hajtómű működtetéséhez szükséges elemeket. A szívócsatornában és hajtóműben mért nyomás, hőmérséklet és fordulatszám, stb. értékek és a pilóta által beállított vezérlés határozza meg a vezérlőrendszer állapotát és kimenő jelét. Ahhoz hasonló az elv – igen erősen leegyszerűsítve – mint egyes nyomáshatároló szerelvények működésénél, csak sokkal összetettebb a rendszer. Az ilyen szerelvények egy típusa (pilot operated valve) úgy működik, hogy a szelepban kialakuló nyomásviszonyok okozzák azt, hogy a szelepen megnő a nyomásesés, tehát a fogadó oldaltól függően a nyomást adott szint fölé nem engedi, nincs más külső beavatkozás.

A hajtómű vezérlése ugyanezen elv szerint működik, csak sokkal bonyolultabb, hiszen több üzemállapota és rengeteg be- és kimenő paramétere van, amit mérni kell és megtervezni hozzá az a fenti elvek szerint működő vezérlést, hogy a gázkar állása és az éppen aktuális állapota a hajtómű-szívócsatorna rendszernek megfelelően vezérelje pl. a tüzelőanyag befecskendezést. A hidromechanikus vezérlés termodinamikai és mechanikai törvényszerűségek szerint működik, ezért nem lehet tetszőlegesen rugalmas, éles átmeneteket nem képes kezelni. Van egy tartomány, ahol megfelelő sebességgel és pontossággal képes vezérelni a hajtómű működtetéséhez szükséges elemeket. Az valószínűleg jól érzékelhető egy laikusnak is, hogy az utánégető használata nélkül a gázturbina üzemi jellemzői – bármilyen karakterisztikát nézve – folyamatos jelleget mutatnak, nincs éles törés a karakterisztikában, tehát elkészíthető egy olyan mechanikus és hidraulikus elemekből álló szabályozás, ami leképezi ezeket a karakterisztikákat. Ez látható lesz a később bemutatásra kerülő tolóerő- és fajlagos tüzelőanyag fogyasztás diagramon is.

¹⁰⁷ Ez valószínűleg a szívócsatorna nyomásviszonyai miatt van, a szívócsatorna vezérlés valószínűleg nem lenne képes kompenzálni az igen nagy és gyors nyomásváltozással járó üzemmód változást.

Ellenben az utánégető használata esetén másodpercek alatt akár tízszeresére nőhet az tüzelőanyag betáplálási igény úgy, hogy a hőmérséklet közben folyamatosan emelkedik a hajtóműben, a levegőátfutás változik, mindeközben dolgozik a szívócsatorna vezérlése is. A jól megtervezett vezérlő rendszer tehát lekezeli azt a problémát, hogy egyik üzemállapotból elviszi a másikba a hajtóművet úgy, hogy a gázkar-állás változtatása után a hajtómű tranziens (átmeneti) állapota között változó fizikai paraméterek hatását is figyelembe veszi anélkül, hogy a pilótának bármi dolga lenne.

Egy példán keresztül. A pilóta felszálláskor gázt ad és a gép elkezd gyorsulni. Változatlan gázkar beállítás estén felszállás után, ha a pilóta csak vízszintesen gyorsít, és felszállás után eléri, mondjuk a 900 km/h óra sebességet. Mi történik ekkor? A szívócsatornában a nagy sebesség miatt dinamikus elősűrítés történik, és a megnövekedett levőátfutás miatt nagyobb a levegőátfutás, tehát a hűtés is, ezért nagyobb tolóerő érhető el, nagyobb tüzelőanyag fogyasztással. A hajtómű nem fog túlzott hőterhelést kapni. Tehát azonos gázkar állás estén teljesen más üzemállapotban lehet a hajtómű, mégis stabil üzeme van úgy, hogy a pilóta a gázkarhoz egy ujjal sem nyúl.

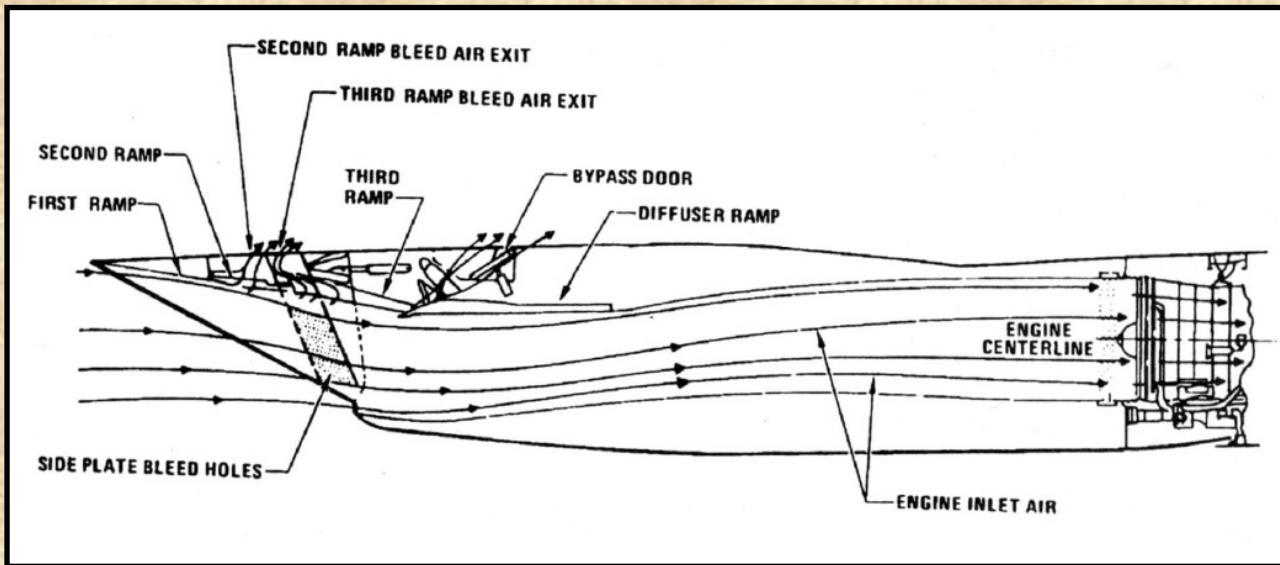
Emelkedés közben hasonló a helyzet. Tegyük fel, hogy a gép a fent említett sebesség után emelkedni kezd viszonylag enyhén, mondjuk 5 fokos szögben. Ahogy nő a magasság – a gép sebessége csak minimálisan változik 2-3 km magasságig – a levegő nyomása és hőmérséklete is csökken. Folytatva az emelkedést – akár kisebb szögben – szintén változik az elérhető tolóerő. Egyre kisebb lesz, tehát a tüzelőanyag befecskendezés megint változik. Azonos gázkar-álláshoz minden magasságon és sebességen más tolóerő és fogyasztás tartozik, de a rendszer ezt ismét csak lekezeli.

Valószínűleg a fent említett jelenségek által támasztott követelmények eredményezték, hogy egyes feladatokat nem az UC, hanem az EEC felügyel és vezérel. Az Sas számára ezt a kettős vezérlést a teljesen digitális vezérlésű F100-PW-220 oldotta fel. A '80-as évek közepére a technológia elérte azt a szintet, ahol fel lehetett építeni egy olyan szenzor és logikai rendszert számítástechnikával megtámogatva, hogy a hajtómű teljes működési tartományát egyetlen vezérlőrendszer fedje le. A digitális vezérlés további előnye, hogy (majdnem) tetszőlegesen definiált matematikai függvények szerint lehet vezérelni számtalan paramétert – ez egyben gépegység vezérlés, pl. szelepállás – egymástól akár teljesen függetlenül is. Nagyságrendekkel rugalmasabb, mint a hagyományos vezérlés. A hidromechanikus vezérlés módosítása azt jelenti, hogy fizikailag át kell építeni a rendszert.¹⁰⁸ A digitális vezérlésnél a „vas” módosítása nélkül is meg lehet változtatni a vezérlés karakterisztikáját, egyszerű szoftverfrissítéssel. A fentiekből következik, hogy ha ugyanazt a hajtóművet („vasat”) egy másik repülőgépben szeretnék beépíteni, akkor nagyrészt „csak” a szoftvert kell annak megfelelően változtatni – már, ha a hajtómű fizikailag elfér a gépben és a szívócsatorna képes az esetleges nagyobb levegőátfutást biztosítani – amit a hajtómű számára a magváltozott környezet jelent. Ez elsősorban az eltérő szívócsatorna által okozott problémákat jelenti. Nyilvánvaló, hogy egy F-16C Block 50 vadászgépbe épített F100-PW-229 nem ugyanazt a karakterisztikát produkálja és nem azonos vezérléssel rendelkezik, mint mondjuk egy F-15E-be építve.

Manapság a korszerű vadászgépek mind elektronikus hajtóművezérléssel bírnak, a hidromechanikus vezérlés csak tartalék funkciót lát el. Az egyik magyar Gripen esetében valószínűleg pontosan ennek a helyzetnek a következményét láthattuk, az eset kényszerleszállással végződött. Az elektronikus vezérlés meghibásodott, és a rendszer átállt a hagyományos tartalékra a maga korlátaival. Ez valószínűleg a Gripen esetén is azt jelentette, hogy utánégető nem állt rendelkezésre, de további korlátozásokat is jelenthetett ez a hiba. Pl. a tolóerő változtatás sebességére és nagyságára vonatkozóan.

¹⁰⁸ Ilyen elemek például a következők: átfolyásvezérlő szűkítő, folytópakolás, membrános nyomás-érzékelő, centrifugális fordulatszám-mérő, különféle szelepek, stb.

A gázkar mozgatása pl. a Me-262 és MiG-15 szintű gépeknél a vezérlő automatika hiánya vagy fejletlensége miatt csak nagy körültekintéssel volt végezhető és a pilótára hárította a problémát. Gyors mozgatás esetén hajtóműleállás vagy hajtóműtűz is előfordulhatott. A gázkar gyors előretolása esetén, a levegőátfutás – ami nem csak tolóerőt ad, de hűtést is – nem tartott lépést a megnövekedett tüzelőanyag befecskendezéssel. Nagy teljesítménynél az erőteljes gázlevétel pont fordított problémát okozhat. A levegőátfutás és a hajtómű fordulatszám még nem csökken, de a tüzelőanyag betáplálás igen. Ez akár hajtóműleállást is okozhat, mert az átáramló nagy sebességű és tömegű levegő egyszerűen elfújja az tüzelőtérben az égést.



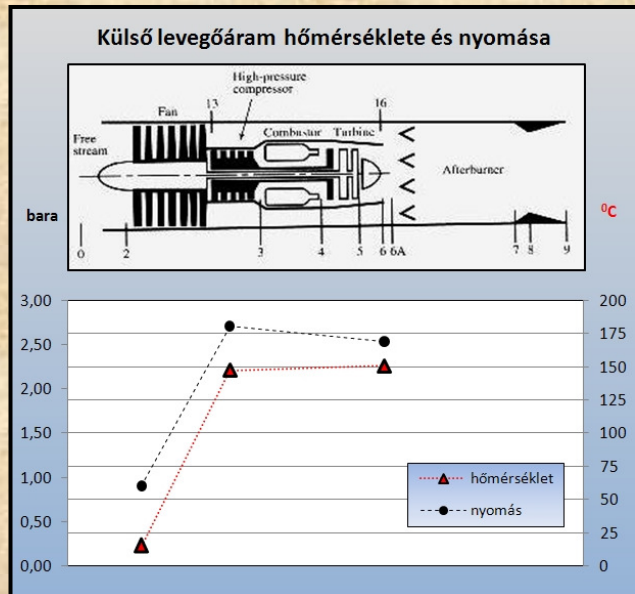
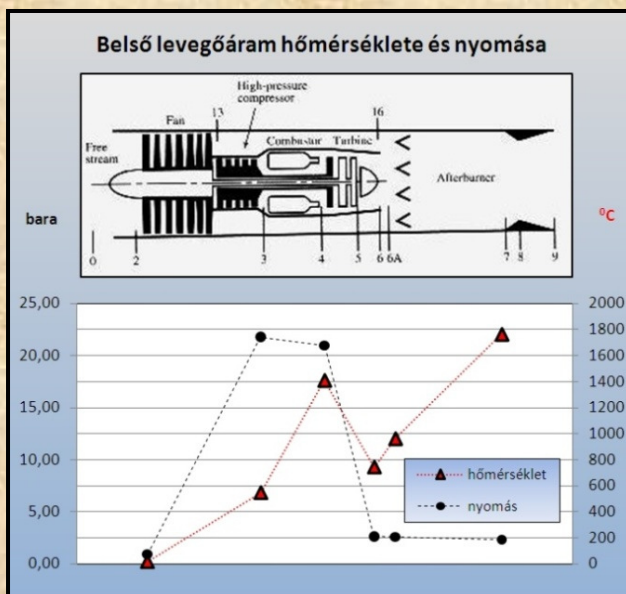
Hajtómű szívócsatorna terelő elemei

A hajtómű levegőellátásának szabályozásában kiemelt szerepe van a változatható geometriájú szívócsatornának. A szívócsatorna három áramlásterelő lappal, egy diffúzor terelőlappal, ezen felül egy levegő kivezető (bypass) ajtóval bír a szívócsatorna felső részén. Ezek mozgatását hidraulikus munkahengerek végzik, a munkahengerek vezérlőrendszere a hajtóműtől független, mindkét szívócsatorna saját egységgel bír. A vezérlés Mach szám (sebesség, hőmérséklet, sűrűség), állásszög és néhány nem részletezett paraméter szerint történik. A szívócsatorna belső függőleges és egyes felső terelőlapok felülete perforált, a határréteg elvezetése / szabályozása céljából. A határréteg levegő kivezetése a szívócsatorna felső részén található rácsozott nyílásokon át történik.¹⁰⁹

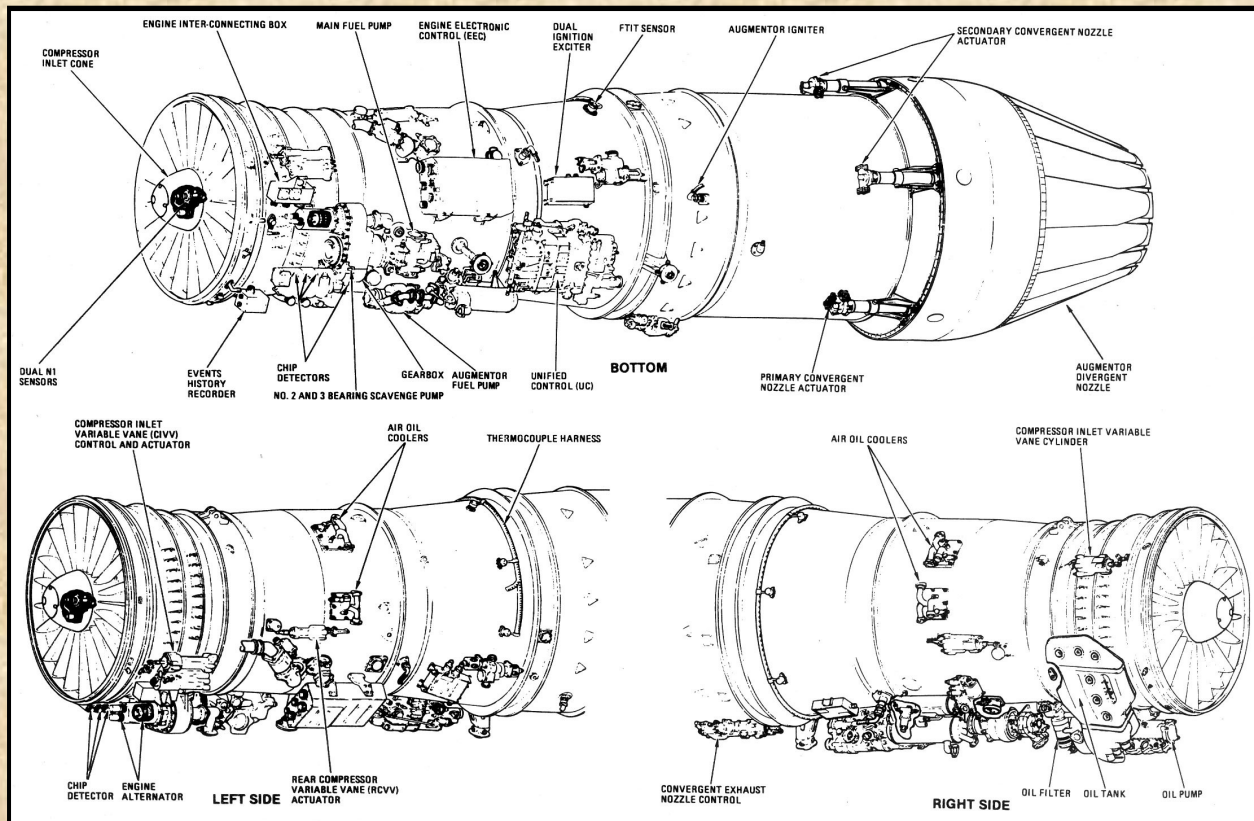
¹⁰⁹ A szívócsatorna határréteg elvezetése nem nagy mennyiségű levegő elvételét jelenti, ezért a szívócsatorna felső részén kiáramló levegő véleményem szerint olyan elhanyagolhatóan kis hatással bír, hogy a szívócsatorna külső felületén levő határréteg nem frissül.



A hajtómű tervezése során előírták a minél rövidebb idejű csere végrehajthatóságát. Az F-4 Phantom esetében egy hajtóműcsere akár hat órát is igénybe vehetett, az F-15 esetén egy órás – egyes források szerint 30 perces – szintidőt vártak el. Egy demonstrációs teszt során, a McDD előzetesen jól felkészített szakemberei 18 perc 55 másodperc alatt hajtottak végre egy hajtómű cseréjét. Nyilvánvaló, hogy ez csak marketingfogás volt, az átlagos üzemeltető személyzet ilyen rövid idő alatt nem képes ennek a műveletnek ilyen gyors végrehajtására.



Az F100-PW-100 nyomás- és hőmérsékletviszonyai fékpadon, maximál utánégető teljesítményen. A mért pontok nyomás és hőmérséklet adatainak összekötése csak a könnyebb értelmezhetőséget szolgálják, ezek változása valójában nem lineáris.



Az F100-PW-100 hajtómű főbb részei.

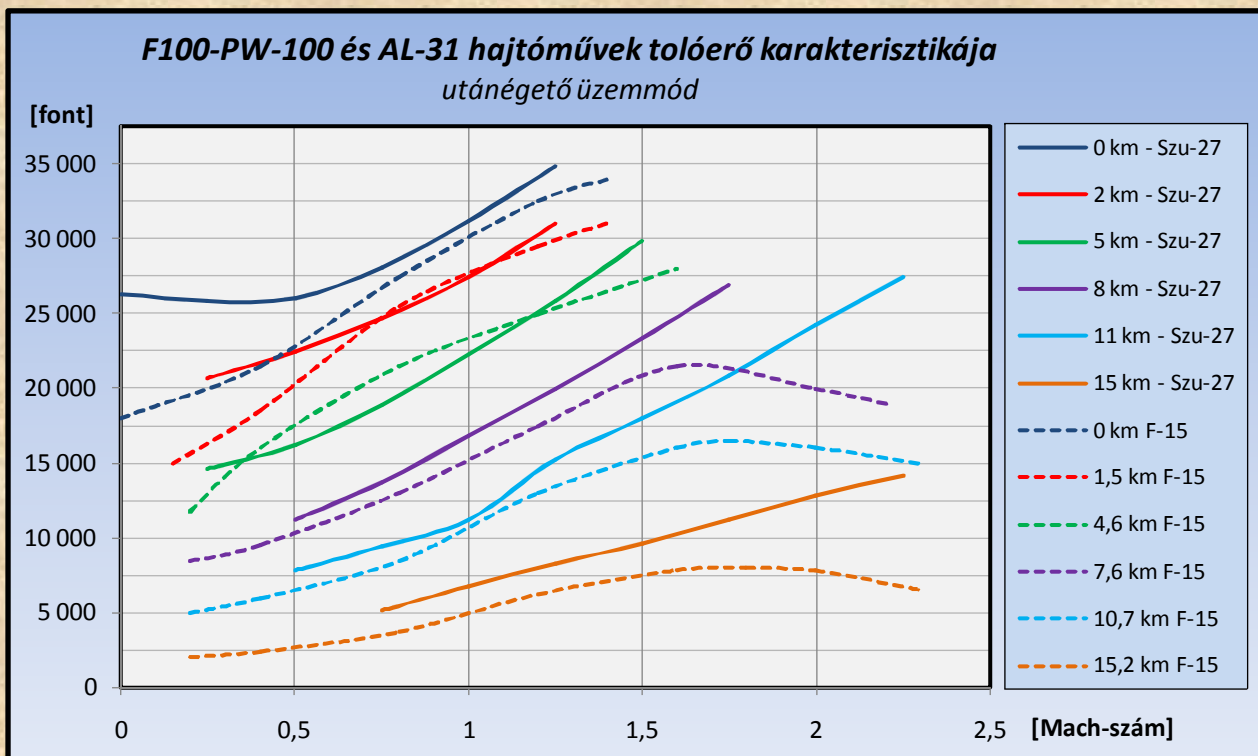
<i>compressor inlet cone</i>	hajtómű lekerekített orrkúpja (ellipszis kúp)		
<i>dual N1 sensors</i>	kisnyomású forgórész kettős fordulatszám-mérője	<i>chip detector</i>	fémforgács érzékelő
<i>event history recorder</i>	hajtómű eseménynapló, a datörögzítő	<i>engine alternator</i>	Különleges kisméretű generátor, ami indítás alatt biztosítja az EEC elektromos betáplálását. (Tarr Gábor)
<i>chip detectors</i>	olajrendszer fémforgács érzékelői	<i>rear compressor variable vane actuator (RCVV)</i>	állítható állásszögű álló kompresszor-lapátkorszorú működtető munkahengere
<i>no. 2 and 3 bearing scavenge pump</i>	forgórész 2. és 3. csapágyazásának visszatérő ágában levő szivattyú	<i>convergent exhaust control</i>	GSF vezérlése
<i>gearbox</i>	segédberendezés ház	<i>oil filter</i>	(kenő)olajszűrő
<i>augmentor fuel pump</i>	utánégető fokozat üzemanyag-szivattyúja	<i>oil tank</i>	(kenő)olaj-tartály
<i>unified control (UC)</i>	hidromechanikus vezérlőegység	<i>oil pump</i>	(kenő)olajszivattyú
<i>primary convergent nozzle actuator</i>	GSF vezérlőgyűrű elsőleges munkahengere	<i>compressor inlet variable vane cylinder (CIVV)</i>	ventilátor fokozat terelő lapátsor munkahengere
<i>augmentor divergent nozzle</i>	GSF bővülő szekciója	<i>air oil coolers</i>	levegő-olaj hőcserélő (olajhűtő)
<i>secondary convergent nozzle actuator</i>	GSF vezérlőgyűrű másodlagos munkahengere	<i>thermocouple harness</i>	termoelemek kábelkötege
<i>augmentor igniter</i>	utánégető szikragyújtója	<i>air oil coolers</i>	léghűtéses olajhűtő
<i>FTIT¹¹⁰ sensor</i>	kisnyomású turbina előtti hőmérséklet-mérő szenzor	<i>compressor inlet variable vane control and actuator (CIVV)</i>	ventilátor fokozat terelő lapátsor vezérlése és munkahengere
<i>dual ignition exciter</i>	szikragyújtó tekercse (gerjesztés)		
<i>EEC</i>	hajtómű elektronikus vezérlő egysége		
<i>main fuel pump</i>	fő tüzelőanyag szivattyú		
<i>engine interconnecting box</i>	hajtómű elektromos csatlakozója		

¹¹⁰ fan turbine inlet temperature

Az F100-PW-100 tolóerő- és fajlagos fogyasztás karakterisztikája a mellékletek között letölthető, de sajnos csak a teljes utánégető teljesítményre vonatkozó egymáshoz rendelhető görbék voltak elérhetőek.

Fajlagos fogyasztási diagramok a fenti üzemmódon kívül további három különböző magasságon – tengerszint, 30 ezer és 55 ezer láb – különböző sebességek és tolóerők esetében – tehát különböző hajtómű fordulatszámoknál – szintén ábrázolva vannak. Összehasonlítási alapként a TF30 hajtómű egy változatának fajlagos fogyasztási görbéi szintén megtalálhatóak a mellékletek között egyes üzemmódokon. A következő fejezetben ezek segítségével tesztek néhány észrevételt a F-15 harcászati hatósugarára és átrepülési távolságára. Ebben a fejezetben csak az „erőre” koncentrálok.

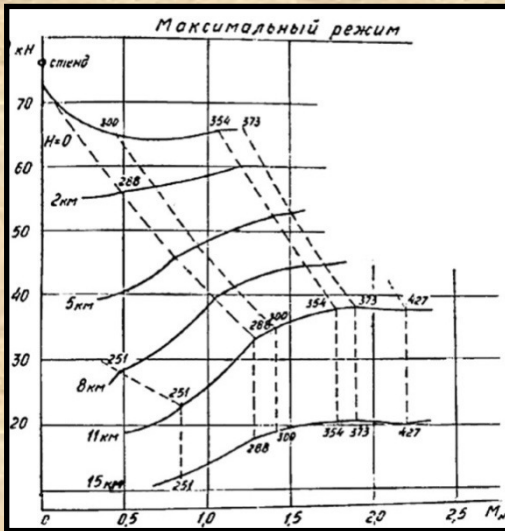
A Szu-27 AL-31 hajtóművének hasonló görbéi ugyanitt elérhetőek és így összehasonlíthatóak. Az AL-31-nek két diagramja is megtalálható a maximálgáz és utánégető üzemmódon is.



A fenti ábrán több igen figyelemreméltó dolog is látható. Az első, és igen fontos dolog az a sokszor emlegetett tény, hogy a fékpadi tolóerő mennyire nem mérvadó három fő tényező miatt. A repülési sebesség, magasság és a szívócsatorna vesztesége nagyon komolyan képes befolyásolni a hajtóművek teljesítményét. Az F100 tengerszinten, álló helyzetben gépbe építve a fékpadon mért értékhez képest 25%-kal kisebb tolóerővel rendelkezik. Az is szembeűnő, hogy az F-15 és a Szu-27 erőforrásának tolóereje a sebesség és magasság növekedésével közel sem egyformán változik. A manőverező légi harc szempontjából fontos tartományokban – 0-8 km magasság és M0,5-M1,2 sebességtartományban – azonos, vagy közel azonos tolóerőt képesek kifejteni, bár az AL-31 némileg nehezebb.

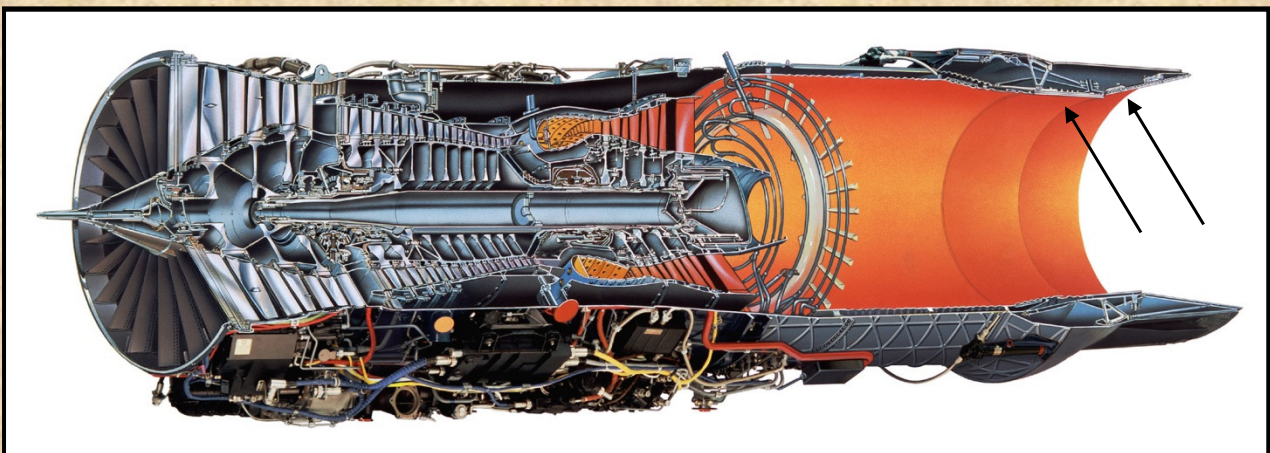
A fenti görbeseregen látszik, hogy az F100 tolóereje tengerszinten folyamatosan és erőteljesen növekszik, addig a Szu-27 hajtóművének tolóereje egy ideig csökken és az álló helyzethez képest. Körülbelül 0,65 Mach sebességnél eléri az álló helyzetben mértet, és csak azután növekszik, de arányaiban közel sem annyira, mint P&W hajtóműnél. Álló helyzet és hangsebesség között az F100 tolóereje majdnem a duplájára (!) nő, még a fékpadi értékhez képest is 25%-kal nagyobb a tolóerő a , míg az AL-31 esetében a fékpadihoz mérten kisebb a növekedés mind arányaiban, mind abszolút értékben. Két kilométeres

magasság felett mindkét hajtómű tolóereje növekszik. A P&W hajtóműnél magasságtól függően körülbelül M1,7 sebességnél a növekedés megáll, majd enyhén csökken. Harcászati szempontból ennek gyakorlatilag semmilyen jelentősége nincs. A Streak Eagle változattal foglalkozó fejezetben majd még visszatérek erre a sajátosságra.



Az AL-31 tolóerő karakterisztikája maximálgáz üzemmódon bal oldalt látható. Tengerszinten (H=0) az utánégető üzemmóddhoz hasonlóan csökkenő jellege van a tolóerőnek, azonban még a sebesség növekedésével sem éri el az álló helyzetben mérhető. Bár csak közvetett bizonyíték támasztja alá, de ez arra utal, hogy ebben a tartományban előnyösebb tulajdonságokkal bírhat az F100.

Az AL-31-nél mind utánégető mind maximálgáz teljesítménynél, alacsony magasságon a tolóerő csökkenő jellegűt mutat a sebesség növekedésével M0,65 vagy akár a hangsebességig üzemmódtól függően. Ez a jelleg üzemmódtól függetlenül tapasztalható és hasonló. Emiatt feltételezhető, hogy az F100 esetében maximálgáz üzemmódon is folyamatosan növekszik a tolóerő legalább hangsebességig. Utánégető esetén már említve volt, hogy a fékpadi értékhez képest is 25%-kal nőtt a tolóerő. Ha az arány ugyanekkor vagy némileg kisebb, akkor a tolóerő 0,9-1 Mach táján – ugye emlékszünk, hogy erre a tartományra hegyezték ki a Sas teljesítményét – nagyjából 75-80 kN. A magasság növekedésével ez a valószínű előny egyre inkább elkopik, és az utánégető teljesítménynél látottak szerint a tolóerő változás jellege azonos. A tolóerő hatását a harcászati paraméterekre egy későbbi fejezet ismerteti. Egy igen fontos tényezőt azonban nem tartalmaz egyik diagram sem, az állásszög hatását a tolóerőre. Tartósan 15-20 fokos állásszög esetén ez valószínűleg nem elhanyagolható ez a tényező...



F100-PW-220 hajtómű metszetrajz, kismértékben eltér az F100-PW-100 alapváltozattól. A legszembeütőbb változás a csúcsos kúp, a hajtómű elején, a -100 változatnál lekerekített volt. A csúcs nyomásmérő szondaként funkcionál.

Az F100-PW-100 hajtómű-szívócsatorna kettőse minden nagyszerűsége ellenére nem sikeredett olyan üzembiztosra és minden körülmények között jól teljesítőnek, mint ahogyan azt gondolták. Ez azonban csak az üzemeltetés első éveiben derült ki. A problémákról és az arra adott válaszokról az 5.2 fejezetben esik szó, az első lépések azonban csak enyhítették a problémát, de nem szüntették meg teljesen.

A végleges megoldást egy új, továbbfejlesztett hajtómű jelentette, ez volt az F100-PW-220, az -100 alapváltozat továbbfejlesztése. A „vas” szinte teljesen azonos maradt, viszont a hajtómű teljes hatáskörű digitális vezérlést (DEEC – digital electronic engine control) kapott.¹¹¹ A hajtóművek szállítását 1986 végétől kezdték meg, a régebbi -100 hajtóműveket átalakították -220-as konfigurációra.

Az alábbi fő változtatások történtek a két hajtómű változat között:

- Digitális vezérlőrendszer (DEEC) alkalmazása, ami mind az EEC-t, mint az UC-t leváltotta, mint elsődleges vezérlőrendszer.
- Az 1. és 2. turbinafokokozatok lapátjai egykristály technológiával készültek. Ennek és a DEEC-nek köszönhetően a hajtómű élettartamát 8'000 ciklusra tervezték növelni. (Ez nem sikerült, csak mostanában érték el a 6'000 ciklust, ami kb. 9 évnyi szolgálatnak felel meg, Kővári László *kiegészítése*.)
- A lamellás fő üzemanyag szivattyút fogaskerék-szivattyúra cserélték le. Négyszáz darabbal kevesebb alkatrészből áll, az élettartama a duplájára nőtt. (2'000 óra)
- Új utánégető szekció kismértékben áttervezett hűtéssel, erősebb szerkezeti anyagok felhasználásával.
- Digitális hajtómű felügyeleti (monitoring) és diagnosztikai rendszer.¹¹² Folyamatosan figyeli és rögzíti a hajtómű főbb paramétereit.

A DEEC látja el következő funkciókat alapjárat és maximális utánégető teljesítmény között:

- tüzelőanyag befecskendezés a gyűrűs égéstérbe
- utánégető fokozat tüzelőanyag befecskendezése
- terelőlapok (CIVV) vezérlése
- kompresszorlapátok (RCVV) vezérlése
- levegő elvezetési pontok vezérlése, pompásajtók (bypass door)
- GSF vezérlése (nozzle control)

A tolóerő maximális értéke minimálisan csökkent – fékpádon 23'450 font (10'635 kg) – de ez igen csekély ár volt a pozitívumok mellett. A teljes digitális vezérlő és felügyeleti rendszer lehetővé tette, hogy a tüzelőanyag betáplálás, a hajtómű nyomásviszonyának és levegőátfutásának magasabb színvonalú tranziens vezérlésével stabilabb üzemű legyen. A kompresszorlapát-átesések¹¹³ megszűntek, a hajtómű fajlagos fogyasztása kismértékben, reakcióideje nagymértékben javult. Alapjáratról a maximál utánégető teljesítményt 16 helyett immár 8 másodperc alatt eléri a hajtómű.¹¹⁴ A -220 változat szerkezetiileg 81%-ban azonos az -100 változattal, a GSF 90%-ban egyező elemekből épül fel. Készült egy -220E jelzéssel bíró változat is, a -229 variánsos alkalmazott egyes fejlesztéseket átemeltek a régebbi hajtóműbe. Bár a -220 hajtómű variáns szállítása már a '80-as évek közepén elkezdődött 1996 végén még mindig 449 db egy- és kétüléses vadászváltozat repült az régi F100-PW-100 erőforrással. 201 db F-15 rendelkezett -220-as hajtóművel – ebbe beletartoztak az addig átadott F-15E csapásmérők is, a korai változatok még nem kapták meg a -229 hajtóművet – és 17 db gép kapott -220E hajtóművet.

(Az alant következő a keretes írás első feléért engem terhel a felelősség, a második fele nagyrészt Allesmor Obranna megjegyzései, némi kiegészítéssel.)

¹¹¹ Az F100-PW-220 esetében a DEEC jelölés használták azonban, mint általánosan elterjedt fogalomként FADEC rövidítést is szokták használni. (FADEC = full authority digital engine control)

¹¹² EDU –engine diagnostic unit

¹¹³ Ennek magyarázata a probléma ismertetésénél található.

¹¹⁴ Egy forrás az -229-es változatnál tévesen 4 másodpercet adnak meg. Ez valójában optikai csalódás. A fáklya már valóban begyulladt és látható, azonban a tolóerő a maximumát csak 8-10 másodperc alatt éri el.

A „hajtóműháború” még ekkor sem ért véget, csak egy újabb forduló következett. Ez a vetélkedés lényegében a mai napig tart, az amerikai vadászgép hajtóműveknél gyakorlatilag kétszereplős a piac. A '80-as években ismét nekigyürköztek, hogy közös erőforrással lássák el az F-15C/D, F-16C/D és F-14B vadászokat, legalább a „mag” tekintetében.

A végeredmény az lett, hogy az F-16C változatok alapvetően két fő hajtómű változattal repülnek, 30/40/50-es Block szériák GE, a 32/42/52 változatok P&W hajtóművel. A Block 32 és 42 Sólýmok F100-PW220, a Block 52 változatok F100-PW-229 erőforrással rendelkeznek. A Block 30 és 40 változatok F110-GE-100, a Block 50 széria gépei F110-GE-129 hajtóművet kaptak. (Az F110 hajtómű a B-1 bombázó F100 hajtóművének egyenes ági leszármazottja.) Ezek a hajtóművek nem tetszőlegesen cserélhetőek a Sólýmokon annak ellenére, hogy a hajtóművek rögzítési pontjai ugyanott vannak. A hajtóművek eltérő átmérője ezt nem teszi lehetővé, holott a szívócsatorna moduláris szerkezete könnyen módosítható a két hajtómű eltérő levegőátfutása miatt. Az F-15C/D – és E változat is – elvileg képes mindkét hajtómű változattal üzemelni, azonban a leghalványabb jele sincs annak, hogy az F-15C/D gépek az erősebb – F-15E változatok egy részén alkalmazott – F100-PW-229 vagy GE hajtóművel repüljenek, legalábbis az USAF színeiben.

Az F-15-öst exportálták néhány USA-val igen jó viszonyt ápoló országba – lásd erről szóló fejezetet – ez esélyt adott a GE-nek, hogy bizonyíthasson. A 2000-es évek elején szaúdi F-15S-ek hajtóművei sorra mentek tönkre, a gépek egyre-másra váltak repülésre alkalmatlanná. Az indoklás szerint a sivatag homok olvadt üveggé lerakódott, és eltömítette a turbinalapátok hűtőlevegő csatornáit. Ez a lapátok élettartam csökkenését okozta a fokozott hőterhelés miatt, ezen felül a forgórész kiegyensúlyozatlanságát is okozta, ami a csapágyak élettartamát is negatívan befolyásolhatta. A P&W addig fennálló monopolhelyzete miatt eléggé lazán kezelte az esetet. Legalábbis ezt állították a szaúdiak és a GE. Naná, mi mást mondana az örök vetélytárs...

Szerintük a P&W a szaúdi üzemeltetőket dilettánsnak állította be és a gázhőmérséklet csökkentését javasolta, ami komoly teljesítményvesztést eredményezett volna. A szaúdi király egyik fia – aki maga is repült vadászgépen – vezette a hazai tárgyalóbizottságot, és finoman szólva ő nem értett egyet a P&W képviselőivel. Az, hogy ki nem értett egyet, később lesz fontos. Állítása szerint ők nem azért vettek méregdrága vadászgépet (F-15S), hogy (erős) túlzással olyan teljesítménye legyen, mint egy F-5-nek. A GE megneszelte a botrányt és mivel nekik már volt egy komplett tesztjük az F-15E + F110-es hajtómű kombinációval,¹¹⁵ bepróbálkoztak a lehetséges első vevőknél egy ajánlattal. Nem kétfiléses ajánlatról volt szó, mivel itt meglévő gépeket kellett volna átalakítani, nem pedig eleve új törzshátsórészrel szerelt példányokba kerültek volna az alternatív hajtóművek.

Két fontos dolog volt. Az egyik, hogy az Edwardson végzett teszt egy első szériás F-15E-vel igencsak impozánsra sikeredett. A GE F110 minimális plusz tömeg mellett fékpadon kb. 1,5 tonnával nagyobb tolóerőt fejt ki. A második, hogy a GE hajtóműnek nem a turbina előtt a tüzelőtér szekciójánál van a tengely hátsó csapágyazása, (mint az egyébként más P&W hajtóművekre is igaz) hanem utána és más a bevonatolása (felületvédelme). Ez utóbbi nem engedi, hogy a finom sivatagi homok üveggé rakódjon le. A szaúdiak állták a költségeket, így ma már kb. 30 darab F-15S a 70 gépes flottából GE erőforrással repül.

¹¹⁵ http://www.qeaviation.com/aboutqae/presscenter/military/military_19960425.html

Külön hozadéka a GE húzásának, hogy az eset után exportált Sasok – a koreai F-15K és a szingapúri F-15SG – GE hajtóművet kapott, még annak ellenére is, hogy a dél-koreai légierőben már repült a P&W F100-PW-229-ese, így logisztikai értelemben logikusabb lett volna az amerikaiak, az izraeliek és a szaúdiak után nekik is ezzel szereltetni a gépeiket, hiszen így a hazai F-16C/D flottával osztozhattak volna a hajtómű-készleteken. Az meg már végképp logikátlan, hogy a második eresztésű 40 darab gépbe viszont mégis F100-PW-229-est rendeltek, de megint csak egy új verziót, az F100-PW-229EEP-t, vagyis az Engine Enhancement Package-el szerelt változatot. Ilyen hajtómű a világon jelenleg még csak a pakisztáni és a marokkói F-16C/D Block 52+ gépekben van, sehol másutt nincs. Hogy miért jó ez nekik, azt tőlem ne kérdezze senki, fogalmam sincs...

Miért fontos, hogy ki képviselte a vásárló felet? Az egész esetet finoman szólva a korrupció szaga lengi körül. A szaúdi helyzetet ismerők szerint a fenti procedúra nem történhetett a királyi család befolyásos tagjainak „bevonása” nélkül. Így már sejthető, hogy ki és hogyan nyilatkozott.

Mik az alapvető problémák a GE és a szaúdiak érvelésében? Első körben az, hogy a P&W erőforrása kb. tíz évig probléma nélkül elkenyeggett. Ha valóban probléma lenne, akkor ennek elméletileg jóval hamarabb meg kellett volna mutatkoznia. Az amerikai gépek is repültek ilyen környezetben éveket – nem csak F-15, de F-16 gépek is – a probléma mégsem jelentkezett...

A másik feltételezett ok, hogy egyes információk szerint a szaúdi gépek mellé adott üzemeltetési utasítások több ponton még a régi F100-PW-220-as, sőt az igen régi F100-PW-100-as hajtóművek megoldásait említik, holott a -229-es tisztességesen el van látva szenzorokkal, a diagnosztikája is jobb. Ez mindkét fél hibája, hiszen a P&W ezen vélhetőleg tudna segíteni, azonban néma gyerekek az anyja sem érti a szavát...

A P&W egyébként az F119-es és F135-ös biznisszel a zsebében – a GE-t gyakorlatilag kigolyózták¹¹⁶ – úgy tűnt, hogy már nem is fordít nagy figyelmet a kihalásra ítélt F100-as szériára, ami Japán és az USAF F-15 flottájának a brutális élettartam hosszabbítása miatt szükséges lehet.¹¹⁷ Nos úgy tűnik, hogy ez nem így történt, a P&W szép csendben kidolgozta az F100 hajtóművek élettartamának brutális kitolását két nagyjavítás (overhaul) között, akár 40'000 ciklusig.¹¹⁸ Az értelmezése kicsit zavaros a hírnek, mert a forrás 18'000 ciklusról történő emelést említ, és -220E változatra átépítést, ami annak fényében nehezen érthető, hogy a -229EPE hajtóműnél most érték el a 6'000 ciklust depo szintű karbantartások között.¹¹⁹ Az számomra homályos, hogy az angol forrásban szereplő szó, az milyen viszonyban van a depo szintű beavatkozással. (Lehet, hogy gépelési hiba van a forrásban és 8'000-ről emelnének 40'000-re?)

Ha az F100 hajtóművek elfogynának, akkor nem maradna más megoldás, mint a GE hajtóműre való átállás, aminek igen komoly költségei lennének. Ellenben a GE hajtóművel repülő F-15 változatok jelentenék az igazi „szupersast”, a GE erőforrása olyan teljesítményparaméterekkel ruházná fel a gépeket, amik valószínűleg a rekordrepülése használt Streak Eagle-t is felülmúlnák. (Nem hivatalosan GE hajtóművel felszerelt szériaqép megdöntötte az Steak Eagle néhány emelkedési rekordját.)

¹¹⁶ <http://htka.hu/2011/12/05/vegleg-vege/>

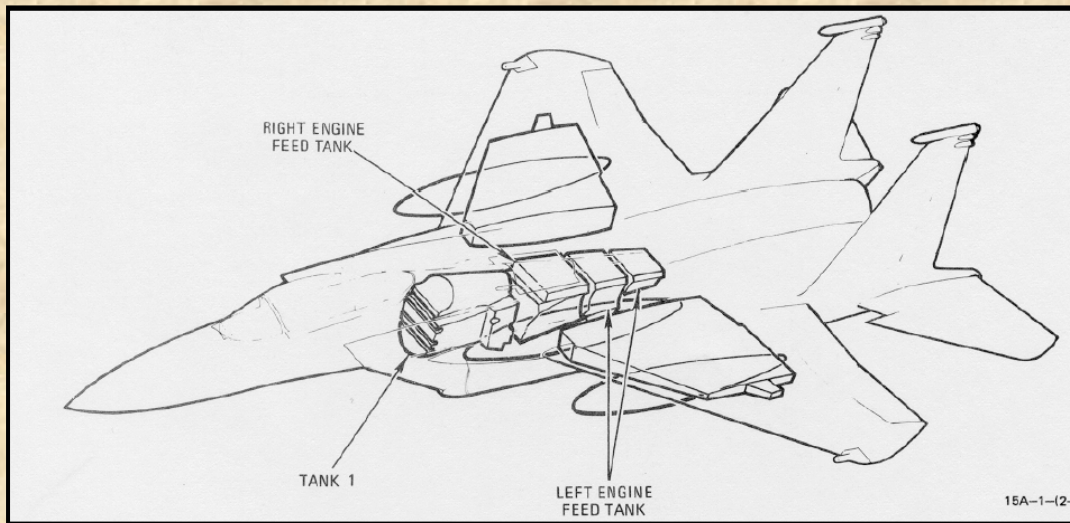
¹¹⁷ <http://htka.hu/2011/11/28/hosszu-élet-ele-neznek-az-amerikai-sasok/>

¹¹⁸ Aviation Week, 2012.10.22., Bradley Perrett – Into to 2040s.

¹¹⁹ http://www.pratt-whitney.com/Content/F100_Engine/pdf/b-2-1_me_f100_product_card.pdf

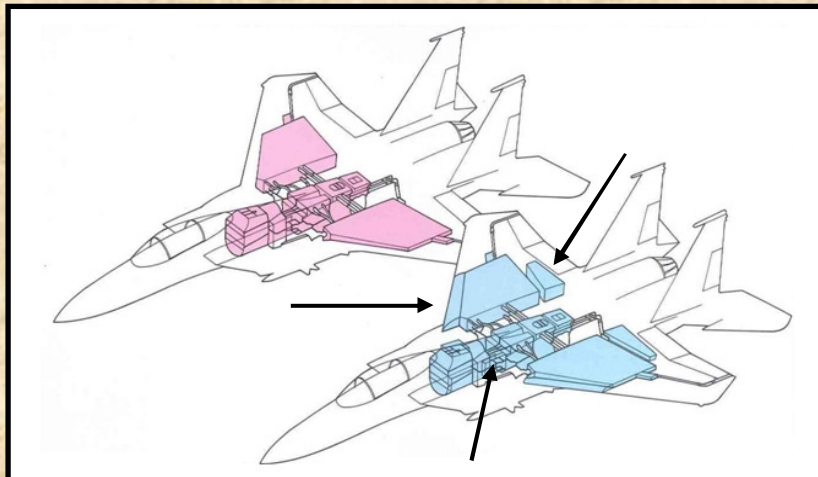
4.2.2. Tüzelőanyag rendszer, hatótávolság

A gépek tüzelőanyag kapacitása az alábbiak szerint alakult az F-15A/B változatokon. A különböző tüzelőanyagok sűrűsége eltérő, a megadott értékek 18 Celsius fokra (65 Fahrenheit) vonatkoznak.



Tüzelőanyag tartályok elhelyezkedése az F-15A és F-15B változatokon.

F-15A és F-15B változatok tüzelőanyag kapacitása különböző konfigurációkban						
Tüzelőanyag-tartályok és póttartályok		Tüzelőanyag kapacitás				
		kapacitás US gallon	JP-4		JP-8	JP-5
			778 kg/m³ (6,5 lb/gal)	754 kg/m³ (6,3 lb/gal)	802 kg/m³ (6,7 lb/gal)	814 kg/m³ (6,8 lb/gal)
tank 1		508	3'300 ± 100	3'200 ± 100	3'400 ± 100	3'450 ± 100
jobb hajtómű kifogyasztó tartálya (right engine feed tank)		234	1'500 ± 100	1'500 ± 100	1'550 ± 100	1'590 ± 100
bal hajtómű kifogyasztó tartálya (left engine feed tank)		184	1'200 ± 100	1'150 ± 100	1'250 ± 100	1'250 ± 100
integrált szárnytartályok (internal wing tanks)	bal	422	2'750 ± 200	2'650 ± 200	2'800 ± 200	2'870 ± 200
	jobb	422	2'750 ± 200	2'650 ± 200	2'800 ± 200	2'870 ± 200
teljes belső tüzelőanyag kapacitás		1'770	11'500 ± 450	11'150 ± 450	11'850 ± 450	12'040 ± 450
szárny-póttartályok	bal	610	3'950 ± 250	3'840 ± 250	4'090 ± 250	4'150 ± 250
	jobb	610	3'950 ± 250	3'840 ± 250	4'090 ± 250	4'150 ± 250
teljes belső kapacitás + 2db szárny póttartály		2'990	19'400 ± 600	18'830 ± 600	20'030 ± 600	20'330 ± 600
törzs alatti póttartály		610	3'950 ± 250	3'840 ± 250	4'090 ± 250	4'150 ± 250
teljes belső kapacitás + 1db törzs alatti póttartály		2'380	15'450 ± 500	14'990 ± 500	15'940 ± 500	16'180 ± 500
teljes belső kapacitás + összes póttartály		3'600	23'350 ± 650	23'670 ± 650	23'350 ± 650	23'350 ± 650



F-15A/B és F-15C/D gépek közötti különbség, a szárnyban két plusz rekeszt alakítottak ki, a tank 1 és a szárnytartályok méretét is kismértékben megnövelték.

F-15C és F-15D gépek tüzelőanyag kapacitása különböző konfigurációkban

Tüzelőanyag-tartályok és póttartályok	Tüzelőanyag kapacitás					
	kapacitás US gallon	JP-4		JP-8	JP-5	
		778 kg/m ³ (6,5 lb/gal)	754 kg/m ³ (6,3 lb/gal)	802 kg/m ³ (6,7 lb/gal)	814 kg/m ³ (6,8 lb/gal)	
tank 1	655	4'250 ± 170	4'150 ± 170	4'400 ± 170	4'450 ± 170	
jobb hajtómű kifogyasztó tartálya (right engine feed tank)	234	1'500 ± 110	1'450 ± 110	1'550 ± 110	1'590 ± 110	
bal hajtómű kifogyasztó tartálya (left engine feed tank)	189	1'250 ± 105	1'150 ± 105	1'250 ± 105	1'290 ± 105	
integrált szárnytartályok (internal wing tanks)	bal	496	3'200 ± 270	3'150 ± 270	3'300 ± 300	3'370 ± 300
	jobb	496	3'200 ± 270	3'150 ± 270	3'300 ± 300	3'370 ± 300
teljes belső tüzelőanyag kapacitás	2'070	13'450 ± 480	13'050 ± 480	13'850 ± 480	13'850 ± 480	
szárny póttartályok	bal	610	3'950 ± 300	3'800 ± 300	4'100 ± 300	4'150 ± 300
	jobb	610	3'950 ± 300	3'800 ± 300	4'100 ± 300	4'150 ± 300
teljes belső tüzelőanyag kapacitás + 2db szárny póttartály	3'290	21'400 ± 850	20'750 ± 850	22'050 ± 850	23'370 ± 850	
törzs alatti póttartály	610	3'950 ± 250	3'800 ± 300	4'100 ± 300	4'150 ± 300	
teljes belső tüzelőanyag kapacitás + 1db törzs alatti póttartály	2'680	17'400 ± 770	16'900 ± 770	17'950 ± 770	18'220 ± 770	
teljes belső kapacitás + összes póttartály	3'900	25'350 ± 940	24'550 ± 940	26'150 ± 940	26'520 ± 940	
törzsöz illeszkedő (simuló) tartályok (CFT)	bal	750	4'900 ± 300	4'750 ± 300	5'050 ± 300	5'100 ± 300
	jobb	750	4'900 ± 300	4'750 ± 300	5'050 ± 300	5'100 ± 300
teljes belső üzemanyag + 2db CFT	3'570	23'200 ± 890	23'200 ± 890	23'900 ± 890	24'300 ± 890	
teljes belső üzemanyag + 2db CFT + 2 db szárny-póttartály	4'790	31'150 ± 1056	30'200 ± 1056	32'100 ± 1056	35'600 ± 1056	
teljes belső üzemanyag + 2db CFT + 1 db törzs-póttartály	4'180	27'150 ± 970	26'350 ± 970	28'000 ± 970	28'400 ± 970	
teljes belső kapacitás + 2 db CFT + összes póttartály	5'400	35'100 ± 1140	34'100 ± 1140	36'200 ± 1140	36'700 ± 1140	

Az összes F-15 változat maximum három darab azonos kapacitású – névlegesen 610 US gallon (2'310 liter) – póttartályt hordozhat. Egyet a törzs középvonala alatti, és további egyet-egyét a bal- és jobb szárnygerendák alatt. A törzshöz illeszkedő üzemanyagtartályok¹²⁰ csak az 'C' és 'D' változatokra szerelhetők fel a szívócsatornák oldalára, ezek miatt a 'C' és 'D' változatok üzemanyag rendszere eltér az 'A' és 'B' változatokétól. Érdekesség, hogy más gépekkel ellentétben a kétüléses változatok – 'B' és 'D' variánsok – belső tüzelőanyag-kapacitása megegyezik az együléses változatokkal. Az illeszkedő póttartályok elméletileg néhány órás munkával fel- vagy leszerelhetők, azonban ez csak elmélet, gyakorlatban nem használták ki ezt a lehetőséget soha. A vadász változatok nagy részén soha nem volt felszerelve, ez alól csak egyes alakulatok voltak kivételek települési helytől és alkalmazó országtól függően. Az IAF egyedülként néhány (összes?) A/B gépét is képesség tette a CFT-k használatára. Az USAF flottában jellemzően az Izlandon (Keflavik) állomásozó gépek használták és kisebb-nagyobb rendszerességgel az Izraeli Légierő (IAF) gépei.



Baloldalt az IAF F-15C vadásza, jobboldalt az USAF egy keflaviki USAF F-15C-je. Mindkettő oldalán jól látszanak a szívócsatorna oldalára felszerelt illeszkedő tartályok.

Az különböző Sas változatok tüzelőanyag-rendszerek sematikus ábrái a mellékletek között is megtalálhatóak, a lent következő leírás megértését nagyban segítik.

Az összes rekesz (tartály), a póttartályok és a CFT egyetlen csatlakozási ponton keresztül feltölthető (ground refueling receptacle) és egy másikon leüríthető (lásd a 47. oldalon), mindegyik változat légiutántölthető. A póttartályok egyesével is feltölthetőek a saját tankolási pontjaikon keresztül és a Sas csővezeték rendszerén keresztül is.

A tüzelőanyag rendszer tartályai között az áttáplálás teljesen automatikus vezérlésű. A tartályok kifizasztási sorrendjétől függetlenül normál körülmények között a rendszer mindig biztosítja, hogy a kifizasztó tartályok teljesen feltöltött állapotban legyenek, mindig ezek ürülnek ki utolsónak. A tartályok elrendezése lehetővé teszi a kifizasztó tartályoknak a gravitációs megtáplálását még akkor is, ha egyetlen áttároló szivattyú (*transfer pump*) – továbbiakban simán szivattyú – sem üzemképes, de ez esetben a rendszer csak korlátozott kapacitással képes kiszolgálni a kifizasztó tartályokat. A két kifizasztó tartályban (*feed tank*) egy kisebb elszeparálható rész található – tartályban tartály konstrukció – negatív túlterhelésű manőverek alatt ennek a kis rekesznek a szelepe vagy szelepei lezárnak, és így abból a térrészből nem folyhat ki az üzemanyag, csak a hajtómű irányába. Ez mindössze kb. 15-20 másodperce elég tüzelőanyagot biztosít, de ennél hosszabb háthelyzetben történő repülés vagy negatív G manőver harcászati szempontból nemigen képzelhető el. A két kifizasztó tartályt megtápláló vezetékekben visszacsapó szelepek találhatóak, tehát a kifizasztó tartályokból visszafolyni semmiképpen sem tud az üzemanyag, de fent említett repülési helyzetekben a kis cellákon kívül rekedt mennyiség a hajtóműveket

¹²⁰ CFT – conformal fuel tank

meztápláló szivattyúk (*main boost pump*) szívóvezetékhez nem képes hozzáfolyjni, mert a tartály alsó- és felső fele felcserélődik.

Az F-15A/B gépek üzemanyag-rendszere három darab elektromosan hajtott szivattyúval rendelkezik. 1-1 szivattyú tartozik a szárnytartályokhoz és egy az '1' jelű üzemanyagtartályhoz. Az F-15C/D variánsokon a szárnyakban levő két plusz rekeszhez 1-1 sugárszivattyút (fuel ejector pump) építettek be, ezek a tartályok az '1' jelű tartály szivattyújával fogyaszthatók ki. A kifogyasztási sorrend szerint ezek tartalma az '1' jelű tartályba kerül, még mielőtt abból kifogyna a tüzelőanyag. Üzemzavar estén ezekből a cellákból gravitációsan is átfolyik a tüzelőanyag az '1' jelű tartályba, természetesen ilyenkor a közlekedő edényekre vonatkozó fizikai törvényszerűségek szerint. A szivattyúk folyamatosan működnek, amíg villamos betáplálásuk rendelkezésre áll és a tartályokban van üzemanyag. A tartályok kifogyasztása szelepek által vezérelt és nem a szivattyúk indításával / leállításával történik.

A póttartályok gázterében a hajtómű kompresszorház levegő-megcsapolásán keresztül elvett szabályozott levegővel (*bleed air*) folyamatos túlnyomást tartanak fent. Ez a túlnyomás nyomja ki a póttartályokból a kerozint a belső tüzelőanyag tartályokba. A szárny póttartályokban 25 PSI¹²¹ (~1,7 bar), a törzs alatti póttartályban 15 PSI (~1 bar) a túlnyomás értéke. Az F-15A-n kezdetben a futómű kirugózása, a későbbi szériákon és az összes C/D gépen a futómű behúzó kar „behúzás” pozícióba állítása indította felszállás után a póttartályok nyomás alá helyezését. Ez azt jelenti, hogy a póttartályokból való kifogyasztás a földön gurulás közben nem lehetséges. Földön állva a póttartályok leürítéshez külső forrásból kell a szükséges nyomást biztosítani – ha a belső tartályok rendszerén akarják leüríteni azokat – gravitációsan a póttartályokból nem üríthető le a tüzelőanyag a Sas vezetékrendszerén keresztül. (Ha létezik ilyen módszer és a tartályokat nem csak az erre előkészített helyen lehet leüríteni.)

A CFT-ből szintén betáp szivattyúk továbbítják az tüzelőanyagot bármelyik belső tartályba, ami az adott pillanatban képes befogadni azt. Mindkét CFT két saját szivattyúval – eggyel a középső és eggyel a hátulsó rekeszben – és egy sugárszivattyúval rendelkezik. A sugárszivattyú az elülső rekeszből a középsőbe nyomja át a tüzelőanyagot, a sugárszivattyút a középső rekeszben levő szivattyú nyomása működteti. A szivattyúk itt is egy elszeparálható kis térrészben (*sump*) vannak elhelyezve, hasonlóan a kifogyasztó tartályokhoz. A két „cella” – tehát a középső és hátsó hátulsó rekesz – úszó szintjelző által vezérelt kiegyenlítő szeleppel van összekötve. A szelep egészen addig zárva van, ameddig a hátsó rekesz már majdnem teljesen üres vagy, ha a hátulsó rekesz szivattyúja meghibásodik. A normál kifogyasztási sorrend szerint az összes szivattyú üzemel, tehát mindhárom rekeszből folyamatosan fogy a tüzelőanyag. Mikor a hátsó rekesz alacsony szintje miatt az úszó szelep összenyitja a középső és hátsó tartályokat, akkor a hátsó rekeszekben megmaradó mennyiséggel üríthető ki az első rekeszben maradt mennyiséget. Ez, az első látásra feleslegesnek tűnő túlbonyolított kifogyasztási módszer a súlypontvándorlás minimalizálása miatt szükséges, de egyben a sérülésállóság is megköveteli ezt. A CFT és külső függesztésű póttartályokból való egyidejű kifogyasztás nem lehetséges. Amíg a gép a levegőbe nem emelkedik, a hajtóműindítás után a CFT tartályokból táplálják a belső tartályokat, póttartályoknál már vázolt késleltetett nyomás alá helyezési üzemmód miatt.

A fent leírtak eddig csak arról szóltak, hogy hajtóművek előtti kifogyasztó tartályokig hogyan jut el a tüzelőanyag, de a hajtóművek tüzelőanyag betáplálásáról még nem esett szó. Mindkét hajtómű saját kifogyasztó tartállyal és tüzelőanyag szivattyúval bír (*main boost pump*). Ezek a tartályok a légiutántölthetőség és a betápláló szivattyúk vérszüzeme miatt a keresztbetápláló (szintkiegyenlítő) szeleppel (*interconnecting valve*) vannak összekötve. Mindkét betáp ág saját visszakeringtető ággal rendelkezik. A hajtómű felé betáplált tüzelőanyag olaj-tüzelőanyag radiátor-hűtőkön áramlik át, így hűti a

¹²¹ Pound / square inch – font / négyzethüvelyk, a nyomás angolszász mértékegysége. 1 bar = 14,5 PSI

segédrendszerekben – hidraulikaolaj, AMAD és generátorok kenőolaja – keringetett olajt. (Az előmelegített kerozin javítja a gázturbina hatásfokát.)

Normál üzem alatt a hajtóművek egymástól függetlenül vannak megtáplálva, 1000 font tüzelőanyag mennyiség alatt szűnik meg a párhuzamos működtetés. A bal- és jobboldali fő tüzelőanyag betáp szivattyúk képesek önállóan mindkét hajtómű teljes tüzelőanyag-igényének kielégítésére a repülőgép teljes üzemi (*flight envelope*) tartományában. Abban az esetben, ha az egyik vagy mindkét fő üzemanyag szivattyú, egyik vagy mindkét fő generátor vagy mindkét áramátalakító meghibásodik, a vészhelyzeti tüzelőanyag hajtómű szivattyú (*emergency boost pump*) lép működésbe. Ezen felül a kifogyasztó tartályok összekötő szelepe kinyit, ahogy a hajtóművek tüzelőanyag betáp ágainak keresztápláló szelepe is (*crossfeed valve*). A vészhelyzeti- és a még üzemképes fő betáp szivattyúk így mindkét tartályból mindkét hajtóművet képesek ellátni. Egy fő- és egy tartalék szivattyúval az utánégető üzemmódot kivéve a hajtóművek korlátozás nélkül üzemelhetnek a teljes üzemi tartományban. Bármely két szivattyú meghibásodása esetén mindkét hajtómű tüzelőanyag igénye biztosítható tengerszinttől 30 ezer láb (~9,1 km) magasságig.¹²² Amennyiben az összes betáp szivattyú meghibásodott, akkor csak gravitációsan van megtáplálva a hajtómű által közvetlenül meghajtott nagynyomású szivattyú, ez valószínűleg azonnali hajtóműleálláshoz vezet.¹²³ Amennyiben csak az egyik hajtómű üzemel – pl. sérülés miatt – addig a másik tartály minimális szintjelzéséig nem nyit ki a kiegyenlítő szelep, csak azután fogyasztható ki a maradék tüzelőanyag.

A szabályozható „*bleed air system*” nem csak a póttartályok kifogyasztásához biztosítja a levegőt, de a tartályokban ennek segítségével állítják be a gáztér nyomását, ezáltal védve a tartályokat a túl magas vagy túl alacsony nyomástól.. Az utóbbira példa pl. folyadékszint csökkenésekor jelentkező nyomáscsökkenés, de a külső nyomás változását is ez a rendszer kompenzálja levegő betáplálásával vagy lélegző szelepek nyitásával.¹²⁴ (A túl alacsony szívóoldali nyomás kavitációt is okozhat a szivattyúknak) A CFT egységek a repülőgép haladása által biztosított dinamikus nyomással (torlónyomás) állítják elő folyadékszint feletti szükséges gáztér nyomást. A nyomás alá helyezést a már korábban említett módon kezdeményezi vagy szünteti meg a vezérlőrendszer.

A túltöltés-védelem és üzemanyag vészleeresztés a bal- és jobbszárnyvég kilépőélén túlfolyó / vészleeresztő szelepén (*dump valve*) keresztül lehetséges, az 'A' és 'B' változatokon. A 'C' és 'D' variánsokon a baloldali szárny leeresztő ágát megszüntették. Az összes tartály vészleürítése lehetséges kivéve a bal- és jobb hajtómű kifogyasztó tartályát. Légiutántöltés közbeni túltöltéskor (valószínűleg) a tankergép szivattyúja által okozott túlnyomás nyitja a szelepet, tüzelőanyag vészleeresztéskor a pilóta manuálisan működteti a szelepet. (Ez egyben vizuális visszajelzés a tankeren helyet foglaló operátornak, hogy gép tartályai megteltek.) A vészleürítéshez szükséges a tartályok közötti szállítást biztosító szivattyúk használata, gravitációsan nem, vagy csak nagyon korlátozott mennyiség kiürítése lehetséges a tartályokból.

Az összes belső tüzelőanyag-tartály robbanásvédelemmel van ellátva, nagyon magas porozitású (95-98%) habosított anyaggal (habszivaccsal)¹²⁵ vannak kibéelve az üzemanyag-tartályok. A habosított anyag régen poliuretán származékot jelentett, ma már más anyagokat is használnak erre a célra. A működési elvük azon alapul, hogy megakadályozza az összefüggő lángfront kialakulását találat esetén, a levegő-kerozingőz

¹²² Számomra nem világos, hogy a nagyobb magasságban szükséges kisebb tüzelőanyag igénynél miért nem elégséges egyetlen szivattyú kapacitása.

¹²³ Az üzemeltetési kézikönyv ilyen homályosan fogalmaz. Valószínűleg az aktuális teljesítménytől, repülési helyzettől és tartályszinttől is függ, hogy ez bekövetkezik vagy sem. Valószínűleg az igen korlátozott teljesítményre utal ez.

¹²⁴ A tartályok meglepően kismértékű depressziótól is elveszik alakjukat, ez néhány tucat milibar nagyságú vákuumot jelent, ha nem mértezik feleslegesen túl a tartályokat, hogy kibírjanak nagyobb vákuumot.

¹²⁵ <http://www.foamengineers.co.uk/manufacturing/explosion-suppressant-foam/>

keverék nem képes felrobbanni. A tartályok hasznos térfogatát csak néhány százalékkal csökkenti a bélés, a tömegnövekedés összesen száz kilogramm táján marad. További előnye ennek a védelemnek a semleges gáz rendszerrel ellentétben, hogy teljesen passzív elven működik és folyamatosan rendelkezésre áll.¹²⁶ Egy videó a tesztelésről lenti linken látható.¹²⁷ A CFT és a ledobható póttartályok is rendelkeznek ezzel a robbanásvédelemmel. A kifogyasztó tartályok találat esetén 12,7 mm-es lövedék ürméretig önzáróak, nagyobb kaliber esetén csak részlegesen. A lényeg az, hogy az üzemanyag gyors elfolyása mindenképpen gátolva van.¹²⁸ Az önzáródást a tartályok speciális gumibevonata biztosítja, kerozinnal való érintkezés esetén habosodik, megduzzad az anyag és betömi a rést. Az tüzelőanyag-tartályokon kívül vezetett vezeték szintén rendelkeznek ilyen öntömítő bevonattal. Az üzemanyag-tartályokat összekötő vezetékrendszert úgy tervezték meg, hogy tartályokon keresztül haladjanak, így sérülés esetén az tüzelőanyag egyszerűen a tartályok valamelyikébe szivárog.

A tüzelőanyag-rendszer ismertetése után lássuk számokban, hogy mire is elég a tartályok által befogadható tüzelőanyag mennyisége, ehhez kicsit térjünk vissza a hajtóművek fajlagos paramétereire. Nem elhanyagolható tényező, hogy a fajlagos fogyasztás mekkora üzemanyagkészlettel párosul. A fajlagos fogyasztás értéke önmagában félrevezető lehet, ezért érdemes megnézni azt, hogy mekkora fogyasztást jelentenek fékpadi tolóerő értékkel a táblázatban feltüntetett üzemmódok. Az összehasonlításához első körben számoljunk csak a belső tüzelőanyag mennyiséggel. (790 kg/m³ sűrűséggel számoltam.)

	<i>US gallon</i>	<i>liter</i>	<i>kg</i>	<i>font</i>
F-15A	1760	6 662	5 263	11 602
F-4E	1994	7 547	5 962	13 145
F-106	1440	5 450	4 306	9 493
F-5E	677	2 562	2 024	4 463
F-111F	5043	19 088	15 079	33 244

<i>típus</i>	<i>db x hajtómű</i>	<i>fogyasztás (maximálgáz)</i>	<i>fogyasztás (utánégető)</i>	<i>belső tüzelőanyag</i>	<i>kifogyasztási idő (maximálgáz)</i>	<i>kifogyasztási idő (utánégetővel)</i>
<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[kg/óra]</i>	<i>[kg/óra]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[perc]</i>	<i>[perc]</i>
F-15A	2 x F100-PW-100	9 582	54 046	5 263	33	5,8
F-4E	2 x J79-GE-17	9 066	31 991	5 962	39	11,2
F-106	1 x J75-P-17	6 155	24 449	4 306	42	10,6
F-5E	2 x J85-GE-21	4 044	9 662	2 024	30	12,6
F-111F	2 x TF30-P-100	9 246	56 927	15079	98	15,9

Nyilvánvaló, hogy a fékpadi értékek torzítják a valóságot, a gépek nem valószínű, hogy folyamatosan maximálgáz teljesítménnyel repüljenek. Tehát nem az abszolút értékek fontosak igazán most, hanem az arányok egymáshoz képest. A hajtóművek fogyasztása maximálgáz esetén nem okoz drámaian nagy eltérést a vizsgált gépek esetében, az utánégető teljesítménynél már látszik a különbség. Az F100 fajlagos fogyasztása utánégető teljesítményen azonos a TF30 hajtóművel, és 10-25%-kal haladja meg a többiét. Ennek ellenére a fékpadi értékekkel számolva a többi gépéhez képest kb. feleakkora kifogyasztási időt kapunk. Hiába az alig nagyobb fajlagos fogyasztás, nagy tolóerővel felszerozva bizony a fogyasztás is nagy

¹²⁶ http://www.everyspec.com/MIL-HDBK/MIL-HDBK-0300-0499/MIL_HDBK_336_2_1849/

¹²⁷ <http://www.youtube.com/watch?v=QbG8m-SjmVs&noredirect=1>

¹²⁸ A többi tartály önzáródó képességéről nem egységesen nyilatkoznak a források, de az F-15-ről letölthető melléklet 2. oldalán póttartály nélkül 24,7% protected fuel mennyiség van megadva 1714 gallon maximális kapacitással. Ez 423 gallon, ami gyakorlatilag egyezik a két kifogyasztó tartály térfogatával.

lesz. Az F-111F kiemelkedően hosszú repülési idejét a gigantikus belső üzemanyag kapacitása adja, az F-15 belső tüzelőanyag készletével számolva hasonló időeredményt kapnánk. A gépbe tölthető kerozin tömege – kb. 33'000 font – nagyobb, mint az F-15A üres tömege...

Az F-15 könnyebb, mint az F-4 Phantom II, a hajtómű maximálgáz-tolóereje is magasabb, két hajtómű együttes leadott teljesítményével, fékpadi értékkel számolva is több, mint két tonnával. Ezért az utánégető használatára egy gyengébb ellenféllel szemben lehet, hogy alig van szükség, vagy a minimális utánégető teljesítmény is elégséges lehet, de a tolóerő rendelkezésre áll. Ez némileg árnyalja a képet. Lássuk, hogy mi történik, ha póttartályokat is hordoznak a vizsgált repülőgépek. A póttartályok által biztosított plusz tüzelőanyag mennyisége a lenti táblázatban látható, az azt követő táblázatban a fenti belső tüzelőanyag és a póttartályokban levő mennyiségek összegei találhatóak.

	<i>US gallon</i>	<i>liter</i>	<i>kg</i>	<i>font</i>
<i>F-15A</i>	$600 + 600 + 600 = 1'800$	6 813	5 382	11 866
<i>F-4E</i>	$2 \times 370 + 600 = 1'340$	5 072	4 007	8 833
<i>F-106*</i>	$2 \times 360 = 720$	2 725	2 153	4 746
<i>F-106</i>	$2 \times 230 = 460$	1 718	1 358	2 993
<i>F-5E</i>	$2 \times 125 + 229 = 479$	1 813	1 432	3 158
<i>F-111F**</i>	2×600	4 542	3 588	7 910

*Az F-106 a 230 gallonos póttartállyal a 2 Machot is képes elérni, a 360 gallonos tartályokkal a csúcsebesség kisebb, de még mindig szuperszonikus.

**Az F-111 képes lenne négy póttartályt is hordozni, de ez esetben nem hordozhatna fegyverzetet a szárnyak alatt, a belső fegyverzetet a *Pave Tack* lézeres célmegjelölő rendszer foglalta le. Az F-111 gépek jellemzően nem hordoztak póttartályt, a hatalmas belső tüzelőanyag-kapacitás nemigen tette szükségessé.

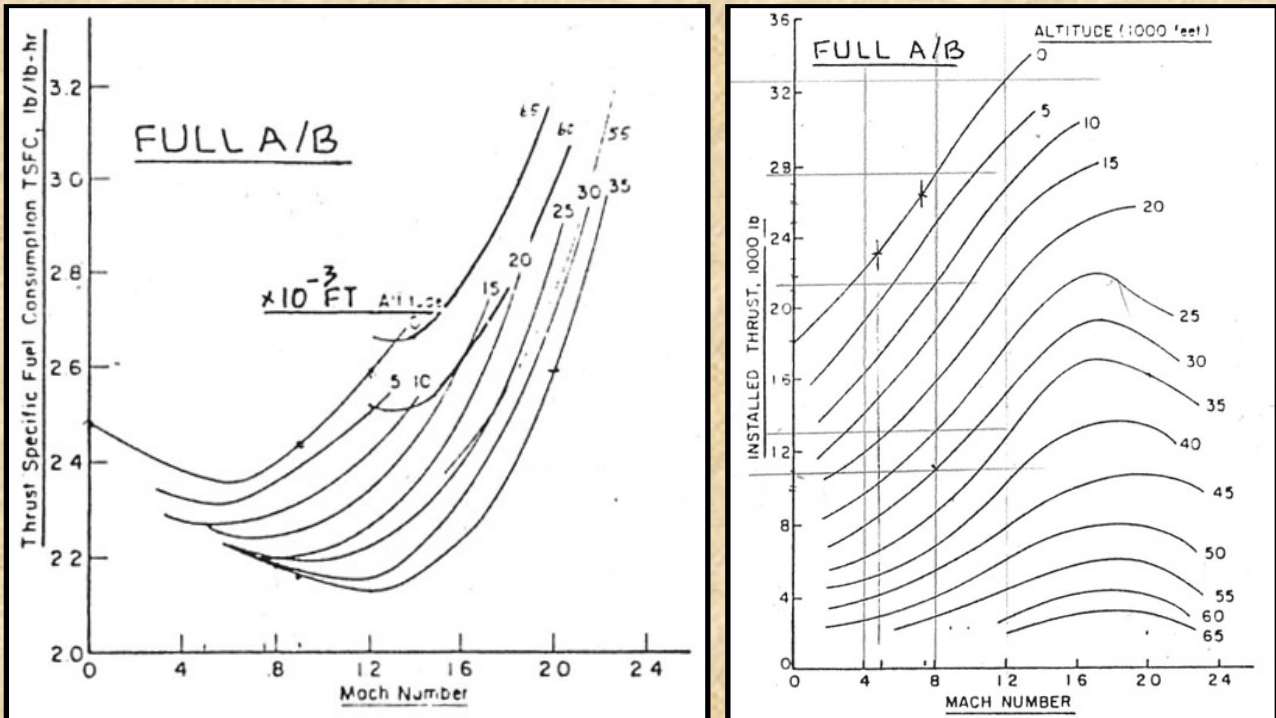
<i>típus</i>	<i>db x hajtómű</i>	<i>fogyasztás (maximálgáz)</i>	<i>fogyasztás (utánégető)</i>	<i>teljes tüzelőanyag kapacitás</i>	<i>kifogyasztási idő (maximálgáz)</i>	<i>kifogyasztási idő (utánégető)</i>
<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[kg/óra]</i>	<i>[kg/óra]</i>	<i>[kg]</i>	<i>[perc]</i>	<i>[perc]</i>
<i>F-15A</i>	$2 \times F100-PW-100$	9 582	54 046	10 645	67	11,8
<i>F-4E</i>	$2 \times J79-GE-17$	9 066	31 991	9 969	66	18,7
<i>F-106</i>	$1 \times J75-P-17$	6 155	24 449	6 459	63	15,9
<i>F-106</i>	$1 \times J75-P-17$	6 155	24 449	5 663	55	13,9
<i>F-5E</i>	$2 \times J85-GE-21$	4 044	9 662	3 457	51	21,5
<i>F-111F</i>	$2 \times TF30-P-100$	9 246	56 927	19 621	127	20,7

Alakul a dolog, a kép némileg változik, de az értékek még mindig nem túl magasak annak ellenére, hogy már a listában felsorolt összes repülőgép esetében számoltunk póttartályokkal. Ezek komoly mennyiséggel megnövelik a tüzelőanyag-kapacitást, bár azt hozzá kell tenni, hogy a gépek légellenállásával ugyanezt teszik. Tehát azonos tolóerő estén a gép sebessége kisebb lesz. (Ha a sebesség kisebb, akkor a progresszív tolóerő karakterisztika estén a tolóerő is csökken, bár jelen vizsgálati pontosság mellett ez elhanyagolható.) Még ezzel számolva sem kapunk olyan eredményt, ami minimálisan köszönőviszonyban lenne a gépek harcászati hatósugarával 800-900 km/h-s utazósebességet feltételezve. Tehát ez faktor még önmagában kevés annak megértéséhez, hogy két fenti kifogyasztási időt mutató táblázatokban látható kifogyási idő értékek miért annyira alacsonyak. Mit hagytunk ki?

Azt, hogy a magasság emelkedésével a fajlagos fogyasztás és a hajtómű maximális tolóereje is csökken, ennek ellenére a gépek maximális sebessége nemhogy csökken, hanem kb. ugyanakkora vagy kismértékben

akár nőhet is. Alacsony magasságon egyetlen F-15 variáns sem képes utánégető nélkül átlépni a hangsebességet, nagy magasságban függesztmények nélkül azonban akár az M1,1-1,15 sebességet is elérhetik. Vagyis a légellenállás nagyobb mértékben csökken a magassággal, mint a hajtómű teljesítménye. Ebből adódik az, hogy a leggazdaságosabb magasság (utazómagasság) 8-12 ezer méter között lehet a géptípustól és a gép által hordozott fegyverektől vagy egyéb függesztményektől függően.

A másik fontos tényező az, hogy a gépek utazósebessége jellemzően maximálgáz teljesítményen alatt van, ezen felül az F-111F kivételével nem kis magasságban operálnak.

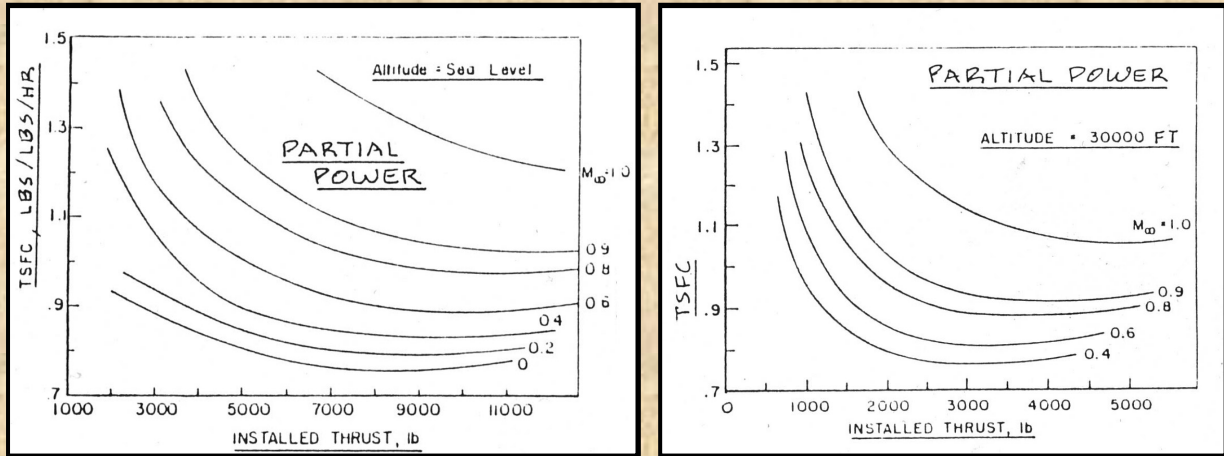


Az F100-PW-100 tolóerő- és fajlagos fogyasztás karakterisztikája magasság és sebesség függvényében utánégető teljesítményen. (Mellékletben is megtalálható, ennek a diagramnak a felhasználásával készült a már fent bemutatott F100-PW-100 és AL-31 tolóerő összehasonlítása.)

Látható, hogy a fajlagos fogyasztás értéke alig változik a manőverező légi harc jellemző sebesség- és magasság tartományában, 0,5-1 Mach és 0-25 ezer láb között. Az fajlagos fogyasztás 2,2-2,4 értékek közé esik. Ellenben a maximális tolóerő jelentősen csökken a magassággal. Tengerszinten M0,8 sebességnél tolóerő kb. 28'000 font (~12,7 t), 30 ezer láb magasságon (~9,1 km) azonos sebességen már csak kb. 13'000 font (~5,9 t). A fajlagos fogyasztás – lényegtelen, hogy milyen mértékegységben van feltüntetve – 2,4-ről csak 2,15 körülire csökken. A fent már alkalmazott összefüggést használva kiviláglik, hogy a tüzelőanyag fogyasztás kb. 40%-a a tengerszinten számoltnak. Látható, hogy a magasság milyen radikálisan befolyásolja a fogyasztást és ezzel együtt a hatótávolságot. Persze a modell nem túl pontos, az utánégető teljesítmény beállítása után a sebesség nőne mindkét említett magasságon, kivéve, ha a gép olyan manővert hajt végre, ami „megeszi ezt a gyorsulást, pl. hosszabb ideig fordul és tartja ezzel ezt a sebességet. A másik igen komoly pontatlanság az, hogy a fenti modellben az utánégető teljesítménnyel becsültük a fogyasztás csökkenését, ami nem feltétlen azonos mértékű a maximálgázon vagy a kisebb teljesítménynél tapasztalhatóval, azonban a jelenség alapvető jellegét jól mutatja.

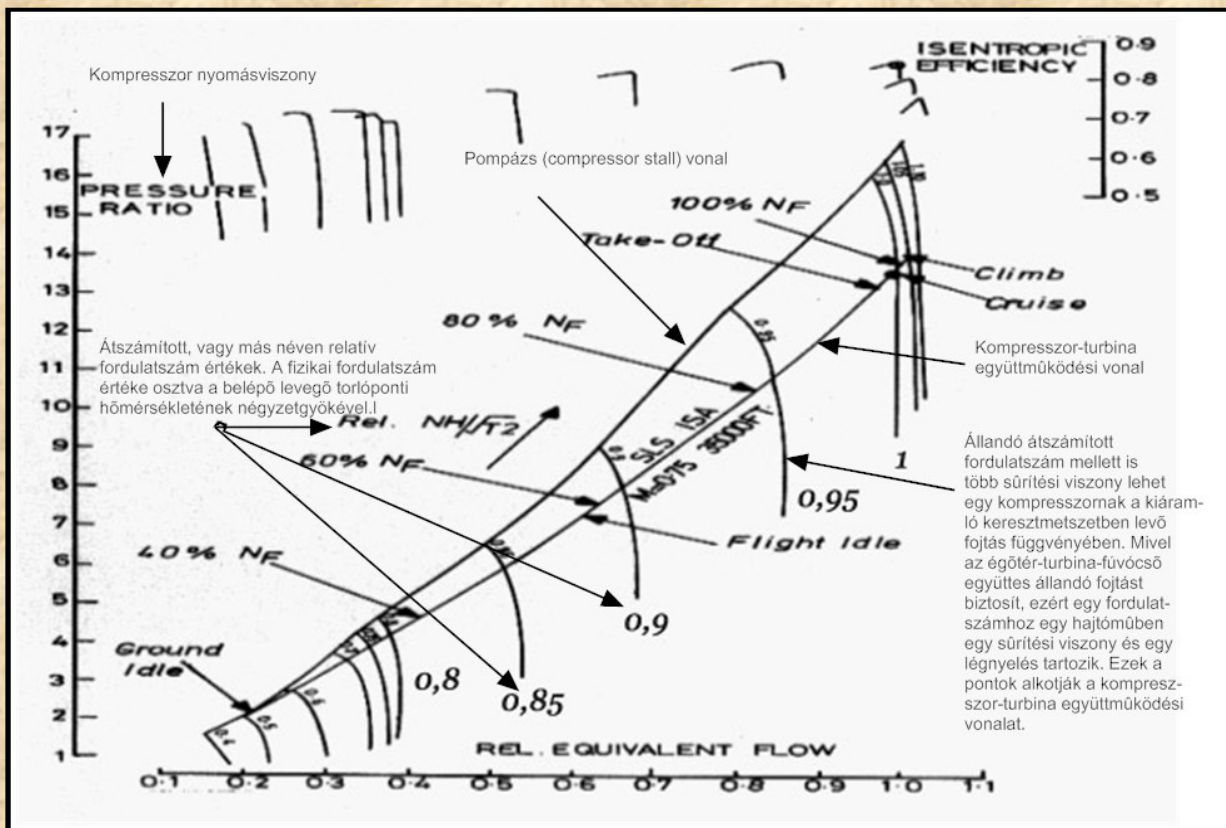
Ha feltesszük, hogy hasonló mértékben (~10%) csökken a fajlagos fogyasztás maximálgáz teljesítményen, ezen felül a tolóerő kb. feleződik, akkor az adódik, hogy nagy magasságban a számolt 67 perces idő 167 percre nő. Tehát az F-15A üzemanyag készlete három póttartállyal nagyjából két és fél órára elegendő repülést tesz lehetővé. Figyelem, feltesszük, hogy folymatosan maximálgázon üzemel a hajtómű,

azonban már így is jóval a fékpadi értéket meghaladó kifogyási időt kapunk. Persze azt sem szabad elfelejteni a becslésnél, hogy először el kell érni az utazómagasságot és visszatérési biztonsági tartalék is van, de a kb. 20 perces tartalék ennek megfelel. Lássunk egy másik modellt, más adatokból kiindulva.



Az F100-PW fajlagos fogyasztása tolóerő, sebesség és magasság függvényében. Baloldalt tengerszinten, jobboldalt 30 ezer láb (~9,1km) magasságban mért adatok láthatóak.

A fenti két ábrán szintén fajlagos fogyasztás görbék vannak ábrázolva, azonban más paraméterek függvényében, mint az előző példában. A magasság állandó, a tolóerő – tehát hajtómű fordulatszám – és a sebesség függvényében vannak ábrázolva a fogyasztási görbék. Tegyük fel, hogy 30'000 láb magasságban a diagramon feltüntetett maximális tolóerő 70%-val (3'500 font) tartható az utazósebesség, amire az M0,8 nem egy túl rossz becslés. Ez esetben a fajlagos fogyasztás értéke körülbelül 0,9. Tehát a teljes fogyasztás óránként két hajtóművel: $2 \cdot 0,9 \cdot 3500 = 6'300$ font. Az F-15A belső kapacitása 11'500 font. Ha ebből levonunk, mondjuk 1'500 fontot az emelkedésre és biztonsági tartalékra, akkor az jön ki, hogy kb. 1,5 órányi repülésre elegendő a belső tüzelőanyag kapacitás, ha nem számolunk intenzív manőverező légi harcral.



Axiál gázturbina levegőátfutása és sűrítési viszonya fordulatszám függvényében.

Az előző oldalon található diagram rávilágít a hajtómű fordulatszáma és a tolóerő közötti összefüggésre. A propulziós gázturbináknak típustól és repülési magasságtól függően 85-92%-os fordulatszámnál van a leggazdaságosabb teljesítménye. A vízszintes tengelyen a relatív levegőátfutás – a flow térfogatáramot jelent – a függőleges tengelyen a sűrítési viszony van feltüntetve. A hajtómű „mag” munkapontja az együttműködési vonalon mozog. Az N_F a ventilátor fokozat százalékos munkapontja, nem meglepő módon ez mindig a „mag” fordulatszáma alatt van.

A tolóerő az időegység alatt hátralökött füstgáz tömege, szorozva a kiáramlás sebességével (statikus körülmények között). Tehát, ha csökken a fordulatszám, akkor a sűrítési viszony és a térfogatáram is csökken, tehát a tolóerő is. A fenti diagramon látható, hogy már 90%-os fordulatszám mellett is a maximális sűrítés kb. 55%-át produkálja a hajtómű és a levegőátfutás csak kb. 70%-a a csúcsértéknek. A tolóerő tehát nagyjából 40%-a maximálgáz üzemmodnak. A diagram a magasság növekedésével csökkenő tolóerőt is megmagyarázza, hiszen hiába állandó a sűrítési viszony és a levegő átfutás a magassággal – ez sem egészen pontos, de első körben jó közelítés – a kisebb beszívott sűrűségű levegő egyben kisebb tömegáramot, következésképp alacsonyabb tolóerőt jelent.

A diagram nem az F100-re vonatkozik, de jellegre valószínűleg helyes, tehát a fenti arányhoz közeli lehet a tolóerő csökkenés a fordulatszám függvényében. Ennyit röviden arról, hogy miért akkora tolóerővel becsültem az utazó teljesítményt. A következő sorok már mélyebb összefüggéseket boncolgatnak, ezeket nyugodtan át lehet ugrani, csak érdekességképpen került be a cikkbe. (Ez a rész Farkas Gábornak köszönhető.)

A kompresszor-turbina együttműködési vonal 0 magasságtól körülbelül az M0,75 35000 láb magasságig és sebességig állandó. (Az SL ISA vonal a tengerszint (sea level) és nemzetközi egyezményes légkör (International Standard Atmosphere) rövidítés.) Ez a vonal és a felette feltüntetett gyökös összefüggéssel számolható ki, hogy a hajtómű valójában milyen fordulatszámon üzemel. A hajtómű aktuális munkapontja az együttműködési vonal mentén mozog le vagy fel. Tegyük fel, hogy a nagynyomású kompresszor a földön, 0 repülési sebességnél 80%-os fordulaton pörög, mert a gázkar állásának megfelelő tüzelőanyag betáplálás ezt teszi lehetővé. (A turbina által 1 kg tömegű égésgázból felszabadított munka egyenlő a kompresszor által 1 kg tömegű levegő sűrítéséhez szükséges munkával.)

A 0-35 ezer láb magasság és 0-0,75 Mach sebesség tartományokon belül a kompresszor-diagram először még állandó marad. Az axiális forgógépek Reynolds-szám változása miatt (kompresszor-turbina) az együttműködési vonal eltolódik a pompázsvonal felé. Még nagyobb magasságon már maga a diagram fordulatszám és pompázs vonalai is elkezdnek torzulni, s egy teljesen más viselkedésű és paraméterű hajtóművünk lesz. A mindennapi életben a kompresszor karakterisztikáit az egyszerűsített mérnöki számításokban állandónak tekinthetjük.

Vadászgépeknél a 20 km feletti magasságokra történő dinamikus ugrás során az együttműködési vonal és a pompázs vonal közel kerül egymáshoz, s gyakran a hajtómű bepompázsol, és leáll. Ezért a csúcsmagassági kísérleteknél 24-25 km közötti magasságokon leállították a hajtóművet, hogy a pompázst kísérő magas gázhőt elkerüljék, ballisztikus pályán emelkedtek, majd a visszatérő pályán ~10 km magasan újra indították a hajtóműveket. (Nagyobb magasságban a ritka levegő miatt nem lehetséges az újraindítás, ez az összes gázturbinára általánosan igaz.)

Az átszámított fordulatszám képlete: $N_{\text{átsz}} = N_{\text{fiz}} * (288/T_{\text{valós}})^{0,5}$, ahol 288 a standard atmoszféra hőmérséklete Kelvin fokban 0 magasságon és 0 sebességen. $T_{\text{valós}}$ a kompresszorba belépő levegő torló ponti hőmérséklete az adott magasságon és sebességen. Esetünkben a földön ez is 288 Kelvin fok. Tehát most a kompresszor $N_{\text{átsz}}=80\%$ -os fordulaton dolgozik, s ennek megfelelően a 80%-os görbe és az együttműködési vonal metszéspontjának megfelelő sűrítési viszonytal rendelkezik, s ennek megfelelő a levegőátfutás. Ez is relatív, más szóval térfogatáram, s a hátralökött levegő tömege függ annak sűrűségétől is.

Tételezzük fel, hogy a tüzelőanyag-automatika azonos gázkar állásokhoz azonos fordulatszámokat tart fenn. (Ugye emlékszünk még arra, amit a 61. oldalon a vezérlésnél írtam?) 35 ezer láb magasságon (~10,5 km) a statikus hőmérséklet (sebesség 0) az ISA alapján $T_{\text{valós}}$ statikus 218,6 K lesz. A kompresszorba azonban nem ilyen hőmérsékletű levegő lép be, hanem a 0,75 Mach sebesség miatt az áramló levegő kinetikus energiája a lapátokba ütközve hőenergiává alakul, ez nevezik torló ponti hőmérsékletnek. A levegő hőmérséklete a torló ponti entalpia összefüggéssel határozható meg. Ez M0,75 sebességnél 243,2 K értéket ad. Ebből $N_{\text{átsz}}=80\%*(288/243,2)^{0,5}$ Ez 87% átszámított fordulatszámnak felel meg. Más szóval a 80%-os fizikai fordulatszám tartása mellett a kompresszor 87%-os fordulaton megfelelő sűrítési viszonytal és levegőátfutásnak megfelelő kondíciókba mászott előre az együttműködési vonal mentén. Hidegebb lett a levegő, javult a termodinamikai folyamat hatásfoka, messzebbre tud a gép elrepülni ugyanannyi tüzelőanyag elfogyasztásával.¹²⁹

Az N_F fordulatszámokat jelző nyilak csak magyarázatként vannak berajzolva, de nem ezen a grafikonon levő értékekre vonatkoznak, hanem a fan forgórész – kisnyomású fokozat – saját karakterisztikájában levő értékeket jelzik akkor, amikor a mag relatív fordulatszáma a nyíl által mutatott értéken van. Itt mindenütt százalékos fordulatszám értékekről beszélünk, s nem fizikai fordulatszámokról. Ezért van az, hogy amikor az ábra szerint a ventilátor az N_F 80%-on működik, akkor az NH relatív valahol 94% körüli.

(Ez sem meglepő, már korábban említettem, hogy a kisnyomású forgórész fordulatszáma mindig alacsonyabb. A diagramon igaz, hogy nem az F100-ra vonatkozólag, de az arány látszik.)

Mivel még nagy magasságban sem szükséges a maximálgáz, ezért becsléssel megállapítható, hogy három póttartállyal az F-15A/B gépek utántöltés nélküli maximális repülési ideje bőven meghaladja a három órát, az F-15C/D változatok az összes póttartállyal + CFT konfigurációban akár 4 órát meghaladó időtartamot is képesek egy felöltéssel repülni.

Hogy mennyire pontosak a fenti becslések ilyen durva leegyszerűsítésekkel? A mellékelt forrásokban levő táblázatok ezt megmutatják, az F-15A-C-összefoglaló-adatok mappában. F-15A esetében az utolsó oldalon vannak erre vonatkozó adatok, az F-15C-nél CFT illetve CFT nélkül a 4. oldalon, a *landing and performance* résznél. Ugyanitt néhány jellemző bevetési profil és fegyverzet konfiguráció adatai is megtalálhatóak.

Az átrepülési időre fegyvertelenül, három póttartállyal az F-15A-nál 3514 gallon tüzelőanyaggal 2'362 tengeri mérföldet¹³⁰ (4'370 km) ad meg a melléklet, amit 502 csomós átlagsebességgel nagyjából 4,7 óra

¹²⁹ Ha jól értem, ez egyben azt is magyarázza, hogy a magasság növekedésével a maximális tolóerő csökken és azonos abszolút tolóerőhöz magasabb valós fordulatszám érték tartozik, de ez mégis kisebb fajlagos fogyasztást jelent önmagában is, ha a repülőgép légellenállásával nem is számolunk.

¹³⁰ Továbbiakban tmf.

alatt gyűr le a Sas. Ezt a forrás azzal a megjegyzéssel adja meg, hogy amennyiben a póttartályok a gépen maradnak, akkor ez a távolság kisebb. Ez az érték az 'A' változatú Sas maximális átrepülési távolsága.

Ha emlékszünk még, akkor követelmény volt a légiutántöltés nélküli transzatlanti áttelepülés. Nos, ez csak igen korlátozottan értelmezhető. A legkeletibb jelenleg is aktív, bár csak a Légi Nemzeti Gárda által használt reptér Bangor-ban van, Maine államban.¹³¹ A legközelebbi reptér Európa felé Keflavik Izlandon, a távolság 3'600 km. Elméletben lerepülhető, de az óceán feletti biztonságos repüléshez a tartalék véleményem szerint túl kevés. Ha valami komoly műszaki probléma adódik, akkor hiába van közel Grönland vagy Labrador félsziget, kitérő (tartalék) reptér ettől függetlenül nemigen van. A Keflavik – Anglia távolság ellenben már kényelmesen lerepülhető lenne ezután. A légiutántöltés nélküli áttelepülés elméletileg lehetséges, ezt gyakorlatban is demonstrálta a Sas. Azt azonban nem tudom, hogy ezt mennyire gyakran adták elő. Véleményem szerint nem túl gyakran, mert nem volt rá szükség egy idő után, már marketing szempontból sem.

Az F-15C gépekre a megadott átrepülési távolság meglepő módon kisebb, mint az F-15A-nál. Nem értem, hogy ez hogyan lehetséges. Talán revidiálták a nézeteiket, hogy ezt hogyan számolják, de más ötletem nemigen van. Itt 3 óra 55 perc (3,93 óra) és 4 óra 20 perces (4,33 óra) repülési időt ad meg attól függően, hogy a póttartályokat le lehet –e oldani vagy sem repülés közben. Az ehhez tartozó távolságok 1'933/2'144 tmf (3'580/3'970 km). Amennyiben a törzshöz simuló tartályokat is felszerelik az idő 4 óra 40 perc (4,69 óra) illetve 5 óra 13 perce (5,22 óra) módosulnak. Az átrepülési távolság 2'294/2'582 tmf (4'250/4'784 km).

Az eltérés mértéke az 'A' és C változatok között megdöbbentően nagy. Az F-15C belső tüzelőanyag kapacitása nagyobb, ellenben a leoldott póttartályokkal megadott repülési idő és távolság is 10%-kal kisebb ugyanazon körülményekkel számolva, mint az 'A' változatnál. A CFT-vel repülő 'C' Sasba 50%-kal több tüzelőanyag tölthető – 5'400 gallon 3'400 ellenében – azonban gyakorlatilag ugyanazt a repülési időt adja meg – igaz póttartályok leoldása nélkül – mint az F-15A-nál póttartályok leoldásával. Ugyanazon feltételekkel számolva – tehát tartály leoldással – csak 10%-kal nagyobb átrepülési távolságot adnak meg. Valami itt nagyon nem kerek. Pedig az összes forrás hivatalos dokumentum, annakidején titkosítottak voltak. Egy biztos, a gépek hatósugara nagyon nagy, de hogy valóban mekkora, az számomra nem megnyugtatóan tisztázott. Az én magánvéleményem az, hogy az F-15A adata talán túlzó, és a 'C' változat adatai meg valamiért „kozmetikázottak”, de meglepő módon lefelé. Miért mondom ezt?

Mert a Sas demonstrációs céllal végrehajtotta illeszkedő póttartályokkal a légiutántöltés nélküli transzatlanti átrepülést, hogy részt vegyen a farnboroughi repülőnapon.¹³² Bár nem említik, hogy honnan történt az átrepülés, de Bangor és Farnborough között a távolság légvonalban 5'000 km, ami nagyobb, mint 4'784 km. (A leszállás után még majdnem 2000 font üzemanyag volt a tartályokban)

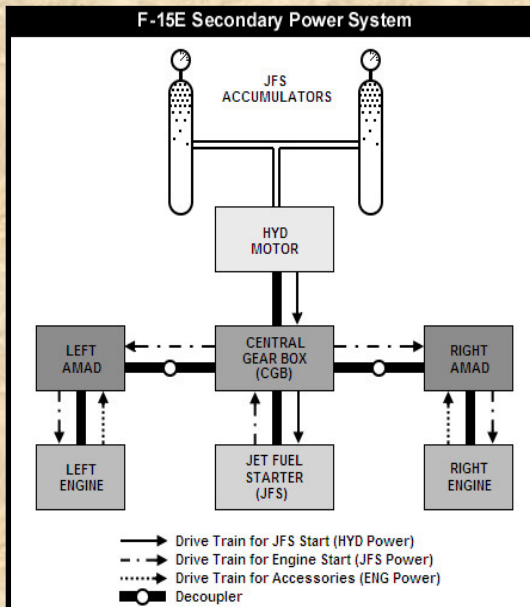
Akárhogyan nézem a lényeg az, hogy egyetlen légiutántöltés – pusztán a számok tükrében – bőségesen elégséges ahhoz, hogy a gépek az USA keleti partjáról Európába áttelepüljenek, még CFT nélkül is. Azonban biztonsági okokból többször szoktak üzemanyagot felvenni a levegőben, hogy a repülés alatt minél magasabb legyen az üzemanyag szint. Vészhelyzet esetén így Keflavik vagy délebbi átkelés esetén az Azori-szigetek elérhetőek még akkor is, ha az éppen következő légitankolás válna lehetetlenné valami baleset vagy műszaki meghibásodás miatt. Pl. eltörik a tankoló cső, nem nyílik ki az utántöltő nyílás fedele, vagy magán a tankergépen gátolja meg valami az áttöltést.

¹³¹ http://images.wikia.com/alhistory/images/e/ee/Air_Force_Facilities_US.jpg

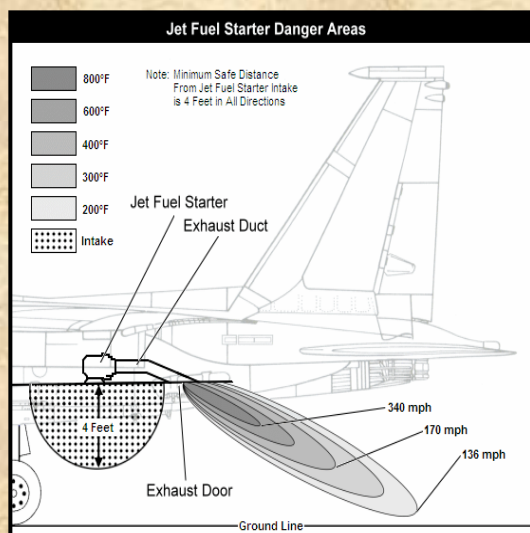
¹³² <http://speeches.empireclub.org/61999/data>

4.2.3. Hidraulika- és elektromos rendszerek, AMAD, CGB

Ahhoz, hogy egy repülőgép a levegőben repülni tudjon, számtalan rendszer együttes működésére van szükség. Ezeknek jellemzően elektromos áramra vagy hidraulika-nyomásra van szükségük, amit a hajtómű segítségével, pontosabban a hajtómű tengelyteljesítményének „megcsapolásával” állítanak elő. A segédrendszerek egy része folyamatosan üzemel – pl. kisfeszültségű elektromos hálózat a műszerek számára – egy részük csak alkalmilag pl. a gép indításakor, harchelyzetben vagy meghibásodáskor, vészhelyzetben vagy sérülés esetén.

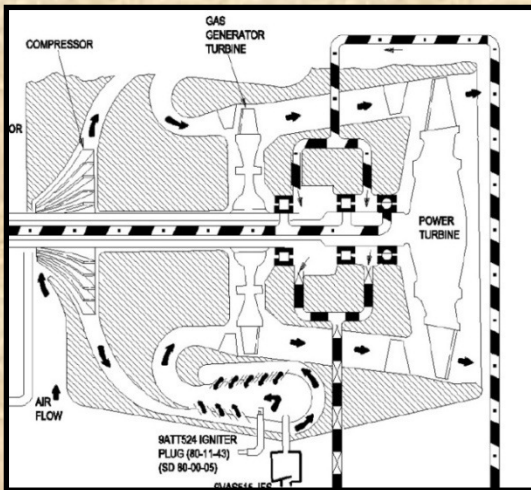


Az F-15 előtt az összes vadászgépen az akkor bevett tervezési szokások szerint minden hajtómű saját segédberendezés-hálzzal rendelkezett. A hajtóművel foglalkozó fejezetben már említve volt, hogy a hajtóművek modulárisak és tetszőlegesen felcserélhetők. Ehhez azonban nem csak a hajtómű fejlettebb felépítése volt szükséges, hanem a Sas újszerű erőátviteli rendszere, amivel a hajtóműindítás és a segédrendszerek üzele is biztosítható. A hajtómű és az egybeépített segédberendezés ház kialakítást felváltotta egy jóval összetettebb ám rugalmasabb erőátviteli rendszer. Ennek egyszerűsített sematikus ábrázolása baloldalt látható. A rendszer lelke a központi meghajtásház (CGB, *central gearbox*) és a hajtóművek által meghajtott hajtóműház (AMAD).



Az indító gázturbina biztonsági zónája, levegő beszívás és forró levegő kilépése

csak egy hajtómű indítása lehetséges a rendszerrel. A hidro-akkumulátorok feltöltése (gáztér összenyomása) kézi pumpával vagy a 'B' hidraulika kör által is lehetséges, ez utóbbi automatikus folyamat.



A JFS szabadturbina egyszerűsített metszetráza.

csatlakozása az. Ez esetben csak feltételezni tudom, hogy a sűrített levegő betáp csatlakozása után a rendszerben szelepekkel lehet a JFS felé terelni a gázáramot, de forrást erre nem találtam.)



A JSF egység, az hajtóműindító kisméretű gázturbina.

a JFS használatával a bal AMAD által meghajtott segédberendezéseket működtetni úgy, hogy a hajtóművet nem forgatja meg a rendszer.¹³³ (limited duty cycle)

A Sas két váltakozó áramot előállító állandó fordulatszámú – ezt hidromechanikus áttétellel érik el – elsődleges generátorral (*integrated drive generator*) rendelkezik. A hajtóművek által meghajtott egy-egy AMAD egység egy-egy 40/50kVA villamos teljesítményű generátort hajt meg. Az elektromos rendszer egyenáramot is előállít, az elektromos rendszer két egyenirányítóval van felszerelve. (Valószínűleg egy-egy mindkét fő generátorhoz tartozó sín.) Az elsődleges generátorok közül egynek a teljesítménye is elégséges az összes elektromos rendszer igényének kielégítésére, kivéve a TEWS¹³⁴ rendszer teljes körű alkalmazását. Az integrált elektronikai zavaró rendszer és külső szárnygerenda alá függeszthető elektronikai zavarókonténer együttes használatához mindkét generátor szükséges. Ez valójában nem egy komoly korlátozás, lásd az avionika és fegyverzet ismertetésénél.

¹³³ A blokk-séma alapján elvileg mintha az is lehetséges lenne, hogy a jobb hajtómű – jobb AMAD – CGB – bal AMAD erőátviteli láncon keresztül az ellentétes oldalon levő hajtómű hajtja meg a másik hajtómű által működtetett segédrendszereket, de erre való konkrét üzemeltetési utasítást nem találtam. Vészhelyzeti megoldásnak azért nehéz elképzelni, mert nem szimmetrikus, a bal hajtómű nem képes erre a jobb AMAD egységgel.

¹³⁴ Tactical Electronic Warfare System – harcászati elektronika hadviselési rendszer

A fentiekén túl az F-15 egy vészhelyzeti egyen- és váltóáramot is előállító generátorral is el van látva. A vészhelyzeti generátor hidraulikus meghajtású – tehát egy hidromotor hajtja – a segédrendszerek hidraulika köréről táplálható meg. Ez a fenti az ábrán nem jelenik meg, a hidraulika rendszer sematikus ábráján van feltüntetve, ez a mellékletek között, de a cikkben beillesztve is megtalálható. A gép külső elektromos betáp csatlakozója az orrfutó mellett van. (Lásd a 47. oldalon.)¹³⁵

Az F-15 nem rendelkezik vészhelyzetben kibocsátható szélturbinával,¹³⁶ hajtóműleállás estén – hacsak nem ékelődött be bármelyik hajtómű – megfelelő állásszöggel (siklószöggel) repülve a hajtóművet a ventilátor fokozatokon és kompresszorlapátokon átáramló levegő 10-12%-os fordulatszámra pörgeti fel, ami elégséges teljesítményt biztosít a vészhelyzeti villamos energia biztosításához, a műszerek működtetéséhez. A repülőgép minimális kormányozhatóságát a korlátozott teljesítményen, de mégiscsak üzemelő hidraulika rendszer továbbra is biztosítja. Gyors fordulókról szó nincs ilyenkor, a gép vezethető marad, de semmi több.

Ami még említésre méltó az indítási folyamatban a teljesítmények lépcsőzetessége. A hatótávolság számításánál (78. oldal) megtalálható egy kétáramú axiális gázturbina általános jelleggörbéje. Alapjáraton (ground idle) – ez az ábrán 50% – a maximálgáz teljesítményhez tartozó levegőátfutás és sűrítési viszony értékek alig tizedét produkálja a hajtómű. A tolóerő nagyságával kapcsolatban levő két fő jellemző érték – a harmadik a turbina előtti hőmérséklet – ilyen szintű csökkenése esetén jól érezhető, hogy a hajtómű fogyasztása és a teljesítménye legalább nagyságrendileg eltér, de talán még a két nagyságrendet is eléri a különbség.

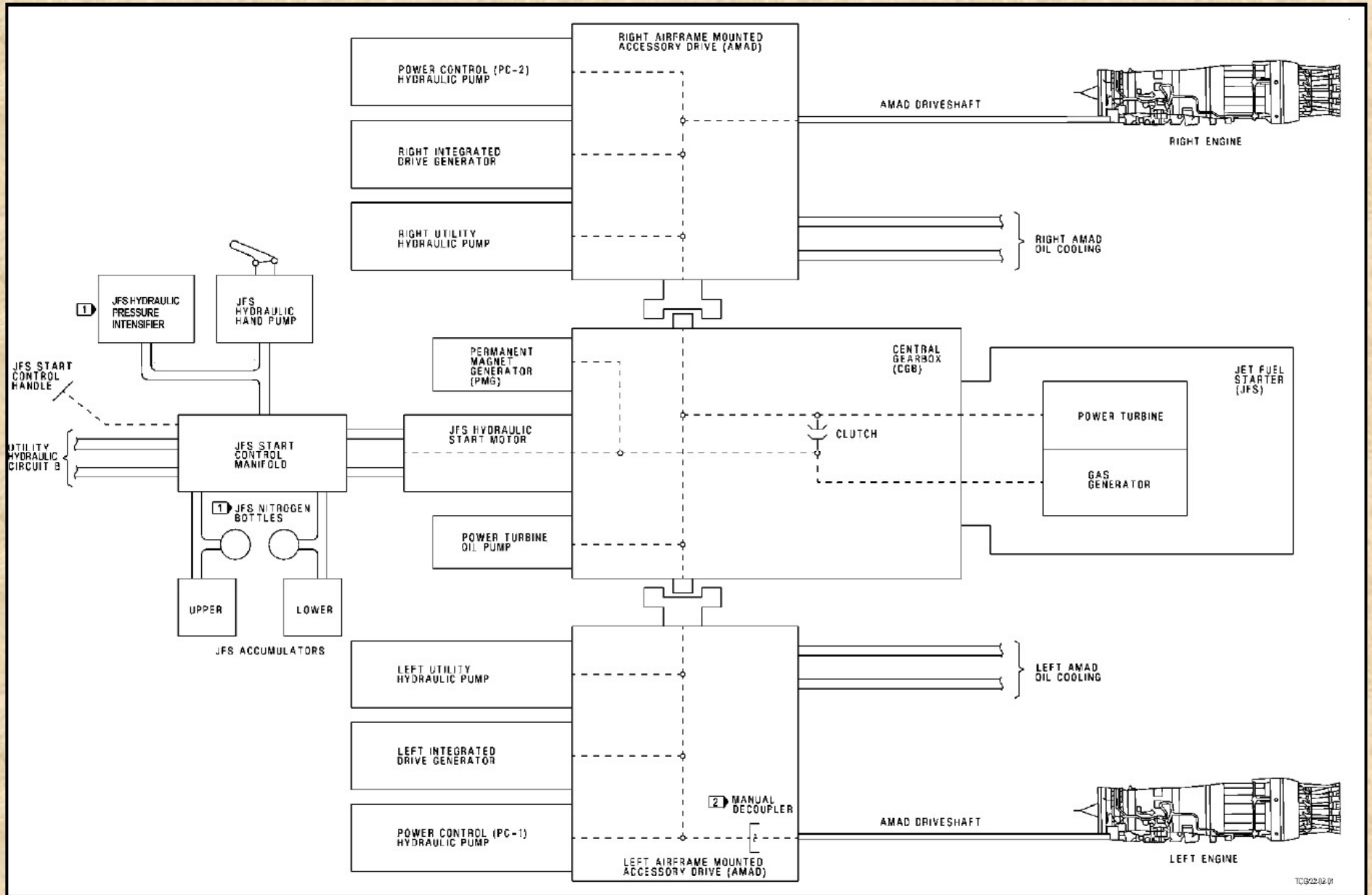
Ezért lehetséges az, hogy kis méretéből adódóan kis tehetetlenséggel bíró JFS turbinát a hidroakkumulátorok által biztosított energiával ~50%-os fordulattig fel lehet tornászni. Az AMAD melléklet 18. oldalán (1-10 oldal a lap sarkán) levő a diagramon látható, hogy a JFS felpörgetése 50%-os fordulatszámig körülbelül 5 másodperc alatt megtörténik. 50%-os fordulatszámra már tüzelőanyag betáplálással eléri a 100%-os fordulatszámot a JFS. Csak nagyon rövid ideig kell a szükséges teljesítményt a felpörgetéshez biztosítani, ami ráadásul sokkal kisebb, mint az indító hajtómű maximális teljesítménye. A JFS mérete alapvetően utal a két egység közötti teljesítmény különbségre.

Ezen elv szerint történik a JFS 100%-os teljesítményének méretezése. A 24. oldali diagram (1-16 oldal) a hajtómű indítás során a JFS és a hajtóművek két turbinafokozatának fordulatszáma látható. A JFS maximális fordulatszámához tartozik a főhajtóművek 50%-os fordulatszáma. Innen tüzelőanyag betáplálással a hajtóművek már képesek stabil üzemet fenntartani és alapjáraton fordulatszámra (70%) felpörögni. Ugyanez az arányosság a valószínű magyarázata annak, hogy nincs RAT a Sason. A hajtómű ~10%-os fordulatszáma is még elegendő teljesítményt szolgáltat ahhoz, hogy a műszerek elektromos ellátása biztosított legyen és a hidraulika rendszer is „elkaristol”. Úgy, ahogy... A minimális szükséglet kielégíti, de semmi több. A gép korlátozottan, de kormányozható marad.

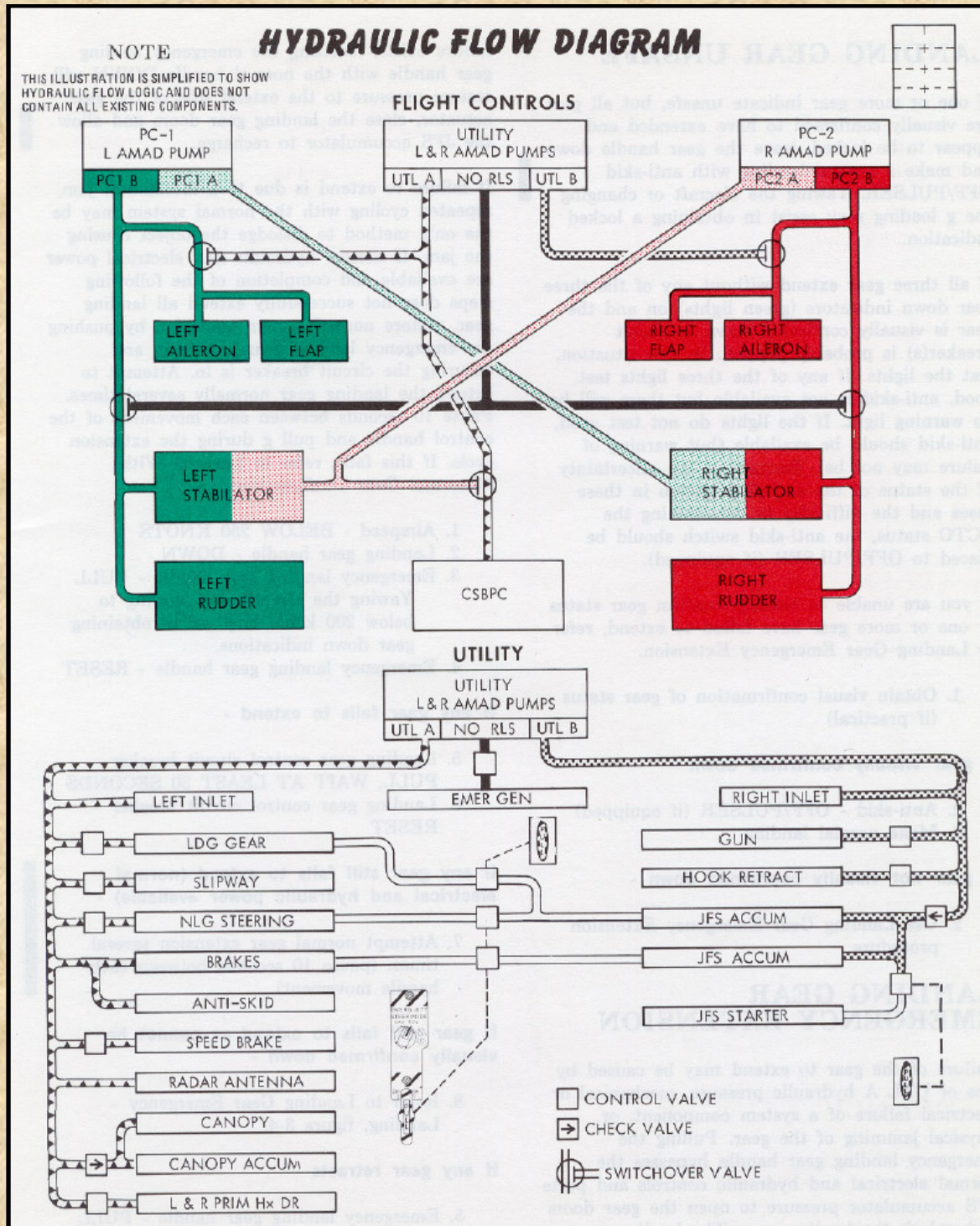
¹³⁵ <http://www.youtube.com/watch?v=O--zFB4x3bY>

Ezen a földi teszten látható az orrfutónál az elektromos csatlakozó és hátrébb a hidraulikus betáp.

¹³⁶ RAT – ram-air turbine, szélturбина / szélkerék



A Sas négy darab hidraulikaszivattúval van ellátva. Egy-egy darab szivattyú – PC-1 és PC-2 – a Sas kormányserveit működtető rendszerre dolgozik, ezek a bal- és jobboldali AMAD egységek által hajtottak. Egy-egy darab szivattyú egy közös tartályból van ellátva, ezek az 'utility A' és 'utility B' szivattyúk. A PC-1 és PC-2 szivattyú üzemi nyomása 3'000 PSI (~205 bar), a bal segédrendszer szivattyú szintén 3'000 PSI nyomáson, a jobboldali 2'775 PSI (~190 bar) nyomáson üzemel.



A hidraulika rendszer sematikus ábrája. Csak az előremenő ágak vannak ábrázolva, az olajtartályokba visszatérő ágak nincsenek feltüntetve. (Mellékletek között egy eltérő struktúrájú ábra is letölthető.)

A Sas hidraulika rendszerében automatikus szakaszoló szerelvények vannak beépítve, sérülés esetén ezek lezárnak egyes megtáplálási útvonalakat, hogy sérülés esetén az adott szivattyúhoz tartozó tartályból nem folyjon el az összes olaj.

A PC-1 és PC-2 szivattyúk által megtáplált hidraulika körök – valószínűleg az előremenő és visszatérő ágak is – kettőztek, ezek az 'A' és 'B' körök. A két *utility* szivattyú közül az 'A' jelű csak az 'UTL A' kört, a 'B' jelű csak a „UTL B” kört, a NO RLS¹³⁷ kört mindkét szivattyú megtáplálhatja.

A PC-1 és PC-2 szivattyúkhöz tartozó 'A' és 'B' körök tartályaiban szintcsökkenés esetén a rendszer érzékeli, ha folyadékvesztés van, tehát a rendszer valahol megsérült és szivárog. Ekkora vezérlés lezárja az 'A' kört. Amennyiben a szintcsökkenés folytatódik, akkor az 'A' kör keringését visszaállítja, majd a 'B' kört zárja le.

Látható, hogy ha mind az 'A', mind a 'B' kör sérült, akkor a rendszer lezárna a kormányvezérlést biztosító hidraulikaolaj megtáplálást. Ez azonnali elvesztését jelentené a kormányzerveknek, ezért a *utility* körökről szintmérés nélküli hidraulika körön (NO RLS) keresztül megtáplálhatóak a kormányzervek vezérlő munkahengerei. A baloldali kormányzereket a '*utility A*', a jobboldali kormányzereket a '*utility B*' körről. Még abban az esetben is kormányozható marad a repülőgép, ha az azonos oldali főrendszer és a tartaléka is kiesik. Ez a PC-1+'*utility A*' és a PC-2+'*utility B*' kombinációt jelenti. Az ellentétes oldali PC kör szivattyúja keresztbetáplálással az ellenoldali stabilizátort képes kiszolgálni, azok ellentétes kitérítésével a repülőgép orszózó mozgása továbbra is vezérelhető. Ebben az üzemmódban a bólintó és orszózó mozgás is csak kisebb sebességgel lehetséges, erre a pilótafülkében vészjelzés is figyelmeztet, ezen felül hangsebesség feletti repülés tiltott ebben az esetben. Még, ha a NO RLS a kör is megsérülne az összes többi mellett, akkor is legalább valamennyi ideig kormányozható marad a gép.

A hidraulika rendszer működtetése meghibásodás esetén teljesen automatikus, egyetlen állapotot kivéve. Ha az 'UTL A' kör sérül meg, akkor számtalan, a levegőben maradáshoz és leszálláshoz nem szükséges alrendszer válik üzemképtelenné. Ilyen például a radarantennát mozgató munkahengerek, törzsféklap és a szívócsatorna terelőelemeinek vezérlése.¹³⁸ A felsoroltakon túl van néhány létfontosságú funkció, ilyen például a futómű nyitás, főfutók fékezése és az orrkerék kormányzás. Az előbbiek számára nincs tartalék, az utóbbiak számára igen, de ezek használata már manuálisan történik. A futóművek kiengedése és a vészfékezés a kabinban elhelyezett kezelőszervekkel lehetséges. A tartalék tápforrás a '*utility B*' kör vagy annak üzemképtelensége esetén a kör által, a hajtómű indítási folyamat után újra feltöltött hidro-akkumulátorai a JFS-nek.

A hidraulika rendszerben levő többszörös tartalék lehetővé teszi, hogy több üzemképtelen rendszerrel és akár álló hajtóművel is vezethető maradjon az F-15. Lehet, hogy a gép harc képtelen, de ez kisebb probléma, működő kormányvezérlés nélkül viszont vége a dalnak, mármint a repülésnek. A pilótának nincs más választása, mint a katapultálás, adott esetben akár ellenséges terület felett. Amíg kormányvezérlés van, a sérült gép legrosszabb esetben legalább megpróbálhat eltávolodni a „akciótól”, így katapultálás után a pilóta kimentésére nagyobb esély van, szerencsésebb esetben baráti / semleges légtér is elérhető.

¹³⁷ *Non Reservoir Level Sensing – tartály szintmérés nélkül rendszer*

¹³⁸ *Számomra nagyon meglepő ez a tervezési elv. A kormányvezérlő rendszer tartálya, szivattyúja is többszörös tartalékkal bír. A blokk-séma alapján nekem úgy tűnik, hogy a bármelyik utility szivattyú képes megtáplálni az UTL A vagy UTL B köröket, de a UTL A kör kiesése esetén a gép harcértéke gyakorlatilag nullára zuhan. A szívócsatorna vezérlés megszűnik – ennek egészen biztosan nagyon komoly kihatása van a gép repülési teljesítményére, talán hajtóműleállást is okozhat – tehát manőverező légi harc valószínűleg lehetetlen. A radar nem képes pásztázni, BVR légi harc kizárt.*

4.3. Fegyverzet, elektronikai- és önvédelmi rendszerek

4.3.1. Légiharc fegyverzet

4.3.1.1. Általános ismertetés



AIM-7 felfüggesztése a Sason, a rakéta vezérsíkjai a törzshöz simulnak.
(F-4K). A gépágyú maximális javadalmazása 940 lövedék.

Mennyiségileg a légiharc rakéták tekintetében az F-15A/B az előd színvonalát hozta, ez négy darab kis hatótávolságú infravörös- AIM-9 Sidewinder, és négy darab félaktív radarvezérlésű AIM-7 Sparrow rakétát jelentett. A gépágyús F-4E Phantom II variánst leszámítva a beépített M61 Vulcan gépágyú előrelépést jelentett az előző generációs vadászhoz képest. A régebbi, gépágyú nélküli F-4 változatok gépágyú-konténerekre voltak szorulva – ha igényt tartottak erre a közelharc fegyverre – ami a teljesítményüket jócskán lerontotta. A Haditengerészet még a vietnámi háború után sem alkalmazott beépített gépágyúval rendelkező F-4 Phantom II változatot (F-4N, F-4S), ahogy a Royal Navy sem.



Egy Sas teljes légiharc fegyverzettel, póttartályt csak a törzs alatt függesztési ponton hordoz.

A légiharc rakéták elrendezése szinte teljesen megegyezik a Phantoméval. Az F-4 Phantom II a hasa alatt, félig a törzsbe süllyesztve hordozhatta a négy darab Sparrow, és a belső szárnygerendák két oldalán levő síneken a két-két darab Sidewinder légiharc rakétát. Az F-15A/B-nél négy darab AIM-7 a dobozszerű törzs lekerekített sarkán kialakított rögzítési pontokra szerelhető fel. A négy darab AIM-9 a szárnygerendák két oldalán levő sínekről indítható, a póttartályok felett, ahogy ez az F-4 Phantom vadászokon már bevált. Három póttartály mellett mennyiségileg a két vadászgép ugyanakkora mennyiségű légiharc fegyverzetet hordozhatott.



Egy kétüléses Szu-27 vagy Szu-30 teljes légiharc fegyverzettel.
hordozhat. Hasonlóan az F-15-höz négy darab kis hatótávolságú infravörös vezérlésű (R-73) és négy darab látótávolságon túli célok elleni rakétát (R-27), legalábbis ez a legésszerűbb konfiguráció.

Érdeemes összevetni a Szu-27-tel a hordozható rakéta-fegyverzet elhelyezését és mennyiségét is. Az szovjet vadász maximálisan 10 darab légiharc rakétát hordozhat, tehát kettővel többet, mint az F-15. Ez jellemzően 4xR-73 + 6xR-27 vagy 6xR-73 + 4xR-27 kombinációban lehetséges. Azonban a Szu-27 nem rendelkezik integrált elektronikai zavaró rendszerrel. Amennyiben biztosítani kívánják az aktív elektronikai védelmi képességet – függetlenül annak minőségétől – akkor a szárnyvégekre szerelt konténerek használata szükséges. Ebben az esetben a szárnyak végére nem tehető fel rakéta. Ilyen konfigurációban a Flanker és az Eagle azonos mennyiségű légiharc rakétát

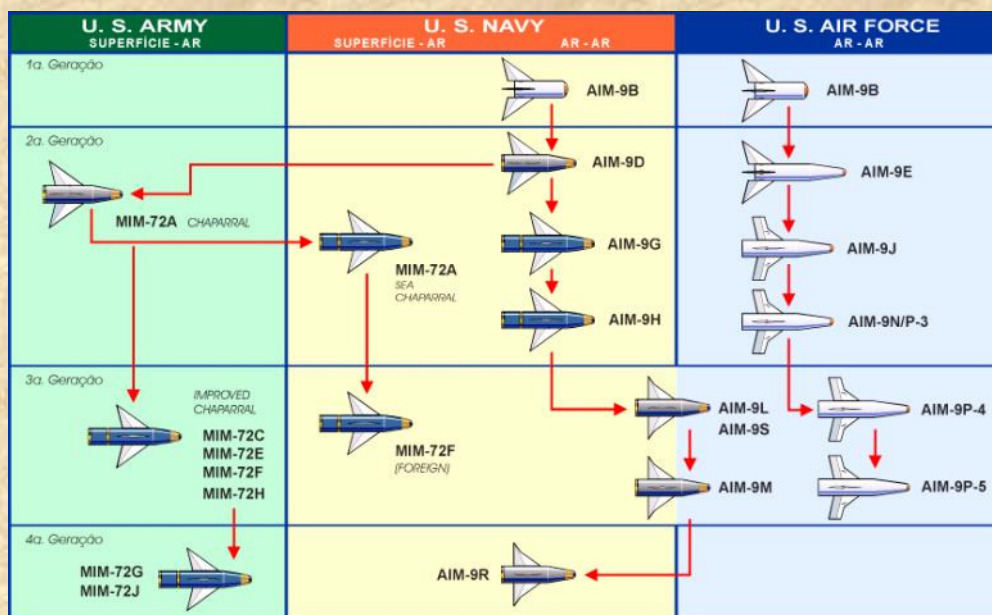
Az F-15 esetében a Sparrow rakéták a törzs alatt két sorban vannak elhelyezve, ezen felül nem szükséges olyan indító sínek és gerendák használata, mint a Szu-27-nél. Ez valószínűleg kisebb légellenállást jelent a

Szu-27-tel összevetve. A Flanker a fent említett mennyiségek esetén a négy darab R-27-est „három sorban” hordozza. A Szu-27 szívócsatornáinak között hordozhat a négyből két darab R-27R rakétát egymás mögött, azonban ennek a megoldásnak vélhetőleg hátrányai vannak. A MiG-29-en a törzs alatti póttartály a pilóták tapasztalati szerint kedvezőtlenül befolyásolja a repülőgép iránystabilitását. Lehetséges, hogy a Szu-27 esetében is így van – a két gép aerodinamikai alapkoncepciója azonos – bár erre bizonyítékot nemigen találtam. Azonban meglepően kevés fotó található olyan Szu-27 – vagy későbbi leszármazottjairól, a Szu-30/33/35 gépekről – ahol a törzs alatti függesztő pontokon bármiféle fegyverzet lenne. Még azokon a fotókon sem, ahol a Szu-27 vagy Szu-30 demonstrációs céllal „rendesen megpakolva” repül, jellemzően nincs hajtóművek közötti függesztési pontokon semmi. Éles helyzetben valószínűleg az itt hordozott rakétákat indítják elsőnek, különösen, hogy a nagyobb indítási távolsággal bíró R-27ER és ET változatok csak ezen, és a szívócsatorna alatti függesztési helyeken hordozhatóak.

4.3.1.2. Kis hatótávolságú légi harc fegyverzet

Az F-15 közeli-légi harc rakéta fegyverzetét – miután elvetették a radikálisan új, kis hatótávolságú infravörös AIM-95 légi harc rakéta rendszerbeállítását – AIM-9 Sidewinder rakéták alkották a beépített gépágyúval egyetemben. Bár régebbi változatot is képes alkalmazni – az üzemeltetési kézikönyvben AIM-9E-re vonatkozó adatok is szerepelnek – a gép rendszerbe állításának pillanatában az USAF színeiben ez az 'L' változatot jelentette

A Sas lényegében az összes '70-es évek óta, az USAF által használt Sidewinder variáns használatára képes, beleértve pl. az F-111-en alkalmazott 'P' szériát is. Ennek két oka van. Az egyik szempont a takarékoság, a másik, hogy az exportált gépek számára nem feltétlen tervezték biztosítani a legkorszerűbb változatot, hanem csak a fél-egy generációval korábbiakat. A 'P' változathoz iszonytató mennyiséget, kb. 20 ezer darabot gyártottak le vagy építették át régebbi változatokból. Képességek terén a legutolsó alváltozatait leszámítva, nem mérhető az 'L' szériához, azonban éleslövészetre és kiképzési célokra tökéletesen megfelelt a Légierőnek. Az ezres nagyságrendben szolgáló F-15 és F-16 gépekre megérte integrálni ezt a variánst is annak ellenére, hogy nem „elsővonalas” légi harc rakéta volt.



Az Sidewinder légi harc rakéta evolúciója.
(A legújabb változat, az AIM-9X nem szerepel rajta.)

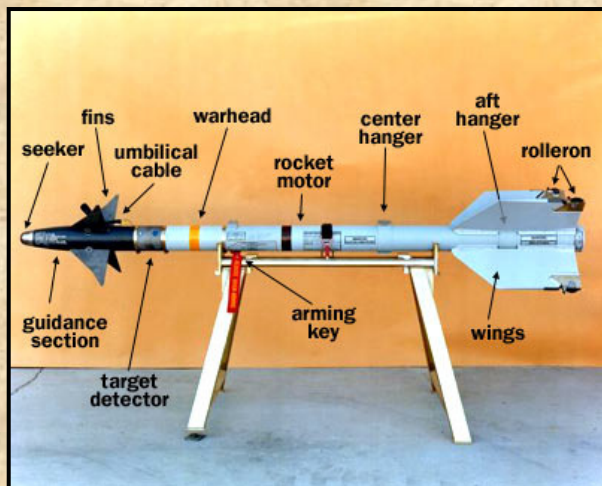
A haditengerészet számára kifejlesztett AIM-9H változat bizonyult a leginkább ígéretesnek, ezért 1971-ben az USAF és az US NAVY vezetői közösen – ritka pillanat, hogy sikerült valamiben egyetérteni – úgy

döntöttek, hogy erre a változatra alapozva rendelik meg a következő generációs Sidewinder rakétát. A következő fő elvárásokat támasztották az újgenerációs rakétával szemben:

- magasabb harcérték, jobb találati és megsemmisítési arány
- műszaki megbízhatóság javítása
- szemből indíthatóság, a rakéta a célpont mellső légteréből is indítható legyen, (all aspect capability)
- földhátterben repülő cél esetén is alkalmazható legyen¹³⁹
- az indítás 7G túlterhelésű fordulóban is lehetséges legyen
- jobb manőverező képesség, (maximális G érték növelése)
- hosszabb hajtómű üzemidő, nagyobb kinematikai hatótávolság
- gyengébben füstölő hajtómű, megnehezítve az indítás észlelését

Ezeket a célokat – mint később kiderült – a kor színvonalán sikerült is megvalósítani. Az AIM-9L a maga idejében – '70-es évek közepe – valószínűleg a No.1 kis hatótávolságú infravörös légiharcrakéta volt a világon, a legújabb generációt képviselte. A fejlesztés során az AIM-9H önirányító rendszerét vették alapul, de a hetvenes évek új technológiáinak felhasználásával, megnövelt érzékenységgel, hatékonyabb mélyhűtő rendszerrel, élvezve a félvezető technológia minden előnyét, ami az azt megelőző rakéták számára még nem volt adott. A rakéta rendszeresítése gyakorlatilag az F-15-tel párhuzamosan zajlott.¹⁴⁰

A rakéta főbb méretei és külső kialakítása szinte változatlan maradt, az egyetlen feltűnő különbség, hogy az elöl elhelyezett kormányfelületek méretét megnövelték, ekkortól lett megszokott látvány a kettős nyilazási szögű kormánylapokkal rendelkező „Csörgőkígyó” az amerikai és később más nemzetek vadászgépein is. A külső méretek változatlanok maradtak, az rakétatest átmérője 127 mm, hossza 2'850 mm, a szárnyak fesztávolsága 635 mm, tömege 186,2 font (84,5 kg) volt. A rakéta egyszerűbb tárolásához a vezérsíkok és szárnyak leszerelhetők. A rakéta négy szekcióból áll, ezeket egy-egy csavarral rögzített acélbilincsek tartják össze.

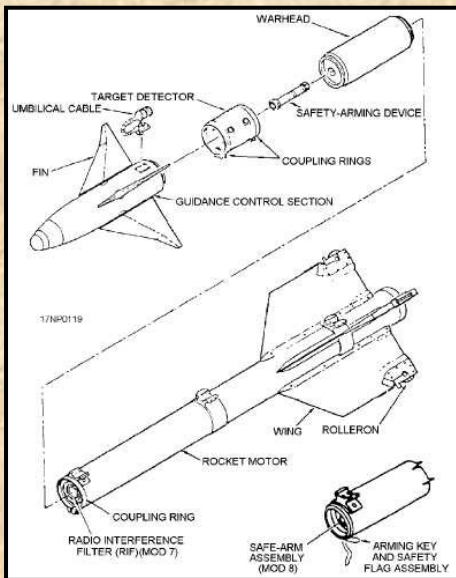


seeker	infravörös keresőfej
guidance section	vezérlő egység
fins	kormányfelületek
umbilical cable	tápvezeték ¹⁴¹
target detector	közelségi gyűjtő
warhead	harci rész
arming key	élesítő kar
rocket motor	rakétahajtómű
center hanger	középső függesztő
aft hanger	hátsó függesztő
wings	szárnyak
rolleron	stabilizáló pörgettyű

¹³⁹ A földhátter nem csak a radarvezérlésű rakéták számára jelent problémát. A nem egyenletesen felmelegedett tereptárgyak, felszín, és az atmoszférikus határreteg szennyezői mind problémát jelentenek az infravörös szenzornak és csökkentik a hatékonyságát.

¹⁴⁰ <http://www.superfighter.hu/Article/AzAIM9LSidewinderlqiharcrakta/index.html>

¹⁴¹ Az elektromos kábellevegben elhelyezett vékony csövön keresztül kapja a Haditengerészeti változat a mélyhűtést az infravörös célkereső lehűtéséhez. Valószínűleg az itt vezetett kábelen keresztül adja a fedélzeti rendszer a parancs jeleket indítás előtt a rakétának.



Az AIM-9L/M szétszerelhető szekciói.

Éles bevetéseken bizonyította, hogy ez volt az első olyan változat, ami műszakilag megbízható volt, ezen felül olyan képességekkel bírt, ami passzív zavarvédelemmel nem rendelkező gépek számára határozottan magasabb szintű fenyegetést jelentett, mint a korábbi generáció. Kijelenthető, hogy ez volt az első olyan változata a Sidewinder családnak, ami manőverező, földhátterben repülő célok ellen is a siker valódi reményével volt indítható. Rossz időjárás estén is használható maradt, ezt Falklandon az angol pilóták és argentin ellenfeleik megtapasztalhatták az ottani, nem túl fényes téli időjárási viszonyok között. Manőverező célokat a saját kinematikai korlátain belül stabilan képes volt lekövetni. A zavarvédelme a kor szintjén szintén csúcskategóriás volt és folyamatosan fejlesztették képességeit, egyre újabb és újabb kisebb-nagyobb módosításokkal látták el a WGU-4 vezérlőrendszert.¹⁴²

Már az 'L' változat is a korábbi változatoknál gyengébben füstölő Hercules/Bermite Mk 36 hajtóművet kapta, ami megnehezítette észlelésüket az ellenfél számára. A szilárd tüzelőanyagú hajtómű működési ideje kb. a kétszeresére nőtt a korábbi változatokhoz képest – 5 másodpercre – úgy, hogy a tolóerő szinte azonos maradt, tehát a kinematikai hatótávolsága jóval meghaladta az elődökét. Ez nem csak nagyobb indítási távolságot takar, de a nagyobb sebesség egyben nagyobb aerodinamikai erőt jelent a vezérsíkokon, tehát a manőverező képességet is javítja, azon felül az erősen manőverező célpontok ellen a rakéta nagyobb mozgási energia-tartalékkal rendelkezett. A legutolsó 'M' változatok ennek a hajtóműnek továbbfejlesztett, MOD 9 változatát kapták már meg. (A legutolsó MOD 13 változatot csak Haditengerészet által használt Super Hornet gépek számára átépített AIM-9M-10 változaton használják.) Ez a hajtómű még kevésbé füstölt, azonban indítási távolságból gyakorlatilag teljesen füstmentes hajtóművet csak az AIM-9X rakétákkal értek el a 2000-es évek legelején. (Az indító gép pilótája nagyon halvány füstöt azért lát 100 méteren belül.)

Az 'M' széria Sivatagi Vihar alatt nyújtott teljesítménye alapján az 'L' változatok zavarvédelme (IRCCM)¹⁴³ sejtetően elégtelen lett volna komolyabb mennyiségben (~tucatnyi) infracsapdát alkalmazó, manőverező célpontok ellen. Az 'M' (Mike) változat 1982-től kezdve jelent meg az USAF gépein és szélesebben elterjedt minden a Légierő és a Haditengerészet által használt vadászgépen, a 4. generációs szovjet vadászgépek várható tömeges elterjedése miatt. Az 'M' alapvetően egy továbbfejlesztett 'L' változat volt érzékenyebb és zavarvédettebb infravörös keresővel. Mindkét rakéta közös jellemzője volt, hogy viszonylag korlátozott az indítási zónájuk. A gép hossz tengelyéhez képest $\pm 27,5$ fokos szögben voltak képesek a célok befogására és ± 40 fokig a célkövetésre.¹⁴⁴

A legutolsó AIM-9M variánsokat '90-es évek közepén fejlesztették ki, az AIM-9M-8 Haditengerészet és AIM-9M-9-et a Légierő számára. Létezik az AIM-9M-10 változat, de ez csak kis mennyiségben gyártották, pontosabb építették át a meglévő készletekből, de az AIM-9M-8 és M-9 variánsok is így készültek, hasonlóan a magyar 'L' változatú Csörgőkígyókhoz. A Sivatagi Vihar alatt speciálisan az ottani körülményekhez kissé módosított AIM-9M6 variánst használta az USAF és AIM-9M7-et a Haditengerészet,

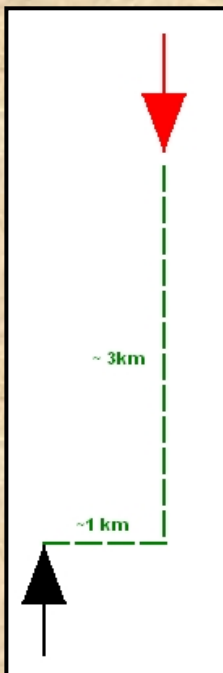
¹⁴² CGS – control guidance section

¹⁴³ infrared counter countermeasures

¹⁴⁴ Reálisan nézve az indítási zónát nem terjeszteném ki ± 40 fokig, az éles bevetések leírása és a pilóták beszámolója szerint soha nem indították ekkora szögeltéréssel.

Sidewinder rakétákkal tizenhárom légygőzelmeket értek el.¹⁴⁵ A forrás azonban pontatlan, mert az indítások számát összekeveri a raktárkészletből hiányzó mennyiséggel. Többször is indítottak véletlenül rakétát, véletlen vézleoldás is előfordult, ezen felül a lelőtt vagy balesetben elvesztett gépeken is odaveszett számottevő mennyiség. A rakéták találati aránya – ez minden esetben megsemmisítést jelentett – elérte a kb. 70%-ot.¹⁴⁶ A vietnámi háború 20%-os átlagához képest ez figyelemreméltó javulás volt, azonban mind a Sivatagi Vihar mind a falklandi háború alatt nagyrészt olyan gépek ellen használták az 'L' és 'M' változatokat, amik nem rendelkeztek infracsapdákkal. Egy különleges esetben az IAF egy pilótája (Izraeli Légierő) már 1973-ban, az akkori légi harc rakétával – Shafrir-2 – képes volt két rakéta felhasználásával kettős légygőzelmeket elérni egyetlen bevetésen – szintén infracsapdával nem rendelkező ellenfelek ellen – azonban ez az igen ritka és különleges esetek közé volt sorolható, a nagy összképen semmit sem változtatott.

A Sashoz természetesen rendszeresítették mind a Lima, mind a Mike változatokon alapuló gyakorló eszközöket. Ezek a CATM-9L és CATM-9M típusjelzést kapták. Az eszközök alapvetően megegyeznek a harci változatokkal két fontos eltérést leszámítva. Nincs bennük éles harci rész és nem rendelkeznek hajtóművel, inert változatok. A hordozó gép típusától függően előfordul, hogy vezérsíkok nélkül szerelik fel őket. A jelölésük sem teljesen egységes. Egyes képeken csak egy kék csík utal arra az eszköz elején, hogy gyakorló változatról van szó, más esetekben a rakétatest nagy része kékre van festve, a mellékletek között több fotó is megtalálható a gyakorló változatról. (Hogy miért nem egységes a jelölésük, azt nem tudom.) A kiszolgáló személyzet gyakorlását elősegítő, de nem reptethető modell a DATM-9.



A szovjet/országi R-73-mal összevetve az AIM-9L/M képességei némileg ellentmondásosak. A rakéták élettartama jóval meghaladja a szovjet rakétát – naptári üzemidő ~20 év, gépre téve kb. 250 repült óra – az R-73 ez mindössze tíz év, gépre téve az élettartama mindössze 40-50 óra. Papíron ellenben egyes paraméterekben az R-73 felülmúlja mind az 'L', mind az 'M' Csörgőkígyó változatokat. Persze ez nem túl meglepő, hiszen azoknál nagyjából egy évtizeddel későbbi fejlesztés.

Az R-73 indítási zónája a kezdetekben a Szu-27 és MiG-29 vadászon ± 45 fok volt, amit későbbiekben ± 60 fokra növeltek. A céljelölés sisakcélzóval is lehetséges volt, ami nagyban megkönnyítette a nagy oldalszögű indítások esetén a célbefogást. Ez és tolóerő-vektorált hajtóműve az újgenerációs nyugati és izraeli légi harc rakéták megjelenéséig – AIM-9X, IRIS-T, Python-4 és Python-5 – közeli manőverező légi harcban olyan képességeket biztosított, ami a kinematikai paraméterek tekintetében minden más légi harc rakéta fölé emelte a szovjet/országi típust. Hiába voltak vagy lettek volna a kortárs rakéták oldalszög indítási paramétere hasonlóak, azok nem rendelkeztek tolóerő-vektorált hajtóművel.¹⁴⁷ Kinematikailag nem volt párja a szovjet rakétának, amíg a gyorsítási fázis alatt a hajtómű működött.

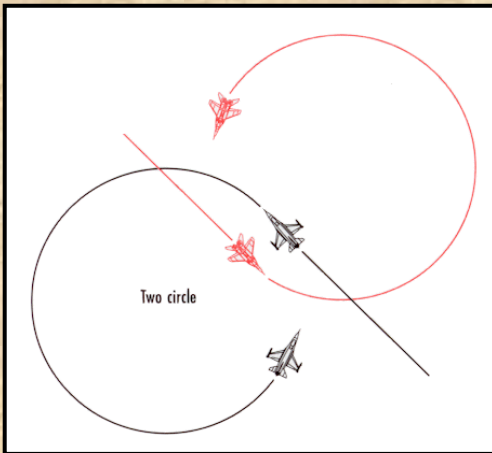
Ez azt jelenthette, hogy egyes esetekben az ellenséges gépek rakétái képesek lettek volna befogni a célpontot, de azok kinematikailag valójában kívül estek volna az indítási zónán, különösen, ha az ellenfél

¹⁴⁵ <http://vnfa2.tripod.com/VNFA-AIM-9.html>

¹⁴⁶ Néhány forrás túlpontosan sorolja fel a légygőzelmeket, azonban az összes Sidewinder rakétával elért győzelmet következetesen AIM-9L változatnak tünteti fel, ami nyilvánvalóan téves.

¹⁴⁷ A Python-4 és 5 rakéta is csak nagy felületű, a szokásost jóval meghaladó vezérsíkokkal rendelkezett. A szintén újgenerációs ASRAAM még azokkal sem. Valószínűleg nem véletlen, hogy az angolokon és ausztrálokon kívül senki nem rendszeresítette. Az egyesült Németország az R-73-mal lefolytatott tesztek után kiszállt a programból és inkább a tolóerő-vektorált IRIS-T rakétát választotta.

még ezen kiélezett helyzetekben kitérő manőverrel is reagált volna. Ilyen eset látatós a fenti felskiccelt ábrán. (A később bemutatott diagramon látható, hogy az 'L' változat esetében a szemből indítási távolság kb. 3,5 km az infravörös érzékelő képességei miatt.)



Egy klasszikus légi harc helyzet, a „két körös” (two circle) manőverező légi harc. Az ábrán látható, hogy miért kapta ezt a nevet.

túlterhelési értéke 35G). Mire a rakéta elérné azt a sebességet, amivel a célpontot képes lenne követni, addigra az már régen kikerült az infrafej látószögéből. A tolóerő-vektorálás ellenben igen komoly, a célpont felé mutató sebességkomponenst tud biztosítani már közvetlenül az indítás után.¹⁴⁸ A fenti helyzet akkor is előállhat, ha mindkét gép éppen forduló közben éri el ezt a pozíciót, pl. mindkét gép éppen jobbra fordul, ez még tovább nehezíti a feladatot. A fenti ábrán egy ilyen klasszikus légi harc van sematikusan ábrázolva.

Az R-73 indítási zónájának növelése (tudtommal) csak a '90-es években történt meg.¹⁴⁹ Tehát a '80-as években még „csak” nagy, de nem gigantikus fölényt jelentett az orosz rakétának számára nagy oldalszögű indítási zónája. A célkijelölés módja volt az, ami igazán megkönnyítette az alkalmazását. Az Sidewinder esetén manőverező légi harcban használatos radar üzemmódokkal kombinálva lehetséges a nagy oldalszögű célkijelölés, a radar által befogott célra áll rá az infrafej. Ez viszont elektromágneses kisugárzással jár. Mivel ilyen esetben a távolság kicsi és automatikus befogás történik – tudomásom szerint minden amerikai vadászgépen így működnek az ACM¹⁵⁰ üzemmódok – a közeli, (nagy intenzitású) elektromágneses besugárzás egy repülőgép tűzvezető radartól eléggé egyértelművé teszi a célpont számára, hogy mi fog következni...

Mivel a R-73-at élesben jelentős mennyiségben nem vetették be, ezért statisztikailag nem túl nagy minta alapján lehet csak véleményt alkotni róla. A Sivatagi Vihar alatt iraki gépek, és az Etiópia és Eritrea közötti háborúban tapasztalt eredményesség alapján mégis arra lehet következtetni, hogy a rakéta zavarvédelme nem éppen csúcscategóriás, legfeljebb az '70-es évek eleje 'L' szériával említhető egy lapon. A műszaki megbízhatósága az alacsony élettartamból következőleg valószínűleg szintén alacsonyabb. Ennek ellenére egyáltalán nem lebecsülendő fenyegetést jelentett a korábbi – R-3Sz, R-13M és R-60 – szovjet gyártmányú légi harcra készített képest, teljesen más dimenziót képviselt. A lenti táblázatban látható a rakéták főbb paramétereinek összehasonlítása. Jól látható, hogy amennyivel nagyobb az R-73 tömege, annyival nagyobb a hajtómű által biztosított teljes impulzus¹⁵¹ tehát a maximális indítási távolság értékük gyakorlatilag

¹⁴⁸ http://www.youtube.com/watch?v=4g4_jzqBjJA A videó önmagáért beszél.

¹⁴⁹ Az átalakításon átesett vagy újonnan gyártott rakéták mennyisége és elterjedtsége kérdéses

¹⁵⁰ air combat maneuvering – manőverező légi harc (üzemmód ebben az esetben)

¹⁵¹ A tolóerő és a hajtómű működési idejének a szorzata. Ha nem állandó a tolóerő, akkor az átlagos tolóerő szorozva a működési idővel. Valójában a idő-tolóerő függvény integrálja az indítás és hajtómű kiégésnek pillanata között.

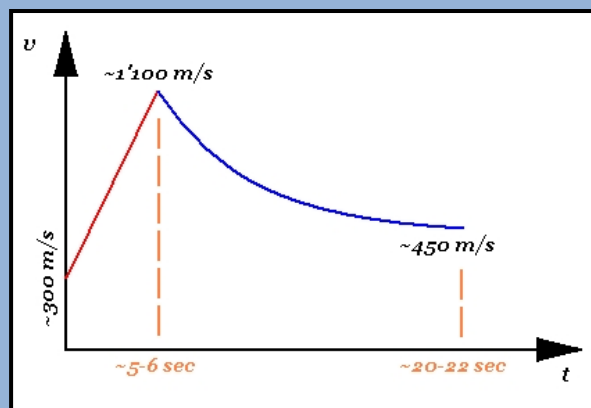
azonos. (Az R-3S azért nem szerepel, mert már a '70-es években is totálisan elavult volt, nem lenne fair az összehasonlítás, ahogy a régebbi AIM-9 változatok is ezért hiányoznak.)

		AIM-9L	R-60	R-73M1
teljes tömeg	kg	84,5	43,5	105
hajtóanyag tömege	kg	24,4	n.a.	n.a.
teljes impulzus	kg*sec	6'270	2'500	7'800
égésidő	sec	~5	~2,2	4,7-6
harci rész tömege	kg	9,2	3	7,4
maximális oldalszög indításkor	fok	27,5*	12 (20)*	45

* R-60M változatnál ± 20 fok, az AIM-9L 27,5 fokig képes befogni és 40 fokig követni a célokat.

Az infravörös légiharc rakéták hatótávolsága kapcsán – ami valójában indítási távolságot takar – a szokásos "nagyotmondások" miatt esetlegesen tévképzet alakulhat(ott) ki sokakban. Számtalan offline és online forrásban teljesen képtelen indítási távolságokat közöl.¹⁵² Az AIM-9 estén akár 15 tengeri mérföldet (~27 km), a hasonló kategóriás szovjet/ orosz R-73-nál 20 tengeri mérföldet (~38 km) meghaladó értékek vannak helyenként feltüntetve. Ezek csak olyan kinematikai viszonyok esetén lennének – csakis elméleti szinten – lehetségesek, amik lényegében a „sci-fi” kategóriát képviselik. Lássuk, hogy miért.

A fenti rakéták maximális sebessége a hajtómű kiegészének pillanatában – ez indítás után 5-6 másodperccel következik be – 12 km magasságban is legfeljebb 3 Mach akkor is, ha szubszonikus sebesség (M0,8-M0,9) mellett indítják. Ez kb. 1100 m/s sebességet jelent. Lineáris gyorsulást feltételezve az átlagsebesség ~750 m/s a gyorsítási fázis alatt. Ezek után a rakéta lassul. Igen erős felső becsléssel számolva az indítás utáni 20. másodperc táján még nagy magasságban a rakéta sebessége talán 450 m/s. Tehát a teljes 20 másodperce becsülve az átlagsebesség kb. 750 m/s. Nézzük az „egyenlet másik oldalát”.



Az R-73 belső energiaellátása 23-26 másodpercig van biztosítva. Ebből az következik, hogy az indítási ponttól számítva a rakéta legfeljebb 16-18 km-t tehet meg – átlagsebesség x idő – mielőtt egy ballisztikus pályán haladó ócskavassá válik. Ahhoz, hogy az R-73-nál propagált 38 km-es indítási távolság kiadódjon, pontosan az indító gép felé haladó célpont esetén is legalább 700 m/s közeledési sebességet kell feltételezni. Ugyebár így lesz a $2 \times 18 = 36$ km. 700 m/s, az több mint 2 Mach. Na, ilyen a vadászgépek esetén nincs. Hogy miért, azt Streak Eagle és az F-15 teljesítmény paramétereinek ismertetésénél látni fogjuk, bár az utánégető teljesítményen számolt fajlagos fogyasztások is elég beszédesek.

¹⁵² <http://www.ousairpower.net/TE-Gen-4-AAM-97.html> Tipikus példája ennek itt látható, és az ebből levont, finoman szólva hajmeresztő következtetések.

Teljes légi harc fegyverzettel a Sas csúcsebessége M1,78 és ezt is percekig tartó gyorsítás után éri el. Tehát a gép harcászati hatósugara gyakorlatilag 0, a szó technikai értelmében véve. Röviden átlagos harcászati vadászgép soha nem fog ekkora sebességgel közeledni. Ez alól egyetlen kivétel lehet, a MiG-25, de azt meg nem vadászgépekkel való hadakozásra tervezték, tehát nem harcászati kategória. (Az ismét csak megérne egy misét, hogy egyes alkalmazók – már elnézést – de a hülyeséget erőltették és pontosan erre próbálták használni.) A dolog szépséghibája az, hogy a MiG-25 18-20 km magasságban képes elérni a fent említett sebességet. A fenti modell ott sérül, hogy a rakétának még legalább 6-8 km magasság különbséget is le kellene gyűrnie, tehát soha nem lesz az égésvégi sebesség 3 Mach. Ellenben a 12 km repülési magasság harci zónában gyakorlatilag ismeretlen fogalom. A légi harcok 90%-a 1 Mach és 6 ezer méter alatt zajlott a koreai háború óta. Figyelem, ez még mindig csak a kinematikai korlát, még egyetlen szó sem esett arról, hogy az infravörös szenzor mire képes, pontosabban mire nem képes.

Ha egy célpont pontosan szemből közelít az indító gép felé, akkor a célpont infravörös képe igen gyenge. Tehát hiába érne el kinematikailag a célt a rakéta, nem indítható, mert a célpont nem „befogható” a rakéta infravörös célkövető rendszerével.¹⁵³ Ha ehhez még hozzáadjuk, hogy a vadászok gyakorlatilag soha nem repülnek egymással szemben – ennek számtalan taktikai oka van, lásd a bevezetőben említett összefoglaló anyagokat és mellékleteiket – akkor látható, hogy nincs olyan repülőgép, ami ellen reálisan értelmezhető lenne a 20 vagy 30 km-et meghaladó indítási távolság. Szuperszonikus, nagy magasságban közeledő szovjet levegő-felszín rakétáknak megvan a megfelelő közeledési sebessége – KSR-5, Kh-22, Kh-31 – viszont ilyen kategóriájú USA/NATO fegyver nem volt és mai napig sincs. Tehát megint nem értelmezhető a fent említett eltúlzott indítási távolság célpontok hiányában a szovjet oldalon.

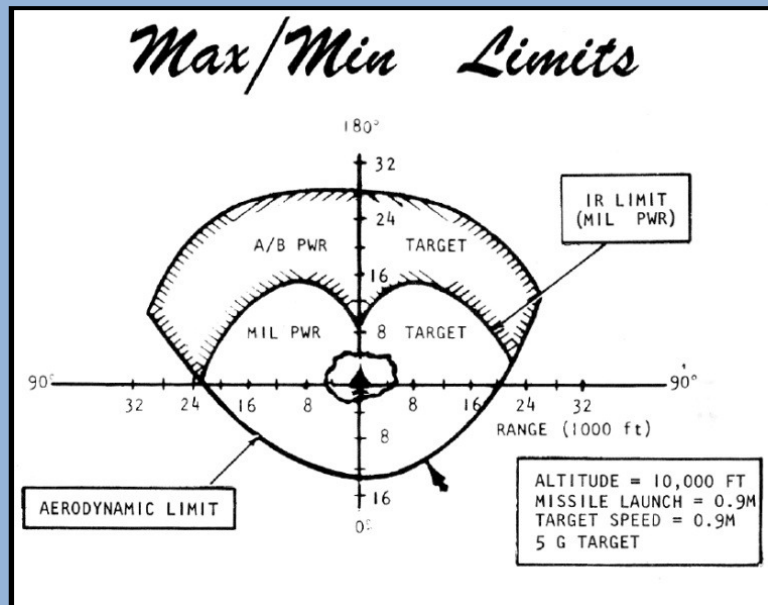
Nézzük a másik tábor. Amerikai vadászgépek esetén szintén nehéz elképzelni olyan helyzetet, hogy a nagy magasságban (~20 km) közeledő és végül ereszkedő támadó rakétához képest megfelelő pozícióban legyenek a flotta védővadászkai. (Ezek ráadásul haditengerészeti gépek, csak annyi közül van a Sashoz, hogy ugyanazt a kis hatótávolságú rakéták képesek hordozni.). A repülőgép-hordozó harccsoportot¹⁵⁴ támadó rakéták magasan és nagy sebességgel közelítik meg a célpontot. Ha csak 40-50 km-re a célponttól kezdik meg az ereszkedést ~20 km magasságból, akkor az elfogási / indítási pozícióban levő vadászok geometriailag a hordozó légvédelme és a rakéták között lennének. Nem éppen biztonságos zóna. A repülőgép-hordozó kötelék védelmét amúgy is F-14 + AIM-54 – külső és belső BARCAP gyűrű 200 vagy akár 300 km-et meghaladó távolságban – és a kísérő hajókra telepített légvédelmi eszközök biztosították. Azt még csak-csak el lehet képzelni, hogy AIM-54 rakéták ellődözése után a cicusok Sparrow rakétát használjanak – vagy végszükség esetén a Hornetek – azonban infravöröset? Ha egy rakéta ilyen közel kerül a csoporthoz, az azt jelenti, hogy már régen átjutottak a BARCAP zónán, tehát a közelben nemigen van egy vadászgép sem. Az alapvető taktikai felállás miatt szintén kiesnek a potenciális célpontok a Sidewinder számára.

A következő oldalon található ábrán látható a rideg valóság. A diagramról egy tipikus harci helyzetben értelmezhető maximális indítási távolságok olvashatóak az AIM-9L változatra vonatkozólag. Közepes magasságban – 10 ezer láb (~3 km) – repül mind az indító, mind a célgép is 0,9 Mach sebességgel. A diagram feltételezése szerint a célgép az indítás után 5G-s védekező, vízszintes fordulót hajt végre.

¹⁵³ A '80-as években szó nem volt olyan érzékeny infravörös szenzorról, hogy kis távolságból még a szárny belépőélének melegedése is érzékelhető legyen. Az újgenerációs rakétán már képalakító szenzor található, azonban még ez sem mindenható, lásd AIM-9X ismertetésénél.

¹⁵⁴ CBG – carrier battle group. Ma már újabban a CSG, a carrier strike group kifejezést használják egyes források.

A célpont a diagram közepén van, az indító gép aspektusa és távolsága a két tengelyen olvasható le. Az ábrán szemlélteték a célhoz képest jobbra 8 ezer láb és hátra 13 ezer láb távolságban található az indító gép. Itt húzódik az „aerodynamic line”. Ez a rakéta kinematikai hatótávolságát mutatja. Látható, hogy ez a távolság egyre inkább nő, ahogy a célpont közeledési sebesség komponense nő az aspektusa miatt. Oldalról való indítás esetén – 90 fok akár balról vagy jobbról – a teljesen hátulról történő legfeljebb 13 ezer láb (~4 km) távolság helyett már 21 ezer lábat (~6,4 km) eléri a maximális indítási távolság. Elég erős a kontraszt a 27 km-es távolsággal összevetve...



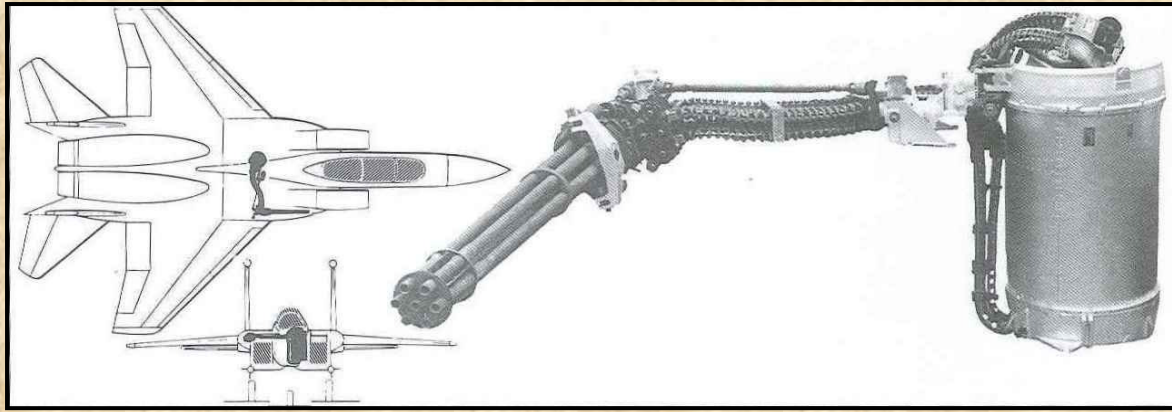
Az AIM-9L indítási zónája.

Haladjuk tovább. Minél inkább közeledik az aspektus a 180 fokhoz, a hajtómű hátsó felületei és a kilépő forró füstgáz egyre inkább le vannak árnyékolva a repülőgép által. Itt jön a képbe az infravörös szenzor képességeinek korlátja, ami ebben az esetben felülírja kinematikáit. A 'MIL PWR' zóna az, ahol a maximálgázzal repülő célt még képes érzékelni a rakéta infrafeje. Tökéletesen szemből közeledő célra a befogási távolság mindössze kb. 9 ezer láb, ez alig 2,7 km. Amennyiben a célpont utánégetővel repül – 'A/B PWR' tartomány – a távolság ugrásszerűen megnő. ez látszik az maximális indítási távolságon is, ami elérheti ebben az esetben a 28 ezer lábat. Ez még mindig csak 8,5 km, hol van ez a 38 km-től...? Még egy apróság, a célpont és az indító gép azonos magasságban repül, tehát még a földhátér sem zavar be.

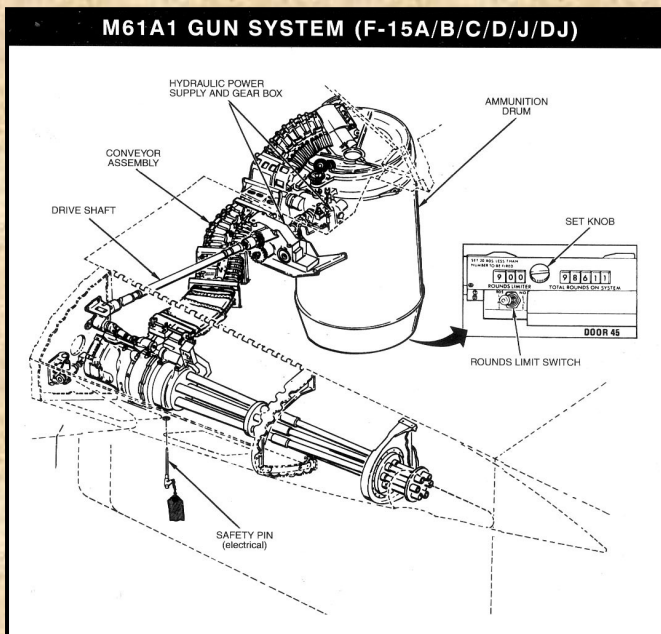
A diagramon látható zónákból következik, hogy létezik egy határhelyzet, amikor a rakéta kinematikailag még képes elérni a célt, és a szenzor már érzékei a célpontot. Ez az, ahol a 'MIL PWR' vagy a 'A/B PWR' vonal és a 'aerodynamic limit' vonal találkozik.

Az alábbi videón látható, hogy egy maximálgázon és egy utánégetővel haladó célpont között mekkora különbség van egy mai korszerű nagy felbontású infravörös kamerán néhány kilométerről.¹⁵⁵ El lehet képzelni akkor, hogy a '80-as vagy akár a '90-es években milyen infravörös forrás lehetett az – vagy akár ma is – amit nem tökéletesen szemből nézve képes érzékelni a rakéta keresőfeje mondjuk 20 kilométert meghaladó távolságon. Véleményem szerint ilyen nincs, ez mese habbal kategória. Ne feledjük a rakéta mérete igencsak korlátos. Az, hogy nagyobb kamerarendszerek és optikák egyes demonstrációs videókon mit mutatnak, az teljesen más tészta, mint összerakni egy rakétát, aminek 10-20 év tárolás után elővéve is üzemképesnek kell lennie igen szélsőséges viszonyok között.

¹⁵⁵ http://www.youtube.com/watch?v=PLzD1SCK_q



Az M61 Vulcan gépágyú beépítésének helye és maga a szerkezet.



A Sas beépített közeli-légi harc fegyvere az M61 Vulcan, hatsövű, 20 mm űrméretű, elektromos vezérlésű, hidraulikus hajtású Gatling-elven működő gépágyúja lett, miután az forradalmian új 25 mm gépágyú megalkotása nem járt sikerrel.

A gépágyú beépítésének helye az addigi gyakorlattól eltérő volt. Nem volt lehetséges a gép középvonalaiba, a súlyponthoz közel beépíteni a teljes szerkezetet. A gépágyú működésekor fellépő vibráció károsan hathatott volna az elektronikára és a radarra az orrkúp közelében, ezért itt nem volt lehetséges a gépágyú elhelyezése. A törzs középvonalaiba való beépítés esetleg lehetséges lett volna, ha a törzs alatt lett volna a gépágyú csőtorkolata, azonban ezt

gázvezetési és hűtési megfontolásokból elvetették, ezért végül a jobb szárnytőbe került. Eleinte tartottak attól, hogy ez célzási problémákat vet fel, ugyanis a gépágyú reakcióerejének hatásvonala nem a gép súlypontján halad át. A tüzeléskor ébredő erő akár két tengely körül forgathatja gépet, bár ebből a bólintó irányú nyomatékot gerjesztő erő valószínűleg elhanyagolható. A gép súlypontjához képest függőleges irányban nagyon kicsi az erőkar, azonban a függőleges tengely körüli forgatásnál az erő hatásvonala a középvonaltól már számottevő. A gépágyú csőtorkolat kb. 1,8 méterre van a Sas középvonaltól. A repülésvezérlő rendszer azonban kellően kifinomult volt, hogy kompenzálja ezt. (Meg azért a Sas sem volt annyira pehelysúlyú.) A Vulcan következő fő paraméterekkel bír:

lőszertároló- és szállító rendszer	423 font (192 kg)	
gépágyú	252 font (114 kg)	
maximális tárkapacitás tömege (lőszer)	528 font (240 kg)	
a rendszer teljes tömeg feltöltve	1203 font (545 kg)	
maximális tárkapacitás	940 lövedék	
névleges tűzgyorsaság	4000 vagy 6000 lövés / perc	
lövedék csőelhagyási sebessége	3'380 láb /sec (1'030 m/s)	
hidraulikus teljesítmény-szükséglet	29 US gal/perc, 2600 PSI, 110 liter / perc, 180 bar	~47 kW
	19,5 US gal/perc, 2000 PSI 74 liter /perc 138 bar	~25 kW

A gépágyú lőszerjavító rendszere teljesen zárt rendszerű, tüzelés során nem veti ki az üres lőszerhüvelyeket, a futószalag-rendszer a lőszerároló dobba szállítja vissza azokat. A rendszer teljes élettartama 145'000, a lőszerjavító rendszeré 100'000, a gépágyú csőkötegé 20'000 lövés, ami csövenként kb. 3'500 lövést jelent.

A fenti élettartam értékek a laikusok számára alacsonynak tűnhetnek, azonban összehasonlítva más repülőgép-fedélzeti gépágyúkkal nyilvánvalóvá válik, hogy ez nem igaz. A MiG-21 és MiG-23 változatokon alkalmazott ikercsövű 23 mm GS-23 gépágyú teljes élettartama 8'000, de a csövek élettartama csak 2'000 lövés. (Bár azt hozzá kell tenni, hogy a GS-23 más elven működik, mint a Vulcan, lásd a „Gondolatok...” cikk mellékletét, a rövid összefoglalót a gépágyú különféle változatairól.) A fegyvert alkalmazó gépek maximális javadalmazása jellemzően 200-250 lőszer. Ez azt jelenti, hogy a rendszer teljes élettartama 32-40, míg a csövek élettartama 8-10-szerese az egy alkalommal maximálisan felhasználható mennyiségnek. Persze jellemzően nem így használják a fegyvereket, de mégiscsak egy fajlagos mutató. A MiG-29 és Szu-27 vadászkon a GS-301 teljes élettartama mindössze 2'000, a csövéké mindössze csak 1000 lövés. A két 4. generációs szovjet vadászgép lőszerkészlete maximálisan 150 lövedék lehet. Tehát a rendszer teljes élettartama kb. csak 13-szorosa a teljes lőszerkészletnek, a csövek élettartam meg ennek is csak a fele. Ez az ára az általuk biztosított előnyöknek. Mik ezek? Például a rendkívül kis tömegük – a GS-23 üres tömege 51 kg, az GS-301-é mindössze 46 kg – és az amerikai rendszerrel ellentétben rendkívül egyszerűek, pl. nem szükséges külső hidraulikus táp – bár a fegyver felhúzása pneumatikus tápot azért igényel – és a hüvelyeket a GS-23 kiszórja, nincs visszavezetés. A F-15-ön a Vulcan a 'utility' hidraulika rendszerről kapja a hidraulikus tápot. (A szovjetek is terveztek és alkalmaztak Gatling elven működő gépfegyvereket, azonban ott is inkább az egyszerűség felé mozdultak el. Hagyományos gázdugattyús működtetést alkalmaztak.)

Az Sas több fajta lőszer alkalmazására képes, ezáltal légi- és szárazföldi célpontok ellen is bevethető. A következő lőszerfajták álltak vagy állnak rendelkezésre:

- M53 API, armor-piercing incendiary – páncéltörő gyújtólövedék
- M56 HEI, high explosive incendiary – repesz-romboló gyújtólövedék
- M242 HEIT, high explosive incendiary tracer – nyomjelzős repesz-romboló gyújtólövedék
- M55 TP, target practice – gyakorló lövedék
- M220 TPT target practice tracer (TPT) – gyakorló nyomjelzős lövedék
- M254, dummy – vaklőszer
- PGU-27/B TP, target practice – gyakorló lövedék
- PGU-30/B TPT, target practice tracer (TPT) – gyakorló nyomjelzős lövedék
- PGU-28/B SHAPEI, semi-armor piercing high explosive incendiary – csökkentett hatású páncéltörő, repesz-romboló gyújtólövedék

A PGU-28 kombinált hatású lőszer alkalmazása során fellépő problémák miatt – felforrósodott csőben hajlamos felrobbanni – a német fejlesztésű PELE lőszer működési elven alapuló¹⁵⁶ alkalmazása új gépágyú-lőszer alkalmazása tervbe van véve az USAF által használt típusokon.¹⁵⁷ Ez biztonságosabb, egyszerűbb tárolást és kezelést tesz lehetővé, ez azonban nem megy a pusztító erő és pontosság rovására.

A gépágyús célzást ballisztikai számítógép, és külön erre a célra szolgáló radar- és HUD és üzemmódok segítik. Kombinálva a repülésvezérlő rendszerrel (CAS) ezek a régebbi vadászgépekhez képes nagyobb pontosságot biztosítanak.

¹⁵⁶ <http://jets.hu/news?id=240>

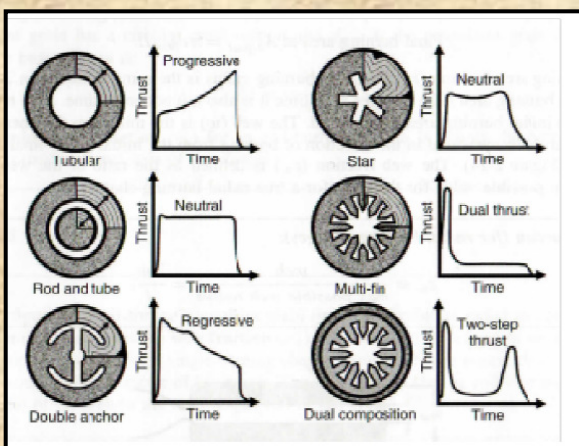
¹⁵⁷ <http://www.strategypage.com/htmw/htairw/20070619.aspx>

4.3.1.3. BVR légiharc fegyverzet

Az látótávolságon túli légiharc-fegyverzetet szintén egy újgenerációs légiharcrakéta képviselte, az AIM-7 Sparrow család legújabb tagja, az 'F' széria. Természetesen ennek is több variánsa volt az idők során, a legutolsó az AIM-7F-11 volt. A rakéta elektronikája a Lima Sidewinderhez hasonlóan az újdonságnak számító, csúcstechnikát képviselő félvezető-technológia terméke volt, ami új dimenziókat nyitott meg a rakéták számára mind képességek, mind a megbízhatóság terén.¹⁵⁸

A vietnámi háborúban használt 'E' és 'E-2' változatokkal a háború alatt 612 indításból mindössze 56 észak-vietnámi vadászgépet sikerült lelőni. Ez mindössze 9,15%-os megsemmisítési arányt jelentett.¹⁵⁹ A rakéták a háború alatt fehér színűre voltak festve, emiatt és az igen gyenge szereplésük miatt az akkori Sparrow változatokra ráragadt a „nagy fehér reménység” becenév, utalván arra, hogy indítás után legfeljebb reménykedhettek abban, hogy eltalál valamit. A „valami” legalább egyszer saját gép lelovását is jelentette, ami után meg bevezették a kötelező vizuális azonosítást. Nesze neked BVR harcászat...¹⁶⁰

A délkelet-ázsiai konfliktus végén használt 'E-2' változat statisztikája némi javulást mutatott, és a vietnámi korlátozások miatt – vizuális célazonosítás kötelező volt a saját gép lelovása után – újfajta üzemmóddal is felvértezték. Manőverező légiharcban a siker nagyobb reményével lehetett alkalmazni. A minimális indítási távolság azonos irányba és sebességgel repülő célpontnál 1'500 lábra (~0,5 km) csökkent. A rakéta az indítás után 1/8 fordulatot végzett, a függőlegesen és vízszintesen álló vezérsíkok és kormányfelületek ezután X helyzetbe kerültek. Ezáltal függőleges és oldalirányban nagyobb túlterhelésű manőver végrehajtására vált képessé a rakéta. Ezeket az újításokat természetesen örökölte az 'F' változat is, azonban nem csak ez tette igazán ütőssé az új generációt.



**Néhány szilárd tüzelőanyagú hajtómű égéster-
-profilozás elméleti tolóerő karakterisztikája**

Az új félvezető elektronika lehetővé tette a rakéta AN/DSQ-35 vezérlő rendszer méretének csökkentését, így az nagyobb harci részt kaphatott – 30-ról 39 kg-re nőtt – és valószínűleg a rakétahajtómű szilárd hajtóanyag mennyisége is nagyobb lett. Az 'E' változat Rocketdyne MK 38 (kvázi) állandó tolóerőt előállító szilárd tüzelőanyagú hajtóművét az 'F' változaton leváltotta a két tolóerő fokozatot biztosító Hercules MK 58 hajtómű. Ez alapjaiban befolyásolta a rakétaindítás maximális távolságát és a manőverező képességet. Az 'E' változat 435 font (197 kg) tömegéhez képest az 'F' variáns tömege nagyobb volt, 510 font (231 kg) változatlan méret mellett.

Miben volt más az 'F' hajtóműve és tolóerő karakterisztikája? Az 'E' Sparrow hajtóműve csak kb. 5-6 másodpercig gyorsította rakétát. Az 'F' változatnál az új hajtómű speciális kialakítása két tolóerő fokozatot biztosított, egy gyorsítási majd egy utazó tolóerő szintet. Az indítás után a gyorsítási szakaszban a tolóerő ~4,5 másodpercig ~5'750 font (~2'600 kg) majd azt

¹⁵⁸ Viktor Belenko „dobbantása” után 1976-ban lehetőségük nyílt az amerikai szakértőknek megvizsgálni az akkori idők egyik legkorszerűbbnek tartott szovjet vadászgépet, a MiG-25 egy korai változatát. Az amerikai mérnökök számára megdöbbentő volt, hogy Foxbaton nyoma sem volt korszerű félvezető technológia alkalmazásának. A Szovjetunió már ekkor kezdett lemaradni az elektronikai hadviselés területén.

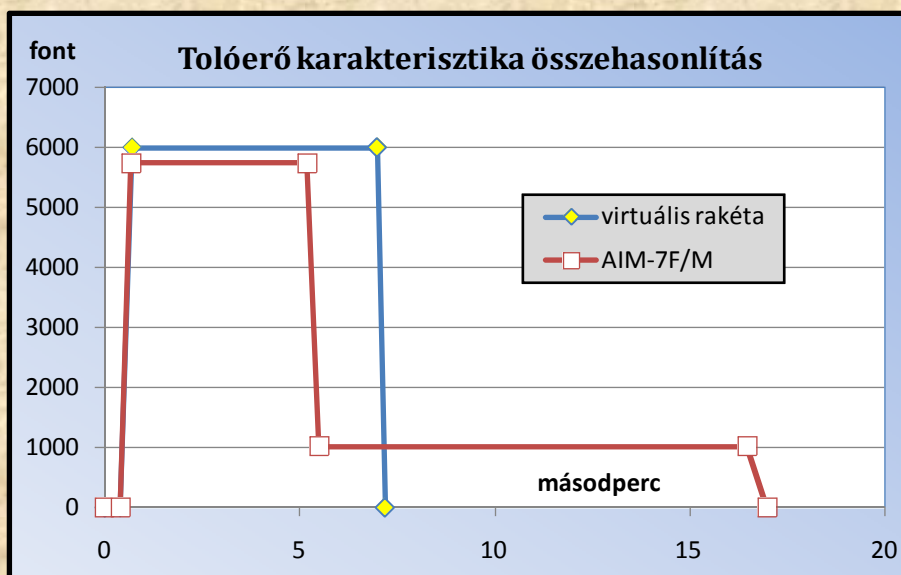
¹⁵⁹ A robbanófej nagyságából és a célpontok kis méretéből és gyenge sérülésállóságából kifolyólag – MiG-17, MiG-19 és MiG-21 változatok – a megsemmisítési arány valószínűleg nagyon közel esik az eltalált gépek számához.

¹⁶⁰ Lásd, a „Ha rövid a kardod” cikksorozatot a mellékletek között.

követően ~11 másodpercig ~1020 font (~460 kg)¹⁶¹ Ez a kettős működés közepes magasságban 3 Mach, nagy magasságban 4 Mach fölé képes gyorsítani a rakétát. Ennek köszönhetően az új Sparrow az utazó szakaszban, egyenes vonalban, azonos magasságban haladó pályán csak kismértékben vagy egyáltalán nem lassul. Egy „virtuális”, mindenben azonos – tömeg, geometria, teljes impulzus – de hagyományos profilozású és tolóerő-karakterisztikájú Sparrow rakétához képest az indítási távolság nagyobb. A lenti diagramon az AIM-7F Sparrow és a virtuális rakéta tolóerő-karakterisztikái láthatóak.

A tolóerő karakterisztika idő szerinti integráltja – szemléletesebben az idő-tolóerő görbe alatti terület – adja meg a rakéta teljes impulzusát. Az ábrán a két görbe – piros és kék vonalak – alatti terület megegyezik, mégis, a kék görbe teljesítmény kihasználása optimálisabb az azonos teljes munkavégző képesség ellenére. (A hajtóanyag elégetése nagynyomású gázt fejleszt, a gáz munkavégző képessége az, ami gyorsítja a rakétát.)

Mi a különbség a két eset között? A piros görbe esetében a teljesítmény nagy része arra menne el, hogy nagyon rövid időre felgyorsítja a rakétát, amit a légellenállás gyorsan „megesz”, különösen kis magasságon. Ez azt jelenti, indítás után a virtuális rakéta a hajtómű kiégéséig gyorsabb, tehát nagyobb távolságot tesz meg az első 5-6 másodperc alatt, de nem sokkal. A probléma a hajtómű kiégése után következik, ugyanis hamar – kis magasságon ez néhány másodperc – a virtuális rakéta az AIM-7F/M sebessége alá csökken. Az AIM-7F/M még mindig tartja a sebességét vagy csak enyhén lassul, amikor a másik rakéta *már* mögötte van *és* lassabb. Tehát kisebb kinematikai hatótáv mellé kisebb manőverező képesség is társul, hiszen a rakéta sebességétől függ a manőverezési tartalék és a végfázisban az elérhető maximális túlterhelés is. Ez az eset még azzal az optimista felvetéssel számolt, hogy az egy nagy lökettel gyorsított rakéta tolóerő-karakterisztikája állandó tolóerő biztosít az működése alatt. A szovjet légi harc rakéták esetén lehet, hogy még ez sem volt igaz.



Kis magasságon olyan szélsőséges helyzet is előfordulhat, hogy az egy tolóerő fokozattal rendelkező rakétát a hajtóműve egészen odáig gyorsítja, hogy eléri a maximális sebességet, tehát nem gyorsul tovább a rakéta. Tehát úgymond feleslegesen biztosítja a hatalmas tolóerőt. A sokkal nagyobb, de rövid ideig tartó teljesítmény szinte semmi plusz sebességet nem biztosít, ellenben rövidebb ideig tart. A két tolóerő fokozatú rakéta azért nem gyorsul az adott tolóerővel elérhető elméleti maximális sebességre, mert a hajtómű nem biztosítja elegendő ideig ezt a tolóerőt. Ellenben az utazó fokozattal elérhető maximális sebesség az a gyorsító fokozat kiégésekor elért sebességhez közel esik.

¹⁶¹ Az értékek tengerszinten 60 Fahrenheit fok mellett értendő névleges értékek.

A magasság növekedésével a kettős tolóerő fokozattal bíró rakéta előnye nagy valószínűséggel csökken, mert az „egy nagy löket” 12 km magasságban akár 30%-kal nagyobb égésvégi sebességet jelenthet.¹⁶² Az esetben az egyfokozatú rakéta sebesség és távolság előnye hosszabb ideig, illetve nagyobb távolságon érvényesül. Mivel addigra kiderült, hogy a légi harcok jellemzően 6 km alatt zajlanak, elég egyértelmű volt, hogy milyen magasságra optimalizálták az AIM-7F tolóerő karakterisztikáját. Ez olyan jól sikerült, hogy valószínűleg az egy generációval újabb aktív radaros orosz R-77 indítási távolságát is felülmúlja, de a kortárs R-27R-t egészen biztosan. Ugyanis ezek a rakéták hajtóművei egy tolóerő fokozatot biztosítanak. Az R-77 hajtóművének üzemideje még közepes-nagy magasságban is csak kb. 5-6 másodperc.¹⁶³ Persze igen nagy különbség az R-77 számára, hogy az aktív vezérlés miatt az indító gép kifordulhat, ezáltal közelebb mehet a célponthoz, ha az csak félaktív vezérlésű rakétával rendelkezik. Indítás után nem kell folyamatosan megvilágítani radarral a célpontot, a fordulóval akár a nagyobb indítású távolságú rakéta megsemmisítési zónáját „összeomlasztja”, amíg a saját „rövidebb” de más kategóriát képviselő „kardja” célba ér.

Néhány szó ezek után az indítási távolságokról, ezek természetesen csak tájékoztató jellegű becslések és a lent következő megjegyzések általános jellegűek. A célpont reakciója – hogy mennyivel az indítás után és mit tesz, fordul, emelkedik vagy süllyed – és a magasságkülönbség az indító és célgép között nagyon komolyan befolyásolja az indítási távolságot. A „Ha rövid a kardod” cikksorozat első részében ismertetve vannak a fő hatások, ennek fényében értelmezhetőek a következő értékek.¹⁶⁴

A lenti értékek a NEZ, tehát a „no escape zone” nagyságra vonatkoznak. Ez az indítási távolság, amin belül kerülve a rakéta kinematikailag biztosan eléri a célpontot, ha a becslést pontosnak fogadjuk el. A kérdés az, hogy a végfázisban rendelkezik –e a rakéta kellő manőverező képessége ahhoz, hogy a célpont manőverére reagálva képes legyen követni a célpontot. Nyilvánvaló, hogy a NEZ határán indított rakétához képes mondjuk a NEZ 2/3-áról indított rakéta más mozgási energiával érkezik a célpont közelébe. A NEZ-hez képes a elméleti maximális indítási távolság, azzal feltételezéssel élve – ami korszerű vadászgépek esetén teljesen valószínűtlen – hogy a célpont indítás után nem csinál semmit, a NEZ akár kétszerese is lehet. Gondoljunk csak bele. Nagy magasságban 20-25 km-ről indított rakéta esetén egy vadászgépnek bőven van ideje megfordulni. Ez az jelenti, hogy a relatív közeledési sebesség indításkor akár 600 m/sec is lehet, ami fordulás után gyakorlatilag 0 lesz. Drámai különbség.*

**Az elméleti maximális indítási távolság a dinamikus indítási zóna legnagyobb értéke (DLZ – dynamic launch zone), ez az a távolság, ahol az adott pillanatban azzal számolunk, hogy a célpont az indítás után semmiféle irány- és sebesség változtatást nem fog végrehajtani.*

Minden esetben azonosnak vettem a célgép és az indító gép magasságát és sebességét is, ez utóbbi a manőverező harcra jellemző M0,7-M0,9 tartomány. Közeledő célpontnak azt tekintem, ami az indítás pillanatában legfeljebb 30 fokos aspektussal közelít. A NEZ számítás miatt úgy vettem, hogy indítás után a célpont azonnal elfordul legalább 90 fokban (beaming) és (földhátterbe) süllyed. Látható, hogy a magasság milyen drámaian csökkenti az indítási távot, ezért a süllyedés majdnem mindig értelmes lépés. Ez alól kivétel, ha a megtámadott gép jóval magasabban repül, de most nem ezt az esetet vizsgáljuk.

¹⁶² Lásd itt, megjegyzés arról, hogy az R-27R gyors. http://legiero.blog.hu/2009/10/05/lengyel_mig_29_malbork

¹⁶³ <http://www.youtube.com/watch?v=Y2uFiLWgdQc>

¹⁶⁴ A BMS4 ingyenes, nyílt adatbázisú szimulátor segítségével modelleztem az eseteket. Az légi harcok beszámolóiban szereplő indítási távolságokkal hasonló értékeket kaptam.

<i>rakéta</i>	<i>magasság</i>	<i>aspektus</i>	<i>távolság</i>
AIM-7E / AIM-7E-2	3000 m	közeledő	~10 km
AIM-7E / AIM-7E-2	10'000 m	közeledő	~15 km
AIM-7E / AIM-7E-2	3000 m	távolodó	4-5 km
AIM-7E / AIM-7E-2	10'000 m	távolodó	~11 km

<i>rakéta</i>	<i>magasság</i>	<i>aspektus</i>	<i>távolság</i>
AIM-7F/ AIM-7M	3000 m	közeledő	~13 km
AIM-7F/ AIM-7M	10'000 m	közeledő	~24 km
AIM-7F/ AIM-7M	3000 m	távolodó	8-9 km
AIM-7F/ AIM-7M	10'000 m	távolodó	~16 km

Megdöböntő, de az új Sidewinder, az AIM-9L kinematikai paraméterei igen közel lehetnek a régi AIM-7E rakétáéhoz. A hajtóművek üzemideje nagyjából azonos, és amennyivel kisebb a Sidewinder tömege, annyival kisebb a hajtómű által leadott teljes impulzus is. Jól érzékelhető, hogy mekkora fejlődés is történt a '70-es évek elején. Természetesen ettől még nem volt indítható szemből 10 km-ről a Lima az infravörös szenzor korlátai miatt.

Az AIM-7F nem csak az új konstrukciójú rakétahajtómű által biztosított indítási távolság miatt jelentett más dimenziót, az F-15A/B gépek AN/APG-63 radarral képessé váltak földhátterben repülő célok leküzdésére. Ezzel a képességével BVR kategóriában lényegében nem volt párja a világon a '80-as évek közepéig harcászati / légifölény vadászgép kategóriában az F-15-nek. Az első szovjet harcászati vadászgépek, amik hasonló, de nem azonos minőségű képességgel rendelkeztek a MiG-29 és Szu-27 voltak. A MiG-29-es típuson azonban 1987-ig nem történt meg az R-27R integrációja, ezen felül csak két darab hordozására volt képes. A MiG-31 Foxhound, a PESA elven működő Zaszlon radarjával és különleges R-33 légiharcrakéta kombinációjával valódi szimultán céllöküzdésre is képes volt a félaktív rávezetési technológia ellenére, azonban nem taktikai vadász volt. A Szovjet Honi Légvédelem (PVO) használta a „Vadászkopót” interkontinentális bombázók és azokról – vagy akár tengeralattjárókról – indított gázturbina hajtású manőverező szárnyasbombák ellen.¹⁶⁵ Ilyen például az AGM-86 ALCM vagy a Tomahawk. Így, mint potenciális ellenfél nem jött számításba az Sas ellen, imígyen nincs túl sok értelme összehasonlítani őket.

Az AIM-7F szériát 1982-től kezdte felváltani az AIM-7M változat. A rakéta felépítése alapjaiban nem változott, az igazi újdonságot a rávezetési módszer megváltoztatása hozta, ez volt a monopolusos vezérlés. Az AIM-7F még folyamatos hullámú kisugárzással (CW – continuous wave) járó rávezetési jelformát igényelt, ez viszonylag könnyen detektálható és egyértelművé tette azt, hogy a rakétaindítás történt, és nem csak a célpont megvilágítása. Ezzel szemben a Mike variáns nem igényelte a radardóm alatt levő tölcésrugsugárzó antennától – a röntgenrajzon (50. oldal) a 180 tétel felett a 177. tételtől jobbra látható ez a sugárzó – CW félaktív megvilágítást. Az Mike szériánál már a nagy réselt síkantenna impulzusüzemű hullámformája is elégséges volt a rakéta célravezetéséhez, amit a lokátor „normális” működése közben használ. Ez hullámforma – és egyéb fejlesztések a rakétában – korlátozottan, de lehetővé tette egymáshoz nagyon közeli célok elleni kváziszimultán indítást is. Ez valószínűleg csak az F-15-re és talán a

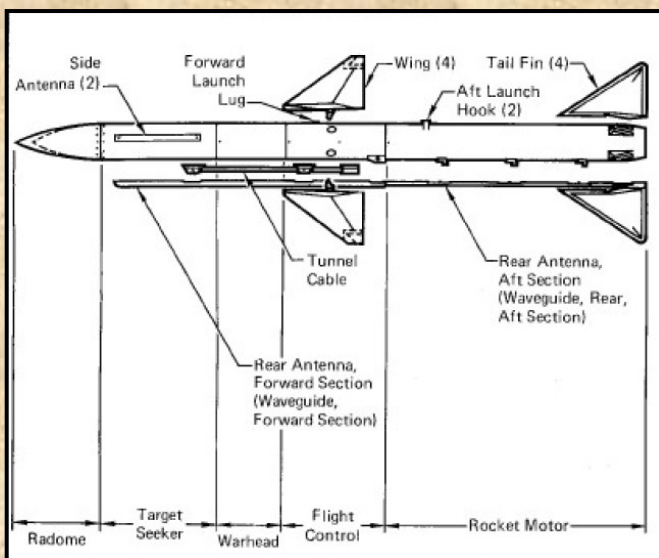
¹⁶⁵ Angolszász terminológiában „cruise missile” névvel illetik őket, a magyar terminológiában a manőverező robotrepülőgép vagy cirkálórakéta kifejezés terjedt el. Én egyiket sem szeretem, mert mindkettő pontatlan. Se nem robotrepülő – egyszer használatos eszközről van szó – se. nem cirkáló rakéta, mert gázturbina hajtóművel rendelkeznek, akár egy repülőgép. (A butább elődjét a német V-1-et az angol „flying bomb” néven illette.) Ez sem lenne elég pontos, mert a manőverező szárnyasbomba kifejezés a sima lézervezélésű, hajtómű nélküli GBU-15-re is „ráhúzható” lenne. Lehet nem egyetérteni a cikk terminológiájával, de nekem ezt tetszik. A másik fele meg az, hogy a fegyver nem cirkál, előre programozott útvonal szerint repül...

Haditengerészet F/A-18 Hornet vadászgépeire korlátozódott, más akkori platform számára ez a képesség vélhetőleg nem volt biztosított a TWS radar üzemmód hiánya miatt.¹⁶⁶

*Nem egészen vagyok biztos benne, de az AIM-7F és AIM-7M harcászati lehetőségei között úgy tűnik, hogy hatalmas szakadék tátong. Nem találtam arra utaló adatot, ami azt állítaná, hogy lehetséges a radar saját visszavert jele alapján célra vezetni az 'F' változatot. A tölcésugárzó beépítése fix, tehát **ha** csak azzal lehetséges a rávezetés, akkor a Sparrow rávezetése nagyban korlátozza az F-15 lehetőségeit, kb. +/- 10 fokban a célpont felé kell repülni. A távolság csökkenésével egyre intenzívebb manőverezés szükséges. Az éles bevetéseknél ismertetett indítás után kifordulás – F-pole manőver – tölcésugárzóra utaltság esetén nem lehetséges, míg az 'M' változatnál akár 45-50 fokig is ki lehet fordulni, amivel lehetséges összeomlasztani az ellenfél indítási zónáját. Tehát egy betű különbség, teljesen más dimenziót takarhat a képességek terén. Az AIMVAL/ACEVAL tesztek alatt valószínűleg az 'F' változat a kötöttségei eredményezték azt, amit... Az izraeli gépek bevetéseinél egyetlen egyszer sem említenek indítás utáni kifordulást, ami úgymond „gyanús”.*

Hogy más országok vadászgépeknél milyen rávezetést használtak és milyen korlátaik voltak? Hát, sajnos ez homály, de ha csak az AIM-7M változattal jött el a nyugati gépeken a „szabadság”, akkor van egy sejtésem, hogy más gépeknél mi lehetett a helyzet...

Az AIM-7M változat lényegében a harcászati vadászgépeken használt félaktív radarvezérlésű légiharcrakéták evolúciójának a végső állomását jelentette. Ez a széria volt az utolsó és legfejlettebb változat az USA fegyveres erőinél. Talán az egész világon ez jelentette a félaktív légiharcrakéta-fejlesztés csúcspontját, az R-33 egyes képességeit leszámítva, amit viszont nem a rakéta, hanem inkább a platformon levő avionikai csomag biztosított. Bár az F-15 gépeknél meg a TWS üzemmód szintén platform függővé tette az alkalmazást, mert a régebbi F-4 változatok megkapták az AIM-7F rakétát és képesek voltak alkalmazni, de azok radarja egészen más dimenziót képviseltek, ahogy a földhátterben levő célok ellen is korlátozottan, vagy egyáltalán nem voltak alkalmazhatóak.



A képességek ismertetése után ideje néhány szót szólni a rakéta fizikai méretéről, működéséről és a Sidewinder ismertetésénél látott módon összemérni néhány jellemzőjét a kortárs BVR légiharc rakétaival.

A Sparrow hasonlóan a Csörgőkígyóhoz, szintén több részből épült fel ezek a következők; vevő rész (antenna), harci rész, vezérlés és hajtómű szekciók.

A rakéta orr részében levő vevőantenna gömcsukló segítségével van mozgatva, ez veszi a célpontról visszaverődő rádióhullámokat. A mozgatása hidraulikusan történik, a szilárd tüzelőanyagú gázgenerátor nyomása pörgeti meg a kisméretű hidromotort.¹⁶⁷ A radardóm alakja a Kármán Tódor elmélete által meghatározott minimális légellenálláshoz tartozó ívet követi.¹⁶⁸

¹⁶⁶ Lásd, „Ha rövid a kardod” cikk harmadik részében.



A rakéta harci részének élesítése csak az indítás után történik meg, a rakéta axiális gyorsulásához van kötve. Tehát csak a hajtómű rendeltetészerű működése esetén élesíti magát a rakéta. A Sparrow közelségi és csapódó gyújtóval is el van látva, a közelségi gyújtó négy hosszanti antennája a rakétatesten körkörösén helyezkedik el, lásd baloldali ábrán és képen (sárga nyíl).

Az acélpálcikás¹⁶⁹ harci rész a vezérlő és antenna szekció között helyezkedik el. A harci rész ezen kialakítása előnyösebb, mint a hagyományos repesz romboló töltet, úgymond jobban kitölti a teret a célponttól való távolság növekedésével, amikor a közelségi gyújtó robbantja fel a harci részt – ez a tipikus – és nem a csapódó gyújtó. (Már az AIM-9L is ilyen harci résszel bírt.) Ez jóval súlyosabb sérüléseket okoz, mint sok apró repesz a hagyományos repesz-romboló vagy acélgolyókkal töltött repeszképző harci rész. A különlegesen összehegesztett pálcikákat a középén elhelyezett robbanóanyag kör formájú farkasfogazású gyűrűvé robbantja szét, ami szerencsés esetben hatalmas darabokat vághat le célpontból. Amikor a gyűrű eléri maximális átmérőjét, akkor a szétszakadó és szétrepülő darabok továbbra is képesek komoly sérülés okozására. A kis repeszekkel ellentétben, ezek a szétrepülő „kések” nagy felületen képesek elvágni elektromos-, hidraulika- és üzemanyag vezetékeket, a repülőgép sárkányszerkezetén és teherviselő elemein súlyos sérüléseket okozhat. Ezen részek teherviselő- és működőképességét nagymértékben csökkenthetik, a többit meg megoldják a gépre ható erők. A cikk végén, a források felsorolásánál egy B-29-es bombázón végrehajtott teszt eredménye és kiértékelése megtalálható, igen személetes.

A harci rész mögötti szekció tartalmazza a rakéta energia-ellátását biztosító eszközöket, giroszkópot, hidraulikus vezérlést, a robotpilótát – ez vezérli lényegében a rakéta kormány szerveit – és a nagy felületű mozgatható vezérsíkok is itt találhatóak. A felületek maximális kitérítetősége mindkét irányban 22 fok. Az energiellátó rendszer egyen- és váltóáramot is szolgáltat az elektronikus rendszerek számára, az energia-ellátás a rakéta leválása után aktíválódik. A rakéta négy ponton keresztül kapcsolódik a függesztő szerkezethez. Ebből két ponton van megfogva a rakéta, az első bilincs és a hátulsó lenyúló „csap” csak a rakéta elfordulását akadályozzák meg és az indítási folyamatban vesznek részt.

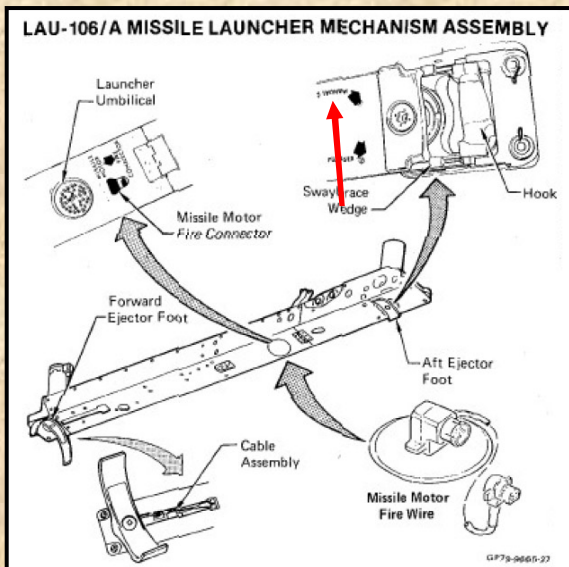
A rakéta hátsó antennái a félaktív rakétán a direkt radar (referencia)jel vételt teszik lehetővé, szemben a fő előre néző antennával, ami a dopplerrel eltolódással már csúsztatott jelet veszi. Ebből számítható a megközelítés sebessége, ami az irányítórendszer számára egy bemenő adat a sikeres elfogáshoz (előretartáshoz). A másik oka lehet a hátrafelé néző antennának a pályakorrekciós jelek vétele. Ez szükséges lehet a kváziszimultán céllelküzdéshez, ha a rakéta saját „agya” nem elég okos ahhoz, hogy ugyanarra a célra menjen rá, mint az első rakéta és ne a „saját feje” után menve döntse el, hogy mi lesz a második célpont.¹⁷⁰

¹⁶⁷ Az Eagle Engaged könyv szerint – 54. oldal – elektronikusan történik a mozgatás, a F-15 Armament Handbook ennek ellentmond. Én az utóbbi forrást tekintem hitelesnek.

¹⁶⁸ <http://pubs.drdc.gc.ca/PDFS/unc85/p531666.pdf>, von Karman ogive

¹⁶⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Continuous-rod_warhead
<http://goo.gl/WwrPo>

¹⁷⁰ A „Ha rövid a kardod” cikk alapján a nem tartom valószínűnek, az abban leírtak szerint a rakétában levő elektronika képes érzékelni, hogy a cél jellege megváltozik.



A Sparrow rakéták négy LAU-106/A indító–függesztő szerkezettel vannak a gépre függesztve. A rendszer feladata nem csak a rögzítés, de a rakétaindítási és leoldási folyamat ennek segítségével van végrehajtva. Az indítási folyamat a rakéta rendszereinek életre keltésével kezdődik, ez jelenti egyaránt a gázgenerátor indítását és elektromos rendszerek beüzemelését, a giroszkópok felpörgetését, stb. A rakéta a botkormányon levő indítógomb megnyomása után 1,4 másodperccel válik el a géptől, pontosabban lökődik el. Ehhez a rakéta függesztését egy piropatron energiájával működtetett munkahengerrel, és ahhoz csatlakozó hiba- és rúdrendszeren keresztül oldják fel. A (mechanikus) sorrendvezérlés csak ezután vezeti el két támasztó elem – mellső támkarima és hátsó kitámasztó talp – az ábrán *aft*-

és *forward ejector foot* – teleszkopikus munkahengeréhez a piropatronok által előállított nagynyomású gázt, amelyek ekkor ellökik a rakétát. Indítás után a mellső karima és a hátsó támasztó talp is rugó hatására visszahúzódik. (Mellékletben nagyméretű fotókon ránagyítva a mellső támkarima jól látható a helyén.) A rakéta hajtóműve ekkor még nem üzemel.

A rakéta még ekkor is egy vezetékkel kapcsolódik a géphez (*missile motor fire wire*). Miután a mechanikus zárok kioldottak, egy fémközelség-érzékelő vezérlőjele alapján a rakéta ezen a vezetéken keresztül egy elektromos jelet kap. Ez előfeltétele a rakétahajtómű indításának. Az ellökés folyamata során a kábel végül elnyíródik, tehát az elektromos kapcsolat megszakad, ez adja a jelet a rakéta hajtóműindításra. Tehát kettős biztosítású a hajtóműindítás, nem elég egy elektromos jel, az eltávolodás is mérve van. Mivel a rakéta harci részének élesítése a rakéta gyorsulásához van kötve, így az még egy biztonsági gáttal van védve a nem kívánt élesítés ellen. A földön egy biztonsági tűske beillesztésével mind a mechanikus, mind az elektromos jeltovábbítás blokkolva van. A tűske helyét a rajzon a piros nyíl mutatja.

A Csörgőkígyóhoz hasonlóan a Sparrow is rendelkezik gyakorló változattal, ennek típusjelzése CATM-7F és CATM-7M. A földi személyzet gyakorlását elősegítő nem reptethető modell a DATM-7.

Végezetül következnek egy összehasonlító táblázat. Jól látható az AIM-7F nagy vagy enyhe fölénye a hasonló méretű kortárs és későbbi szovjet légiharc rakétákkal szemben is. A teljes impulzusa nagyobb, a hajtómű optimálisabban is használja fel a tüzelőanyagot a két tolóerő-fokozat miatt, és mindezek mellett könnyebb, mint az R-24R és R-27R. A megnövelt méretű, és nagyobb tömegű R-27ER változattal szemben természetesen már alulmarad az Sparrow, de ebben semmi meglepő nincs, hiszen az orosz rakéta 50%-kal nehezebb. Nem megerősített, de az R-27ER hajtóműve valószínűleg az AIM-7F rakétához hasonlóan kettős tolóerő fokozatot biztosító rakétahajtóművel rendelkezik.

A dolog apró szépséghibája, hogy mire az R-27ER elkészült, addigra az AIM-120 rendszeresítése már a küszöbön volt a Légierőben. Az AIM-120-szal szemben sokáig – kis túlzással a mai napig – csak ezt tudják felmutatni az orosz gyártású vadászgépek, az R-77 mai napig nem terjedt el az Orosz Légierőben. A nagyobb R-27 változat kinematikai hatótávolsága még a legmodernebb 'C' AMRAAM változatét is felülmúlja. Ezzel lehetséges az, hogy az orosz gyártású vadászgépek, amik képesek ennek a változatnak az alkalmazására nagyobb indítási zónával bírnak, azonban a fegyver továbbra is igényli a folyamatos célmegvilágítást. Mivel az AMRAAM indítása után kifordulhat az indító gép annak végfázisos aktív önirányító vezérlése miatt, ezért taktikailag még mindig az AMRAAM alkalmazása az előnyösebb. Ezen felül, hiába indítható nagyobb

távolságról az R-27ER, a Szu-27 radarja nem feltétlen képes biztosítani a célpont folyamatos követését, ha az földhátterben és/vagy erős elektronikai ellentevékenységet végez az ellenfél. Mindenesetre a semminél több.

		AIM-7F	R-40RD	R-23R	R-24R	R-27R	R-27ER	R-77
<i>teljes tömeg</i>	kg	231	465	216	237	253	354	177
<i>teljes impulzus</i>	kg*sec	16'800	30'680	10'800	14'900	15'700	33'300	14'000
<i>két tolóerő fokozat</i>		igen	nem	nem	nem	nem	valószínű	nem
<i>rendszeresítés éve</i>		1976	1980	1973	1981	1987	1990	1994
<i>alkalmazó típus (alváltozat jelölése nélkül)</i>		F-15, F-14 F-18	MiG-25	MiG-23	MiG-23	MiG-29 Szu-27	Szu-27	Szu-27

A szovjet / orosz rakéták adatai a BMS4 szimulátor fórumán OSD néven kommentelőtől származnak, az adatok forrását is megadta.¹⁷¹ A linken található forrásból származnak a mellékletek között megtalálható összefoglaló táblázatok a szovjet/orosz légiharcrakétákról. A késsel és pirossal jelzett értékek szorzata kg*s mértékegységben a teljes impulzus. (A rakéta tömegére fajlagosítja a rendelkezésre álló impulzust, ez van az alsó sorban, a felső sorban a rakéta tömege van feltüntetve.) A rendszeresítés évén nem változtattam annak ellenére, hogy pl. az R-27R esetében a Szu-27 elvileg előbb tudta használni, mint a MiG-29, az 1987-es dátum a MiG-29 integrációra vonatkozik tudtommal. Az R-77-nek több változata is létezik ma már, azonban a legyártott darabszám igen bizonytalan, elterjedtségük finoman szólva kérdéses. Amúgy sincs sok értelme összevetni egy '70-es évek elején kifejlesztett rakéta paraméterét egy ~25-35 évvel később gyártott rakétáéval.

Végezetül egy átlalános megjegyzés ebben a fejezetben elhangzottakhoz. A különböző légiharc üzemmódokhoz tartozó HUD-on és a radar szkópon levő jelzések ismertette vannak a mellékletek között megtalálható *F-15 Armament Handbook* dokumentumban. A Lock On Modern Air Combat és utódja a Flaming Cliffs 2.0 (és a DCS széria) kereskedelmi szimulátorokat jellemző szinten pontosan modellezi ezeket. A linkelt videón látható működés közben néhány üzemmódban a rendszer, a program kézikönyvében megtalálható ábrák összehasonlíthatóak az igazival.¹⁷²

¹⁷¹ <http://www.dogswar.ru/biblioteka/aviaciia-biblio/5526-aviaciia-pvo-rossii-.html>

¹⁷² <http://www.youtube.com/watch?v=nOhT0IVDLQA&feature=relmfu>
www.vmh59.hu/download/Docs/FC%20manual.pdf

4.3.1.4. Újgenerációs rakétafegyverzet

A fentiekben említve volt, hogy az AIM-7M volt a Sparrow generáció utolsó tagja. A '70-es évek közepén-végén az AIMVAL / ACEVAL tesztek alatt bebizonyosodott,¹⁷³ hogy a szimulált légi harcok során nem biztosították az elégséges fölényt egyes feltételezett fenyegetésekkel szemben, még azok csak szemből indítható kis hatótávolságú infravörös légi harc rakétákkal voltak „felfegyverezve”. A megfelelő válasz kidolgozása már a '70-es évek végén megkezdődött, azonban csak a '90-es évek legelejére ért be. Ez volt az AIM-120 AMRAAM. Egy aktív radaros rávezetéssel bíró légi harc rakéta megalkotása volt cél, aminek a méretei nem haladhatták meg a Sparrow méreteit, így biztosítva, hogy az akkor használt vadászgépek is hordozhassák korlátozás nélkül. Ugye még emlékszünk, a Haditengerészet ekkor már cirka egy évtizede bírt az AIM-54 + F-14 párossal? Azonban a rakéta szélsőségesen nagy mérete és tömege, és az ebből fakadó negatív járulékos hatások miatt az USAF soha nem tartott rá igényt. A rakéta működési elve nem volt rossz, csak a főbb paraméterei nem feleltek meg a vadászgépek elleni alkalmazásra. Az új légi harc rakéta tervezésének és gyártásának a jogát a Raytheon nyerte meg 1979-ben.¹⁷⁴

Az AIM-120 fejlesztése és tesztelése igencsak elhúzódott, és jelentős költségtúllépéssel járt. Az első tesztindítás csak 1984 februárjában történt meg egy F-16-ról, az első szuperszonikus sebességgel történő teszt csak 1987 szeptemberében volt végrehajtva. A kezdeti alacsony ütemű sorozatgyártás 1988 októberében kezdődött, ez volt az AIM-120A széria. A Sivatagi Vihar hadművelet végén tesztelés és esetleges éles alkalmazás reményében már hordozta néhány Sas. Eddigre azonban az irakiak légierője és repterei romokban heverték, ezért csak a háború után került sor éles alkalmazásra. Ezekről későbbi fejezetben esik szó.

Természetesen az AIM-120-at is továbbfejlesztették az idők során, több generációt élt meg. A 1994 végén szállították le az AIM-120B első példányait, újabb vezérlőrendszert és programozható EPROM modulokat, új digitális processzort és egyéb elektronikai fejlesztéseket kapott.¹⁷⁵ Az AIM-120C első példányait 1996-ban kapták meg az alkalmazók, ez a változat már az F-22 belső teréből történő indításra is fel volt készítve. Az AIM-120C-4 szériát 1999-től gyártották és szállították, a C-5 nem sokkal ezt követően 2000 júliusában debütált. Ez alapvetően egy C-4 változat volt, de az elektronikai rendszerek más kisebb helyen is elfértek, ezért lehetővé vált nagyobb hajtóműszekció alkalmazása, ami megnövekedett indítási távolságot eredményezett.¹⁷⁶ Mindamellet, hogy kisebb lett az elektronika új zavarvédelmi módokkal és jobb földhátterben való érzékeléssel ruházta fel a rakétát a korszerűbb vezérlés és elektronika, ezen felül aktív zajzavarók követésére is képessé vált a rakéta, befogás nélkül indítható ilyen célpontok ellen. (HOJ – home on jam képessége).

¹⁷³ Lásd a „Gondolatok a légi harcászatról” című cikket.

¹⁷⁴ Még a '70-es években született az a döntés, hogy az európai országok fejlesztik ki és gyártják az újgenerációs kis hatótávolságú infravörös rakétát – ez lett volna az ASRAAM – és az amerikaiak a BVR légi harc rakétát. Azonban ez az egyezség bedőlt. Gyakorlatilag mindenki kiszállt, és Európában az angolokon kívül senki sem rendszeresítette. A többi európai NATO tagállam vagy az európai fejlesztésű IRIS-T, vagy az amerikai AIM-9X-et rendszeresítette. Kivéve a franciák, akik szokás szerint a légi harc-fegyverzet teljes spektrumát saját erőből fedik le MICA rakétákkal.

¹⁷⁵ Ne feledjük ez idő tájt lendült meg a civil számítástechnika. Egy ideig ekkor még lépést tudtak tartani a haditechnikai alkalmazások, később azonban már menthetetlenül lemaradtak teljesítmény paramétereikben. Más kérdés, hogy az alkalmazások nagy része nem is igényli a mai asztali számítógép által elérhető teljesítményt.

¹⁷⁶ Ez az AIM-54 + F-14 nagy hatótávolságú célmegsemmisítési képességének leépülése majd teljes elvesztése miatt volt fontos a Haditengerészetnek. Új fejlemény – 2012-es hír – hogy ez a megbízhatóság rovására ment, a régebbi változatok hajtóművei stabilabbak. A leselejtezett régebbi rakéták hajtóműveit ezért kísérleti jelleggel, az újabb elektronikával ellátott változatokra szerelik fel. Ez azért érdekes, mert ez bizonyos fokú képességcsökkenést jelent.



F-15C a Sivatagi Vihar hadművelet vége felé vagy közvetlenül utána, a repüléstilalmi övezet fenntartásakor. A hordozott fegyverzet vegyes, átmeneti korszakot tükröz. A törzs felfüggesztési pontokon AIM-7M, a szárnyak alatt azonban már 1-1 darab AIM-120A AMRAAM és 1-1 darab AIM-9M Sidewinder van a gépre szerelve.

A rakéta számszerű paraméterei és képességei nagyrészt titkosak, ezért csak becslésekre és feltételezésekre lehet alapozni. Az Sparrow rakétához hasonlóan valószínűleg az AMRAAM is kettős tolóerő fokozattal bír, azonban az égésidőt alacsonyabbra taksálják, 9-12 másodpercre változattól függően. Mivel a rakéta tömege jóval kisebb, ahogy az átmérője is, ezért valószínűleg az AIM-7F/M változatokhoz igen hasonló kinematikai jellemzőkkel rendelkezik. Ez vonatkozik indítási távolságokra és a rakéta által elviselhető maximális túlterhelésre is. Ez utóbbi valószínűleg kismértékben meghaladja a leváltani kívánt eszközét. A Sparrow maximális túlterhelésére a legtöbb forrás 23G-t ad meg, az AMRAAM-nál 26-28G közötti becslésekkel találkoztam. A hasonló kinematikai hatótávolság, kombinálva az új rávezetési formával elképesztően nagy taktikai előnyöket kínál a régebbi félaktív rakétákat alkalmazó ellenféllel szemben. Ezt a részt nem fejtem ki bővebben, a mellékelt cikksorozatban és a korábbi Haditechnikai összefoglaló cikkemben a legfontosabb dolgok ismertetve vannak ezen a téren. Egy dolgot emelnék ki. Gyakran emlegetik, hogy a Sasok négy, vagy speciálisan erre felkészített gépek esetében – alaszkaik gépek a tömeges orosz gázturbina hajtású manőverező szárnyasbomba támadások kivédése végett – akár nyolc cél párhuzamos leküzdésére is képesek. Azonban a reálisan értelmezhető képesség vadászgépek közötti összecsapás esetén, két célpont szimultán leküzdése. A célazonosítás és a célok kinematikai paraméterei nemigen tesznek többet lehetővé.

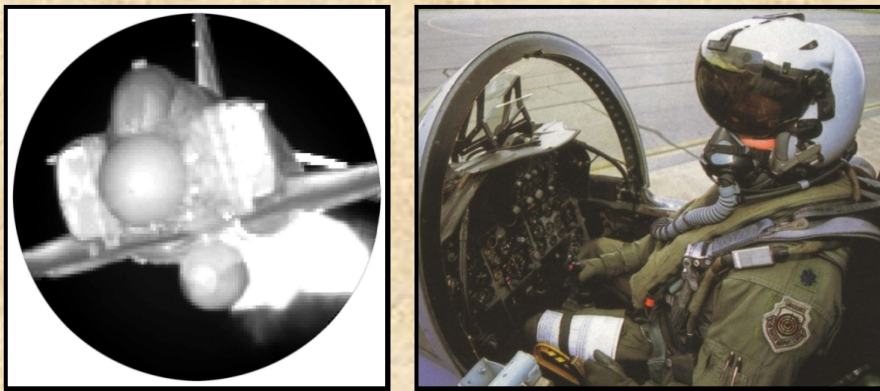
Az AMRAAM legújabb generációja az AIM-120D változat, ez azonban még a jövő zenéje. Ennek fejlesztése és tesztelése elég vontatottan halad. Hogy ez a források szűkössége,¹⁷⁷ technikai problémák vagy szimplán a jelenlegi helyzetben meglévő képességek elégséges szintje miatt van, azt nem igazán lehet tudni. Ezzel a változattal igen ambiciózus célt fogalmaztak meg, a legfejlettebb 'C' variánshoz képesti legalább 50%-kal nagyobb maximális indítási távolságot céloztak meg. Hogy ezt hogyan megoldani, az igencsak homályos. Egy biztos, nem az európai Meteor légi harc rakétánál alkalmazott reamjet meghajtási móddal. Ragaszkodnak a hagyományos rakétahajtáshoz, azonban a hajtóanyag variálásával és a rakéta hossz méretének növelésével elérhető lehet a kitűzött cél. Ezen felül egyéb képességeket is biztosítanak a rakéta számára, amit a megnövekedett indítási távolság miatt célszerű meglépni.¹⁷⁸ Mellékszál, a

¹⁷⁷ <http://www.flightglobal.com/news/articles/raytheon-aim-120d-amraam-faces-funding-cut-358102/>

¹⁷⁸ <http://www.superfighter.hu/Article/ARaytheonAIM120AMRAAMrakta/index.html> (Ha nem élne a link, akkor a cikk megtalálható az Aranyas magazin 2006. májusi számában.)

Haditengerészet lényében ezzel a légiharc rakétával fogja visszakapni nagyjából az a képességeit kinematikai hatótávolság terén, amit az AIM-54 + F-14 páros biztosított, azonban a rakéta mérete és tömege jóval kisebb lesz. Tehát nem csak olyan nehézsúlyú gépek hordozhatják, ezen felül a hordozható mennyiség is jóval nagyobb.

Az AMRAAM kis méretének és kisebb tömegének további előnye, hogy mind az F-15 mind a többi haditengerészeti és légierő által üzemeltetett gépen az addig a Sparrow számára használható függesztési pontokon túl máshova is fel lehet szerelni az új „játékszert”. A hordozott fegyverzet így jobban variálható, ezen felül igen brutális tűzerő növelés érhető el. A Sas esetében ez azt jelentette, hogy az AMRAAM a Sidewinder légiharcrakéták helyére is felrakható. Ebben az esetben természetesen a szárnygerenda két oldalára más adaptert és indítósíneket kell felszerelni, viszont a Sas akár nyolc darab AMRAAM légiharcrakétát is hordozhat. A jellemző konfiguráció ma 6 db AMRAAM és két darab Sidewinder, ez utóbbiakat a külső sínekre teszik. (A gép törzse kevésbé korlátozza a szenzort, ha mondjuk a baloldali szárny külső sínje alá szerelt rakéta jobbra néz.)



A baloldali képen Az AIM-9X képalkotó rendszere által biztosított kép, a jobboldalin a JHMCS sisak display látható.

A '90-es évek végére kezdtek ráébredni az amerikaiak is, hogy az szovjet örökségként létező továbbfejlesztett R-73 változatokkal szemben fel kell mutatni valamit. Még az AIM-9M legutolsó szériája sem mutatott semmiféle fejlődést a céljelölés módjában és az indítási zóna növelése terén, ahogy más, az R-73 és hordozó gépei (platformjai) által biztosított képesség sem áll rendelkezésre a Sason szolgálatot teljesítő pilótáknak. Ezen területeken kellett előrelépni, szokás szerint a rakéta zavarvédelmének és érzékenységének további javítása is a megfogalmazott célok között volt. A '90-es évek elején már szereztek némi tapasztalatot az utóbbi terén. A Haditengerészet által futtatott AIM-9R program keretében még az AIM-9M rakétatestén és hajtóművén alapuló, de generációs ugrást jelentő képalkotó infravörös célkereső technológiát alkalmazó rakétát alkottak meg. Azonban a forráshiány – a hidegháború utáni fegyverzet- és költségcsökkentési időszak ekkora esett – meg a „szokásos” egyet nem értés a Légierő és a Haditengerészet között elgáncsolta a további munkát.

Azonban az erőfeszítések nem voltak teljesen hiábavalóak, az AIM-9X megalkotásakor támaszkodhattak az 'R' változat során kifejlesztett technológiára és megszerzett tapasztalatokra. Az AIM-9X nem csak új célravezetési technikájával képviselt más generációt, a hajtóműve tolóerő-vektorált lett és az AIM-9L/M rakétákon alkalmazott rolleronos stabilizálást sem alkalmazták már.¹⁷⁹ Ezáltal a hátsó vezérsíkok lettek a mozgatható kormányfelületek és a kisebb méretük ellenére biztosították ugyanazokat a kinematikai paramétereket, mint az M változaton, vélhetőleg kisebb légellenállással. Sőt, amíg a hajtómű működött, addig a 'M' változatot jóval meghaladó manőverező képesség biztosított a tolóerő-vektorálás, annak

¹⁷⁹ *Hogy hogyan működik a rakéta vezérlése, azt sajnos a források nem fejtik ki.*

ellenére, hogy a hajtómű az késői 'M' változatokon használt MOD 11 hajtómű leszármazottja. A rakéta indítási zónája és célkijelölés módja is további lehetőségekkel bővült.

A sisak display (JHMCS) használatával a célkijelölés a gép hossz tengelyéhez képest ± 90 fokban lehetséges, hacsak a gép törzse nem blokkolja a rakéta látómezejét. A JHMCS sokkal többre képes, mint a MiG-29 / Szu-27 gépeken használt egyszerű sisakcélzó. Rengeteg információ megjelenítésére alkalmasak. Lényegében minden adat, ami a HUD-on megjeleníthető – ma már valószínűleg a FLIR és egyéb optikai érzékelők holografikus megjelenítése is lehetséges – kivetíthető a pilóta szeme elé. A pilóta bármerre nézhet, akkor is megkapja azon információkat, amit a HUD csak korlátozottan, előre felé szemmagasságban tud szolgáltatni. Mivel az egész rendszer a pilóta sisakjára van telepítve, a manőverező légi harc miatt a rendszernek igen könnyűnek kell lennie, hogy ne terhelje túl a pilóta nyakizmait és ízületeit.

4.3.1.5. Export változatok légi harc-fegyverzete



Python-3 infravörös légi harc rakéták egy izraeli F-15 jobb szárnya alatt.

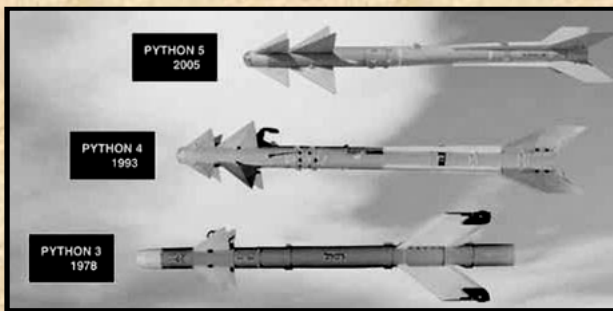
A Sast több USA-val baráti vagy jó viszonyt ápoló országba exportálták, azonban a gépekkel szállított és azok által alkalmazható fegyverzet nem minden esetben volt azonos. Alapvetően mind az amerikai mind a szovjet/országi fegyverszállításokat az jellemzi, hogy még a legszorosabb szövetségesek számára is csak butított változatok eléretőek, vagy legalábbis némileg eltérő műszaki tartalmúak. Ennek több oka is van. Az első az, hogy a baráti ország, azért „tudja, hogy hol a helye”, azonos képességekhez senki, vagy csak nagyon, nagyon szűk kör juthat, de még ők is csak másodikként.¹⁸⁰ A másik a technológia és a katonai titkok védelme. Igaz, hogy a szovjetek a Vietnámban vagy más háborúkban lelőtt gépek fegyverzetéből is szerezhetek információkat. Azonban a legnagyobb blama és a szovjet titkosszolgálatok egyik legnagyobb sikere volt, amikor egy német katonai támaszpontonról az NSZK-ból elloptak egy AIM-9B légi harc rakétát. Mivel az átadott fegyverzet felett az USA-nak nincs további kontrollja, ezért is célszerű eltérő változat exportálása. Az azonos típusjelzés nem feltétlen takar azonos képességet. Ez igaz fegyverzetre, de a gépek elektronikai rendszereire is.

Annak ellenére, hogy Izrael megkapta a korszak csúcsvadászát, a hozzá tartozó csúcskategóriás amerikai eredetű kis hatótávolságú légi harc rakétát nem. Az USA csak az AIM-9G és H változatokat adta el. Ezeket használták élesben is, értek el néhány légi győzelmet velük, azonban az 5. Arab-izraeli háborúban saját fejlesztésű Python-3 légi harc rakétával aratták le a babérok többségét. Az IAF gépek fegyverzetét érintően a helyzet nem egyértelmű. Egyes források tagadják azt, hogy Python-3 rakéta akkor integrálva volt, vagy ha volt, szerintük az IAF nem használta. (Akkor meg minek integrálták..?) A források egy része csak Python-3-mal elért légi győzelmet sorol fel a Békét Galileának hadművelet alatt. Ilyen pl. *Shlomo Aloni* szerzőtől *Israeli F-15 Eagle Units In Combat* című kiadvány melléklete. Más források¹⁸¹ meg szinte nem is tartalmaznak ilyen győzelmeket és az AIM-9L dominál a kis hatótávolságú légi harc rakétáknál. (Egy izraeli repülőgép-szimulátor

¹⁸⁰ Kivételek vannak, de nem túl gyakoriak. Az brit Harrier gépeken 1982-ben Falkland felé hajózva végezték el az integrációt, az USA kis mennyiségben átadott AIM-9L légi harc rakétákat az briteknek. Hasonló esemény volt 1973-ban, amikor közvetlenül az USAF gépállományából adtak át F-4 Phantom II vadászgépeket, AGM-65 és AGM-45 levegő-föld fegyverzetet Izraelnek. Kizárt, hogy ezeket a rendszereket az idő rövidege miatt le tudták butítani.

¹⁸¹ http://www.aciq.info/CMS/index.php?option=com_content&task=view&id=201&Itemid=47

fejlesztő szerint – Dingo a BMS4 fórumon – az előbbi lista tekinthető a legpontosabbnak, minden más lista ennél lényegesen több tévedést tartalmaz.)



A Python-3 méretei meghaladják az AIM-9L-ét, emiatt az IAF gépei speciálisan az izraeli Sasok számára kifejlesztett indítószíneket használnak. Természetesen a hazai ipar gyártotta le és integrálta a fegyvert. Amennyiben a gépek hordozzák a törzshöz simuló üzemanyagtartályokat, akkor a belső sínekre nem szerelhető rakéta, a vezérsíkok miatt nem férne el. Természetesen a Python család későbbi rakétáit is

integrálták a Sasok fegyverzetébe, ez a Python-4 és Python-5 rakétákat jelentette. Ebből az utóbbi már az AIM-9X-hez hasonlóan képalkotós infravörös érzékelővel bír, ezen kívül indítás utáni célbefogásra is képes,¹⁸² ami lehetővé teszi, hogy akár az indító gép mögötti célpont ellen is alkalmazzák. Ebben az esetben a kinematikai hatótáv szélsőségesen kicsi lehet. A '90-es években az izraeli gépek is megkapták az aktív radaros AIM-120 légiharc rakétát, leváltva az AIM-7F-et.



A japán változatok légiharc fegyverzetét kezdetben AIM-7F, AIM-9L légiharc rakéták alkották, azonban az izraeliekhez hasonlóan ők is hazai fejlesztésekben látták a jövőt. A '90-es évek elején kezdődött a saját fejlesztésű kis hatótávolságú infravörös AAM-3 gyártása (balra fent), kb. 450 darabot szállítottak le összesen. A következő generációs japán kis hatótávolságú légiharc rakéta az AAM-5 (jobbra fent) a 2000-es évek elején érkezett, ekkor kezdődtek meg a repülési tesztek a rakétával, a fejlesztése már a '90-es évek közepén is folyamatban volt. Az első széria példányokat 2004-ben adták át, 2006-tól a rakéta hivatalosan is megkezdte szolgálatát. Meglepően sokat, több mint 2'500 darabot gyártottak le eddig belőle, a gyártása a tervek szerint 2016-19ig fog tartani, a teljes leszállított mennyiség 3'500 darab körül lesz. A rakéta elvileg azonos kategóriába esik képességek terén, mint az ASRAAM. Vélhetőleg nem tolóerő-vektorált a hajtóműve, az infravörös érzékelő valószínűleg már a képalkotós technológiát alkalmazza. BVR légiharc fegyverzetet is hazai rakétával erősítették, '90-es évek végén az aktív radarvezérlésű AAM-4 képében. Külsőre és méreteiben alig tér el az AIM-120 AMRAAM-tól. A japán légiharc rakétáról alig lehet tudni valamit, mivel sehova sem exportálták őket és a japánok meg nem egy szószátyár társaság...

A szaúdi gépek valószínűleg AIM-9P változatokkal kerültek átadásra, a Sivataji Vihar alatt ezzel ért el kettős légygőzelmeket a típus. BVR légiharc-fegyverzetet az AIM-7F alkotta. Manapság BVR kategóriát itt is az AMRAAM jelenti, a közeli –légiharc fegyverzetet a JHMCS + AIM-9X kombináció.

¹⁸² LoAL – lock after launch

4.3.2. Levegő-föld fegyverzet

Korábban már említésre került, hogy az „*egyetlen grammja sem szolgálta a csapásmérést*” jól csengő szlogen, csak nem igaz az F-15-re. Az Sas igen tekintélyes mennyiségű és jól variálható csapásmérő fegyverzet hordozására képes, ám bár ezt a képességet azonban az Egyesült Államok Légierője sosem használta ki. Egyszer merült fel – a Sivatai Vihar alatt – bár akkor meg a kivitelezhetősége lett volna erősen kétséges. A miértekről az 5. és 8. fejezetben lesz szó.

A Sas rendszeresítő országok közül egyedül Izrael aknázza ki a gépen levő csapásmérő potenciált, azonban ez is a ritka esetek közé volt sorolható. Amennyire tudom csak egyszer történt meg. Hagyományos bombafegyverzetten túl az F-111F gépek által a Sivatai Vihar hadművelet alatt alkalmazott GBU-15 hordozására és autonóm alkalmazására is képes volt az IAF néhány gépe. Az Izraeli Légierő rendszeresítette a hozzá szükséges elektronikai AN/AXQ-14 konténert. Mivel az *F-15 Armament Handbook* ismerteti elektro-optikai fegyverek használatához szükséges célzó üzemmódot, ezért a Sas flotta egy része biztosan képes volt a használatra, azok a szériák, amiket erre felkészítettek.¹⁸³ A kézikönyv 1978-as kiadású, az F-15C/D gépek gyártása csak ekkor kezdődött. Ellenben az IAF F-15C/D gépeken használta, tehát a kézikönyv kiadási időpontja alapján, akkor az A/B gépek is képesek voltak erre.

Az F-15 csapásmérő képessége „minőség” terén az A-7 Corsair II-höz hasonlítható, de a Sas flotta legalább egy része képes használni az elektro- optikai vezérlésű, kétirányú adatkapcsolaton keresztül vezérelhető GBU-15 siklóbombát, a hozzá szükséges elektronikai konténerrel. Az F-15 öt különböző bombacélzó üzemmóddal bír, ezek a következők:

- AUTO
- CDIP (*continuously displayed impact point* – folyamatosan számított becsapódási pont)
- DIRECT
- EO-IR
- MANUAL

Az AUTO mód (fél)automatikus oldást takar. A pilóta számára a HUD kijelzi a kijelölt célponthoz képest tartandó repülési irányt, a szél hatását korrigálandó. (A célpont kijelölése valószínűleg történhet a radar segítségével vagy a HUD-on levő jel célpontra történő mozgatásával.) Az oldás történhet vízszintes repülés közben, de ugyanúgy süllyedéskor vagy emelkedés közben, „elhajítva” a bombát. A pilóta az oldás végrehajtásához a botkormányon levő fegyver leoldó gombot lenyomva tartja. Amennyiben teljesült az iránytartást kellő pontossággal kivitelezni, akkor a megfelelő paraméterek esetén a rendszer automatikusan leoldja a fegyverzet-kezelő panelon beállított bomba mennyiséget (*release pulse*) a beállított oldási távolságok (*release interval*) szerint. A célzás során tehát az oldalirányú pontosságot a pilóta, a 6/12 óra „irányú hibát” – leoldás pillanata – a fedélzeti számítógép biztosítja. Az F-16-os CCRP (*continuously computed Release point* – folyamatosan számított oldási pont) üzemmódjához hasonlítható az Sas ezen üzemmódja.¹⁸⁴ (Az F-15 egyes üzemmódjaihoz tartozó jellemző HUD kijelzéseket a pilótafülkét taglaló fejezet tartalmazza.)

¹⁸³ Teljesen egységes több száz gépből álló vadászrepülőgép flotta nincs. Apróbb eltérések mindig vannak. Egyes hibákat javítanak a gépeken, a követelmények a gyártás során változhatnak az üzemeltetési tapasztalat függvényében, egyes fegyverek és rendszerek beépítése lehet, hogy nem történik meg, mert már nincs rá igény, stb.

¹⁸⁴ <http://www.youtube.com/watch?v=YjmXT03NYSO> A DCS A-10C Warthog repülőgép-szimulátorban látható a folyamat, csak modernebb fedélzeti rendszerekkel. A F-15A/B elektromechanikus kezelő panelja helyett az A-10C gépeken az F-16C-hez hasonló stores management system (SMS) van. A videón a célkijelölés a HUD-on levő target designator box segítségével történt.

A CDIP (*continuously displayed impact point* – folyamatosan kijelzett becsapódási pont) üzemmód az F-16 gépeken használt CCIP¹⁸⁵ (*Continuously Computed Impact Point* – folyamatosan számított becsapódási pont) üzemmódjához hasonlít. Ez csak jó látási viszonyok esetén használható, a célpontot látnia kell a pilótának. A HUD-on folyamatosan ábrázolva van a bomba becsapódási pontja az adott repülési helyzet függvényében. A pilóta feladata csak annyi, hogy megfelelő manőverekkel a becsapódási pontot a célpontra vigye. Jellemzően enyhe, vagy erősebb siklás során végrehajtott bombázás közben használt üzemmód, mert ekkor látszódik csak HUD-on a marker. (A CCIP videón látható, hogy emelkedés és leborítás előtt a célzó vonal végén levő becsapódási pontot jelző ábra nem látható.) A '70-es évek elektronikája tette lehetővé, hogy a fedélzeti számítógép képes legyen gyakorlatilag valós időben kiszámolni és kijelezni a pilótának a szükséges paramétereket. A korábbi gépeken ehhez hasonló üzemmód nem volt. Az oldás során itt is a fegyverzetkezelő panelon beállított oldási programot hajtja végre a rendszer. Ha sorozatos a bombaoldás, akkor a sorozat közepének becsapódási helyét mutatja, tehát a marker előtt és után ér földet a sorozat.¹⁸⁶

A DIRECT mód egy igen primitív üzemmód. A HUD-ra vetített markert a célpontra kell vinni manőverezéssel. Meghatározott sebesség, süllyedési szög és magasság mellett – minden bombára azonos – lehet oldani a bombát manuálisan, tehát programozott oldás nem lehetséges. Az oldási távolságközök helyett a pilóta időközöket állít be a fegyverzet-kezelő panelon. Rejtély számomra, hogy miért tettek bele ennyire óskövület üzemmódot, ami teljesen rugalmatlan. A fenti két üzemmód teljes alkalmazási szabadságot ad a fenti három paraméter tekintetében, az adott repülési helyzethez számolják ki a fedélzeti rendszerek a szükséges paramétereket.

Az EO-IR oldási mód a DIRECT üzemmód, kiegészítve az elektro-optikai (televíziós) szenzor által érzékelt kép kijelzésével a radar szkópon. Ez lényegben csak a GBU-15 és elméletben talán a vietnámi korszakra jellemző GBU-8 számára áll rendelkezésre. Más elektro-optikai vezérlésű fegyvert nem integráltak a Sas fegyverzetébe. (Valószínűleg csak a flotta egy töredéke lett volna képes használni ezeket a siklóbombákat.)

A MANUAL tartalék üzemmód, a központi számítógép, a HUD vagy a fegyverzetkezelő-rendszer hibája esetén használatos üzemmód. Ebben az esetben csak manuálisan lehetséges a bombaoldás. A bombaoldás egyesével történik, minden egyes leoldási parancsra (gomb lenyomása) egy darab bomba oldódik le. Tehát a pilóta ujjának gyorsasága határozza meg a sorozatban oldás sűrűségét. Ha egyik rendszer sem hibásodik meg, akkor az MANUAL üzemmód a DIRECT üzemmóddal megegyezik. Ez utóbbi két üzemmód szolgál a gépágyú földi célok elleni használatára is.

Természetesen mind az AUTO mind a CDIP üzemmód esetén számolni kell a mérési hibákkal azon paraméterek tekintetében, amit a ballisztikai számítógép felhasznál. Tehát a marker számolt helyzete is hibával terhelt, erre rakódnak rá oldás után véletlenszerű hibák. Ez utóbbiak az oldási magassággal növekedésével egyre nagyobbak és halmozódnak. A szél nem egyenletesen fúj, az áramkép a bomba körül nem tökéletesen azonos, stb. ~1 km magasságból a körkörös hiba¹⁸⁷ kb. 30 láb (~10 méter), 6 km magasságból végrehajtott bombázás során ez már 200 lábra (~ 60 méter) nő.¹⁸⁸ Az előbbi a precíziós fegyverek pontossága volt a '80-as években. Ez elsőre úgy tűnik, hogy feleslegessé teszi a precíziós

¹⁸⁵ <http://www.youtube.com/watch?v=LbMeaKTjGjE&feature=related>

¹⁸⁶ *Ez páros számú bomba leoldásakor érdekes, hiszen akkor két bomba közötti felezőpontra esik a hely, páratlan számú bombából álló sorozatnál fizikailag létezik középső bomba.*

¹⁸⁷ *CEP – circular error probable, Körkörös szórás, ezen a távolságon belül csapódik be a leoldott bombák 50%-a.*

¹⁸⁸ *Ezek az F-16A gépek által gyakorlatban mért értékek a Sivatagi Vihar alatt, az F-15A/B gépek avionikai rendszere kb. ezt a szintet képviselte, ezért ezeket elfogadom referencia adatnak a képesség jellemzésére alkalmas számoknak.*

fegyvereket. A dolog szépséghibája az, hogy ehhez kőkeményen bele kell repülni a könnyű légvédelem megsemmisítési zónájába. Ehhez képest pl. GBU-24 + F-111F ezt a pontosságot akár 20 ezer láb (~6 km) magasságból is képes volt produkálni. Ez lényegében kiemelte az F-111F-et a Kub (SA-6) és Krug (SA-4) kivételével a teljes rakétás csapatlégvédelem és a légvédelmi gépágyúk megsemmisítési zónájából. Tehát, ha ezeket elnémították – ahogy a Sivatagi Vihar alatt tették – akkor közepes magasságban repülve a csapásmérők lényegében fenyegetés nélkül dolgozhatnak. Persze az elektro-optikai és infravörös képalkotó rendszereknél a nagyobb magasság a kor színvonalát jellemző képalkotó rendszerek felbontása mellett azért igencsak korlátozta a célazonosítást és a fegyvernek célon tartását.

A fegyverzet-kezelő panelon állítható a leoldani kívánt bombák mennyisége és azok közötti oldási távolság vagy időköz. Ezek kombinációját nem ismertetem, az *F-15 Armament Handbook* 10-21 oldalától kezdve megtalálható szemléletesen, tömör angolsággal. Az F-15 fegyverzetkezelő rendszere a kor színvonalán fejlettnak számított, ez volt a '80-as években megjelenő digitális fegyverzetkezelő rendszerek elektromechanikus előfutára. Összevetve későbbi digitális rendszerekhez képest, amik többfunkciós képernyőkön jelenítették meg az adatokat és más adatot is képes volt megjeleníteni nagy helyet foglalt el a kabinban és túlbonyolított is volt. (Kivétel a teljesen digitális F-111D, lásd F-111 típusismertetőt.)

Az, hogy milyen levegő-föld üzemmódokat képes az F-15 használni, az megvolt; lássuk, hogy mennyi „bummal” párosult ez, mekkora volt a hordozható fegyverzet mennyisége és milyen kombinációban. Kezdjük kívülről és haladjunk befelé.

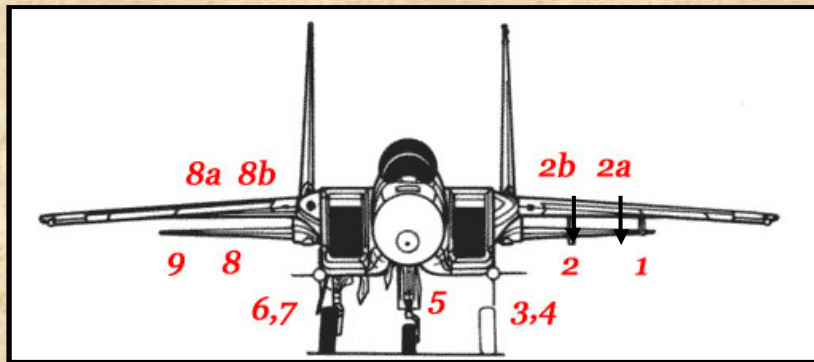
A függesztési helyek közül a külső szárnygerendák különlegesek, mert lényegében sohasem használták azokat. Ezekre csak elektronikai zavaró-konténer volt függeszthető. A mikroelektronika fejlődése lehetővé tette, hogy a kezdetben csak a konténerek által biztosított képességeket a Sas integrált ECM rendszere is hozza, ezért a továbbiakban nem volt szükség a függeszthető ALQ-119 konténerekre. A legyártott eszközök száma amúgy igen szűkös lehetett, tehát adott esetben is csak a gépek töredéke számára lett volna biztosított.¹⁸⁹ A Sas által használt fegyvergerendák, bombázarak, rakétasínek az *F-15 Armament Handbook* 3. és 4. fejezetében megtalálhatóak, ezért itt nem részletezem azokat.

A lenti táblázatban szereplő fegyverekhez képest valószínűleg más típusú, de hasonló tömegű bombák hordozására is képes volt F-15A/B. A lent felsorolt típusok integrációja megtörtént. A tömegadatokat abból a szempontból mérvadóak, az esetlegesen fel nem tüntetett vagy nem integrált fegyverekből elvi szinten mekkora mennyiséget hordozhat. Ugyanis a pontos oldáshoz a fedélzeti számítógépnek ismernie kell a bomba típusát. Ennek hiányában hiába függeszthető fel, a célzás pontatlan lesz. Minden bombának más a tömege és a légellenállása, a ballisztikai számításokhoz ezek nélkülözhetetlenek.

A teljes fegyverzet-konfiguráció szemléletes ábrázolása miatt a légiharc fegyverzetet is belevettem a lenti táblázatba. A 8a és 8b pontokra mindig lehetséges AIM-9-et feltenni, a '90-es évektől kezdve Sidewinder helyett AIM-120 AMRAAM is kerülhetett már. Az izraeli gépeken a kis hatótávolságú Python rakéták kerülhetnek ide – a már említett korlátozásokkal a méretük miatt – a japán AAM-3 és AAM-5 rakéták szintén ide szerelhetőek fel.

¹⁸⁹ *Ebben semmi különleges nincs. Még a világ leggazdagabb és legfejlettebb légierőinek sem telik arra, hogy az összes gép számára elegendő különböző feladatok elvégzéséhez (elektronikai zavaró, lézeres célmegjelölő, felderítő, stb.) szükséges konténert biztosítsanak. Egyszerűen nincs rá pénz, de igény sem. Eléggyé valószínűtlen, hogy pl. minden F-16C/D gép számára szükséges lenne a HARM magasabb szintű használatához szükséges HTS pod és ezek mellé még a lézeres célmegjelölő konténer. A 14 darab magyar Gripenhez is összesen 5 darab Litening lézeres célmegjelölő konténer – a felbontása miatt néha már felderítő eszköznek is kategorizálják – áll rendelkezésre. (Véleményem szerint ez egyáltalán nem rossz arány.)*

Az elektronikai zavaró konténereknél a törzs alatti függesztési pont lehet, hogy csak az B/D változatokon van kábelezve. Említve volt, hogy az egy- és kétüléses változatok belső tüzelőanyag-kapacitása azonos. Nem a tüzelőanyag mennyiségen, hanem az elektronikai hadviselési képességeken spóroltak, a kétüléses gépeken nem volt integrált elektronikai zavarórendszer. (Most már lehet, hogy van.)

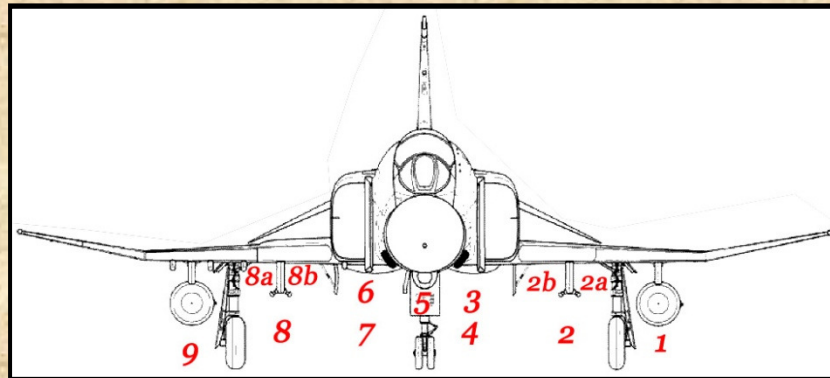


függesztmény	tömeg (font)	9	8 (8a/8b)	7	6	5	4	3	8 (2a/2b)	1
Légiharcrakéták										
AIM-9	186		2						2	
AIM-7	510			1	1		1	1		
1991-től AIM-120			2	1	1		1	1	2	
általános célú bombák										
Mk-82 LDGP	505		6			6			6	
Mk-82 Snakeye	550		6			6			6	
Mk-84 LDGP	1970		1			1			1	
GBU-8	2229		1			1			1	
GBU-15*			1						1	
napalmbombák										
BLU-27B/B			3			3			3	
kazettás bombák										
CBU-54 B/B	785		4						4	
CBU-58 B/B	810		4						4	
CBU-71/B	810		4						4	
Mk-20 Rockeye II	486		6			6			6	
gyakoroló bombák										
BDU-33			6			6			6	
póttartály										
600 US gallon			1			1			1	
elektronikai zavaró konténer										
ALQ-119 / ALQ-131		1				1*				1

A GBU-15 integrációja erősen kérdéses a teljes flotta tekintetében. Az IAF F-15D gépei biztosan képesek használni. (Dingo szerint.)

Az F-15 által használt MER-200P hatzáras tartó képes tartós 7,33G túlterhelés elviselésére, ez az F-15A/B gépek engedélyezett túlterhelésének a maximuma volt. A különös az, hogy egyetlen forrás sem részletezi, hogy ez az érték légiharc-fegyverzettel vagy csapásmérő konfigurációra vonatkozó korlátozás. Mert azt azért elég nehéz elhinni, hogy a mindét esetben ugyanaz az érték. Ha bombafegyverzettel megrakottan 7,33G, akkor érthetetlen, hogy légiharc-fegyverzettel is miért csak ennyi volt kezdetben. (Később 9G-re növelték az engedélyezett maximális túlterhelést.) Akárhogy is, az F-4 Phantom II-höz képest nagyobb manőverezési tartalékot tettek lehetővé a bombázarak, légvédelem elleni kitérő manőverek esetén. A

másik nagy különbség, hogy az F-15-nek megvolt a tolóereje hozzá, hogy ezt közepes magasságban akár bombákkal leterhelve is előadja.



függesztmény	tömeg (font)	9	8 (8a/8b)	7	6	5	4	3	2 (2a/2b)	1
Légiharcrakéták										
AIM-9	186		2						2	
AIM-7	510			1	1		1	1		
általános célú bombák										
Mk-82 LDGP	505	6	3			6			3	6
Mk-82 Snakeye	550	6	3			6			3	6
Mk-84 LDGP	1970	6	3			6			3	6
kazettás bombák										
CBU-58 B/B	810		2			4			2	
póttartály										
600 USG drop tank						1				
370 USG drop tank		1								1
elektronikai zavaró konténer										
ALQ-119				7*						

*A bal oldali elülső Sparrow függesztési pont.

Természetesen amennyiben a bombázáron vagy a gerendán elfér, hasonló tömegű bombák, nem irányított rakéták, gépágyú konténer, stb. is alkalmazhatóak a típusról. A mellékletek között *USA-konfigurációk.pdf* névvel letölthető dokumentum amiben további függesztési lehetőségek is fel vannak sorolva. Tehát az alábbi két konfiguráció a bevett, ha a nagyobb harcászati hatósugarat is elvártak az F-4-től, és egy harmadik, maximálisan megpakolva, minimális hatótávolsággal és manőverező képességgel.

	1.	2.	3.
légi harc fegyverzet	4 db AIM-9 4 db AIM-7	4 db AIM-9 4 db AIM-7	4 db AIM-9 4 db AIM-7
póttartály	2 x 370 US gallon	2 x 370 US gallon póttartály és 1x 600 US gallon póttartály	-
csapásmérő fegyverzet	12 db (2x3 + 1x6) Mk-82 vagy 3 db Mk-84	6 db (2x3) Mk-82 vagy 2 db Mk-84	24 db (3x6 + 2x3) Mk-82 vagy 5 db Mk-84
tüzelőanyag mennyiség	2' 714 US gallon	3'335 US gallon	1'994 US gallon

Az F-15 esetében szintén korlátozás nélkül hordozható a teljes légi harc-fegyverzet, azonban, ha nagyobb mennyiségű csapásmérő fegyverzet horodozása szükséges, akkor a szárny alatti póttartályokat fel kell

áldozni a csapásmérés oltárán, csak így biztosítható az F-4-nél teljesen átlagosnak mondható 2x2000 fontos bomba vagy a 6 db 250 fontos bomba. Bár az F-15C/D nem az alapváltozat, de az összehasonlítás végett ezen változatokat is szerepeltetem. Hogy fair legyen az F-4 számára a mérkőzés, CFT-k kapacitásával nem számolok.

	1.	2.	3.
légi harc fegyverzet	4 db AIM-9 4 db AIM-7	4 db AIM-9 4 db AIM-7	4 db AIM-9 4 db AIM-7
póttartály	1 x 600 US gallon	2 x 600 US gallon	-
csapásmérő fegyverzet	12 db (2x6) Mk-82 vagy 2x1 db M-k84	6 db Mk-82 vagy 1 db Mk-84	18 db (3x6) Mk-82 vagy 3 db Mk-84
tüzelőanyag mennyiség	2'380 US gallon (F-15A/B) 2'680 US gallon (F-15C/D)	2'990 Us gallon (F-15A/B) 3'290 US gallon (F-15C/D)	1'770 US gallon (F-15A/B) 2'070 (F-15C/D)

Azonos csapásmérő fegyverzet mennyiséggel számolva (1. oszlop) az F-4 tüzelőanyag lényegében azonos, mindössze 1,5% az eltérés az öregebb vas javára. Azt azonban nem szabad elfelejteni, hogy az F-15 hajtóműveinek fajlagos fogyasztása is kisebb, kb. 20-25%-kal. (Lásd az 53. oldalon.) A 2. oszlopban Mk-82-vel számolva a hordozott mennyiség azonos, azonban az F-15 kevesebb felfüggesztési pontja itt visszaüt, Mk-84-ből csak egyet vihet a Sas, hiszen bomba csak a tözs alá kerülhet, míg az F-4-nél a kisebb bombák két függesztési hely között oszlanak meg, de ez nem zárja ki a két nagyobbat. A 3. oszlopban látható, hogy az F-4 Phantom II elméleti maximális kapacitása 25%-kal nagyobb, ámbár ezt kihasználni nemigen lehet a gép teljesítménye miatt. A hajtóművek tolóereje túl kicsi, a gép harcászati hatósugara mellett a manőverező képessége is minimális lenne. Olyan cépont esetén, ahol komoly légvédelemmel vagy vadász ellenállással kell számolni, ott az ennyire leterhelt F-4 gyakorlatilag életképtelen. Hasonló módon a teljes csapásmérő fegyverzettel repülő F-15-nek sincs túl sok értelme. A gép repteljesítménye még csak-csak meglenne, azonban a hatósugár itt is gyalázatosan alacsony értékre adódna ki. Az F-15 számára további plusz pont, hogy annak csapásmérő elektronikája a kortárs, de különösen a régebbi F-4 variánsokét minőség tekintetében felülmúlta.

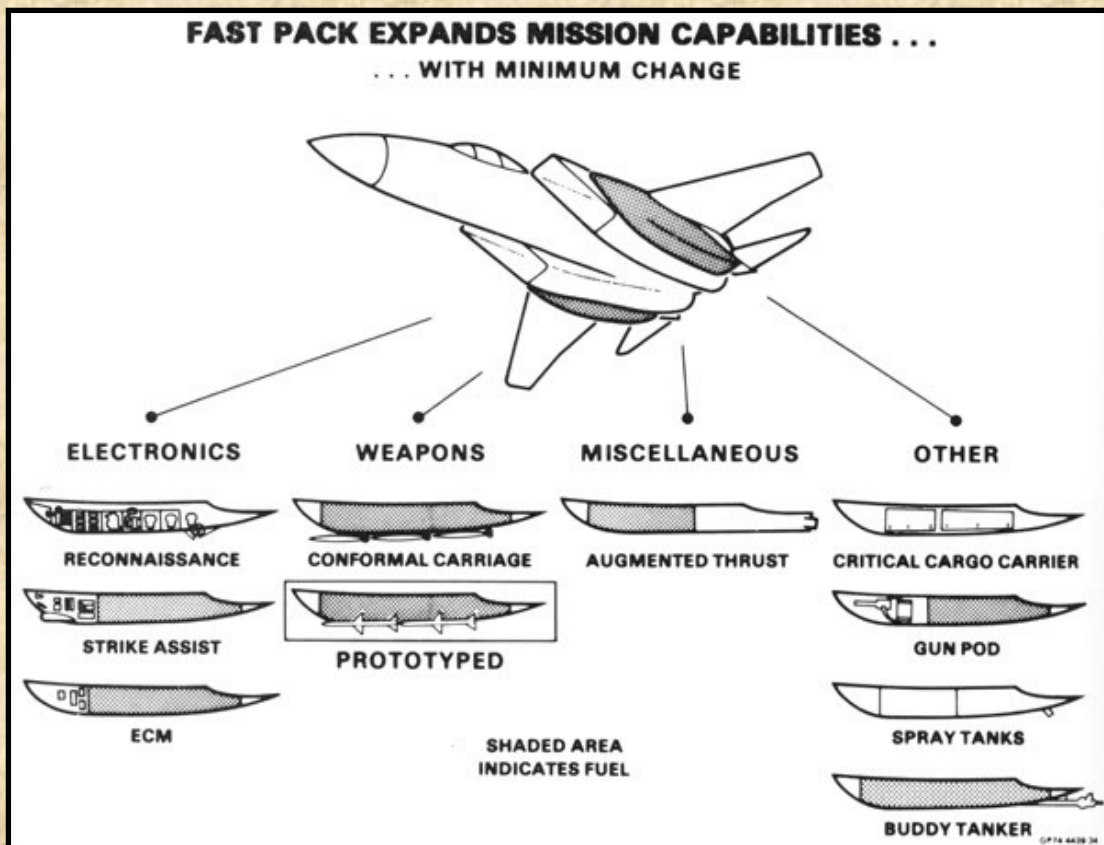
Az elméletileg rendelkezésre álló ,de soha meg nem valósított képességekről is érdemes néhány szót szólni. A tözshöz illeszkedő póttartályok kifejlesztése úgymond csak egy végterméke volt egy ötletnek, de ugyanazon geometriába egészen más műszaki tartalmat is megálmodtak. Felderítő konténer helyett a törzshöz illeszkedő cellákba oldalra és előre néző kamerarendszereket is be lehetett volna építeni, ezáltal nem lett volna szükséges a gép teljes támadó elektronikáját feláldozni a felderítő képességért, ahogy tették ezt pl. az RF-4 Phantom II vagy RF-5 Tiger alváltozatoknál.

Felmerült plusz harcászati elektronika telepítése, ezáltal az F-15 önvédelmi képessége nőtt volna, vagy akár az EA-6B és EF-111 gépekhez hasonló többfeladatú elektronikai zavarógép¹⁹⁰ is lehetett volna.¹⁹¹ Ebből sem lett semmi, a flotta az A-6 Intruder csapásmérő átalakításával hozta létre a kívánt képességet – szubszonikus típus, tehát sok tekintetben jóval olcsóbb, mint egy szuperszonikus vadász – az Légierő az F-111-et választotta platformnak.

Ebben valószínűleg szerepet játszott, hogy a régebbi csapásmérők közül szívesebben áldoztak fel néhány tucatot – a teljes F-111 flotta kb. 10%-áról volt szó. Ezen felül az F-111 hatótávolsága és aerodinamikai tisztasága lehetővé tette az igen hosszú őrzáratozást egyetlen utántöltéssel is.

¹⁹⁰ SOJ – stand-off jammer

¹⁹¹ Ez a multifunkciós gépet lényegében csak az EF-18G Growler, a Super Hornet egy alváltozatával sikerült csak elérni jó 30-35 évvel később.



Másik komolyabb harcászati alkalmazás egy SEAD változat létrehozása lett volna, az ellenséges légvédelmi rendszerek ellen, mindemellett a Sas képes lett volna önállóan megbírkózni a legkeményebb vadászfenyvetéssel. A probléma szokás szerint az árcímke volt. Az új gyártású vadászgépből örültek, ha annyit tudtak rendszerbe állítani, amit szükségesnek ítélték az hatalmas VSZ/szovjet géppálmánnyal összevetve. Még így is arra kényszerültek, hogy a tiszta F-15 vadászflootta helyett F-15/F-16 mixet alkalmazzanak a Sas brutálisan magas ára miatt. Mivel az F-4 Phantom gépek „hegyekben álltak”, ezért az F-111 + SOJ választáshoz hasonlóan kézenfekvő volt az akkora már másodvonalas vadászgéppé lefokozott F-4-ből létrehozni a speciális feladatkörű csapásmérőt, az F-4G Wild Weasel variánst.

A további vizsgált de elvetett főbb alkalmazások az ábra szerint. Légiutántöltő konténer (*buddy tanker*), gépágyúkonténer (*gun pod*), vízbefecskendező-rendszer és víztartály (*augmented thrust*). Az ábrán jelzett légi harc-fegyverzet hordozására alkalmas CFT tartályon túl a felette látható csapásmérő fegyverzet hordozására képes változat kifejlesztése is megtörtént, de nem a A/B/C/D Sas variánsokhoz, ez már az F-15E Strike Eagle csapásmérő számára készült.

4.3.3. Elektronikai és önvédelmi rendszerek

Ez a téma a legingoványosabb terület, a vadászgépek harcászati elektronikai rendszereinek adatai túlnyomórészt titkosak, ezért többnyire csak marketingadatok, becslések, titkosítás alól feloldott anyagok és a pilóták beszámolóí (jelentései) alapján lehet értékelni a rendszerek képességeit. A 4. generációs vadászgépek szolgálata alatt jellemzően az elektronikai rendszerek estek át a legnagyobb változáson, a források ellentmondásossága miatt teljes precizitással nem voltam képes lekövetni ezek fejlődését. A leírás ettől általános jelleget kap kiemelve az egyes képességek és rendszerek változását. Az alábbi főbb területek kerülnek ismertetésre, némi átfedéssel:

- fedélzeti számítógép és navigációs rendszerek
- radarberendezés
- önvédelmi rendszerek
- egyéb, MSIP I/II¹⁹² modernizáció összefoglalása

Az elektronikai rendszer egyes elemei egy az egyben cserélhetőek, ha azokban meghibásodás jelentkezik. Egy ilyen egység az lehet egy áramköri kártya, erősítő, stb. Ezt az angol „fekete doboznak” (*black box*) vagy „*line replaceable unit*” (LRU) terminológiával illeti.¹⁹³ A lényege a filozófiának, hogy a közvetlen üzemeltető személyzet a hiba helyét azonosítja a beépített önellenőrző rendszerrel (BIT = built in test), ami ideális esetben képes beazonosítani a hibás modult, hogy melyik ilyen fő elembe van a hiba, de nagyjából itt végződik a tudománya.

El kell tudni dönteni, hogy az a meghibásodás, amit BIT jelez, az ok vagy okozat. A rendszerek olyannyira egymásra épülnek, hogy, ha egy rendszerrel probléma van, akkor az további meghibásodást is generálhat, tehát el kell tudni dönteni, hogy melyik az első hiba. Ilyenkor már karbantartó személyzet kénytelen saját tapasztalatára hagyatkozni. Ez az igazi művészet, mert az ember rengeteg további hibát, felesleges munkát tud generálni magának azzal, hogy elkezd cserélgetni a berendezéseket.¹⁹⁴ Az egység javítása lehet, hogy a közvetlen üzemeltető által nem megoldható, ekkor megy vissza a gyártóhoz, vagy mélyebben a „táplálékláncba”. Változattól függően az F-15 kb. száz LRU modullal rendelkezik.

Az első Sas változat egy IBM CP-1075/AYK típusú analóg központi fedélzeti számítógéppel (CC – central computer) rendelkezett. Kezdetben mindössze 16 kbyte memóriával rendelkezett, az első-szériás F-15C gépek a memória-kapacitását már 24 kbyte-ra bővítették. A fedélzeti számítógép másodpercenként 340'000 művelet végrehajtására volt képes.¹⁹⁵ A mai szemmel nevetséges teljesítmény tette azonban lehetővé, hogy a F-15 egy fős személyzettel is harcképes legyen. A fedélzeti számítógép segítségével oldották meg pl. a rakéták dinamikus indítási zónáját számítását és ábrázolását a célpont paramétereit szerint. A rendszer integráltságnak mértékét jól jelzi, hogy több mint tíz fő fedélzeti rendszer közötti kapcsolatot valósított meg. A következő alrendszerek között szolgált interfészként a központi fedélzeti számítógép:

¹⁹² *Multi Stage Improvement Program – többlépcsős továbbfejlesztési program*

¹⁹³ „Vonal mellett is cserélhető elemek”. A reptéren a gépek egy része a startvonal mögött (festett vonal) áll, itt száll be a pilóta, itt üzemelik be indításkor a gép rendszereit. A terminológia félig-meddig szlengben utal arra, hogy akár a „vonal mögött is kikapom-beszem, és a gép már mehet is a dolgára” üzemeltetési módszerre.

¹⁹⁴ http://airbase.blog.hu/2012/07/20/az_ujragondolt_uzemeltetes

¹⁹⁵ Nem találtam arra vonatkozólag adatot, hogy ez milyen műveletet jelent vagy hogyan hasonlítható össze a mai fogalmak szerint a processzorok órajelével. Valószínűleg lebegőpontos számításra vonatkozik, de erre semmiféle bizonyítékom nincs.

- radar
- radarszkóp képernyő, (VSD – vertical situation display)
- HUD¹⁹⁶
- radarbesugárzás-jelző rendszer, (RWR)
- repülési adatkezelő számítógép, (ADC – air data computer)*
- tehetetlenségi navigációs rendszer**
- műhorizont és hozzá kapcsolódó navigációs funkciók, (AHRS – attitude heading reference system)**
- vízszintes helyzet kijelző, (HSI – horizontal situation indicator)**
- fegyverzetkezelő rendszer, (ACS – armament control system)
- gépágyú előretartást számoló giroszkóp rendszer, (LCG – lead computing gyroscope)
- adatrögzítő rendszer, (SDR – signal data recorder)
- beépített önellenőrző rendszer, (BIT – built in test)
- adattovábbító modul, (DTM – data transfer module)
- fedélzeti rendszerek állapotjelző panelja, (avionics status panel)

*A mellékletek között az ADC feladatairól található egy ábra, ami összefoglalja funkciójának a lényegét. A sebességet, magasságot, állásszöget, bedöntést, bólintási szöget stb. mérő műszerek adatait több rendszer is felhasználja. Ezek továbbítása a feladata, ez szükséges pl. a navigációs számításokhoz, de pl. a HUD kijelzőn történő megjelenítéshez is, ez magában foglalja a mért jelek digitalizálását.

** Szintén a mellékletek között megtalálható egy ábra a HSI + ADI + HUD műszerek által megjelenített adatokról. Ezek a fő navigációs és leszállást segítő műszerek. A betáplált navigációs pontokhoz vagy a TACAN¹⁹⁷ rendszer által bemért adókhoz képesti helyzetet jeleníti meg, műszeres leszállásnál a besiklási szöveget és irányt, és számtalan más adatot jelenítenek meg ezen kijelzők segítségével. A műszerek részletes ismertetésétől eltekintek, mert az már egy típusképzés határát súrolná.

A központi számítógép és az alrendszerek közötti kapcsolatot és az adatok ütemezését az avionikai interfész egységek (avionics interface unit – AIU) és a H009¹⁹⁸ multiplex busz (MUX) biztosította. Az AIU az adott rendszert és az adatbuszt kötötte össze. A fedélzeti számítógép, az AIU-adatbusz kapcsolat és számítástechnikai kapacitás volt a harcászati elektronikai rendszer (TEWS) és a radar által begyűjtött adatok feldolgozásának és megjelenítésének a lelke, ezek nélkül a Sas nem lehetett volna a maga korában az ami. A '70-es évek végétől az eredeti analóg számítógépet programozható processzorral¹⁹⁹ rendelkezőre cserélték le. Ennek a számítási kapacitása húszszorosan²⁰⁰ haladta meg az elődét. Elsőként az F-15 kapott ilyen számítástechnikai támogatást, ami a képességek továbbfejlesztését megkönnyítette, pl. a NCTR²⁰¹ azonosítási módot. Nem csak az új gyártású F-15C/D gépek kapták meg az új számítógépet, de régebbi gépekbe is beszerelték a nagyobb mélységű karbantartások (*depot maintenance level*) alatt végrehajtott fejlesztések között.

¹⁹⁶ A HUD egy többfunkciós kijelző a pilóta szemmagasságában. Egy egyik oldalán foncsorozott üveglapra vetítik fel különböző műszerek adatait – üzem módtól függő – hogy a pilótának ne kelljen gyakran a műszerfalra nézni. Ez manőverező légiharcban elsődleges, de éjszaka is nagyon hasznos

<http://www.youtube.com/watch?v=Zohc7PNP-pw>

¹⁹⁷ Tactical air navigation – harcászati navigációs rendszer

¹⁹⁸ <http://encycl.opentopia.com/term/H009>

<http://answers.google.com/answers/threadview?id=247069>

¹⁹⁹ PSP – programmable signal processor

²⁰⁰ A forrás úgy fogalmaz, hogy 7 millió művelet (operations) végrehajtására volt képes másodpercenként. Hasonlóan pongyola megfogalmazás, mint az előző oldalon.

²⁰¹ Lásd a „Ha rövid a kardod cikksorozat 5. részét.

A navigációs rendszer kezdetben csak 12 navigációs pont betáplálását tette lehetővé. A TACAN rendszer segítségével a Sas a megfelelő rendszerrel rendelkező reptereken képes vakleszállást is végrehajtani, de a rendszer segítségével különféle irányadókra lehetséges beállítani a navigációs rendszert. Az ASN-109 tehetetlenségi navigációs rendszer „elsodrását” (eltelt idővel növekvő pontatlanságát) a TACAN által bemért jeladók segítségével lehetett pontosítani. A MSIP modernizáció alatt ezt váltotta le a második generációs LN-94²⁰² lézergyűrűs tehetetlenségi navigációs rendszer, aminek a hibája már csak 0,8 mérföld (1,5 km) volt óránként. A '90-s évek és a GPS rendszer beköszöntével először csak a GPS alapú helyzetfrissítést, később a teljesen GPS alapú navigációt is lehetővé tették, az USAF gépei közül utolsóként. A vadász-feladatok ellátáshoz nem feltétlen volt szükség ilyen pontos navigációra.

A száználmasan gyenge vietnámi BVR teljesítményhez képest az előrelépés feltétele volt egy új repülőgép-fedélzeti radar és az azt kiszolgáló elektronikai- és számítástechnikai háttér megteremtése. Ez volt a BVR képességnövelés egyik fele, a másik fele – a légi harc rakéta – már tárgyalva volt a korábbi fejezetben. A Sas esetében alapvető elvárás volt, hogy képes legyen földhátterben repülő célok leküzdésére (look down/shoot down képesség), de természetesen a nagyobb észlelési távolságot is elvárták. A Sas radarja a közepes és kis távolságokra volt optimalizálva, ugyanis a nagyon nagy felderítési távolsággal ellentétben a minél stabilabb célkövetés volt a fő szempont a rakéta rávezetése során, márpedig az eddig elhangzottak fényében reálisan gondolkodva nem jelentett 40 kilométernél nagyobb indítási távolságot. Ennek ellenére a Sas igen nagy távolságból is képes célfelderítésre, csak az ehhez tartozó impulzusismétlési idejével²⁰³ beállítás miatt a nagyon eltérő távolságban bizonyos sebességgel és aspektussal repülő célok felderíthetősége csökken vagy megszűnik. A repülőgép tervezése során a BVR képességek mellett fontos volt a gépágyú és annak hatékony használata, amit szintén a radarnak kellett támogatni.²⁰⁴ Ez jelentette a pontos távolság, irány- és sebességmérést, akár mindössze 200 méteres távolságig, de ettől ugyanúgy képesnek kellett lennie a BVR képesség kiszolgálására is.

A radarbeszállítók közötti küzdelem a Hughes és a Westinghouse között dőlt el az utolsó körben, az előbbi javára. Az új X hullámsávban²⁰⁵ (8-12 GHz) működő felderítő- és tűzvezető radar az AN/APG-63 típusjelzést kapta. Az indoklás szerint a jóval rugalmasabb állítható impulzusismétlési idejével és jobb földhátterben való célkövetési képességével múlta felül a versenytársat.

A radar üzemmód-kijelzéseit és a felderített célpontokat a műszerfal bal felső részén beépített TV képernyőn²⁰⁶ jelenítették meg, az amerikai vadászgépek történetében először teljesen szűrten. Csak a felderített célokat ábrázolták, a földhátter vagy más által okozott zavarokat teljesen kiszűrték. Egyesek szerint ez hiba volt, mert így csak az jelenik meg célpontként, amit a rendszer annak osztályoz, nincs mérlegelési lehetősége a pilótának. Ma már minden vadászgép esetén ez a módszer divik, de akkoriban teljesen más volt a rendelkezésre álló erőforrások mennyisége számítástechnikai oldalról nézve.

A radar több BVR és manőverező légi harc-üzemmód mellett térképező navigációs üzemmóddal is bírt. Ez olyannyira jó felbontású volt, a '80-as évek fejlesztései után, gyakorlatilag képes volt a szintetikus

²⁰² <http://articles.janes.com/articles/Janes-Avionics/CN-1655-ASN-LN-94-ring-laser-gyro-INU-United-States.html>

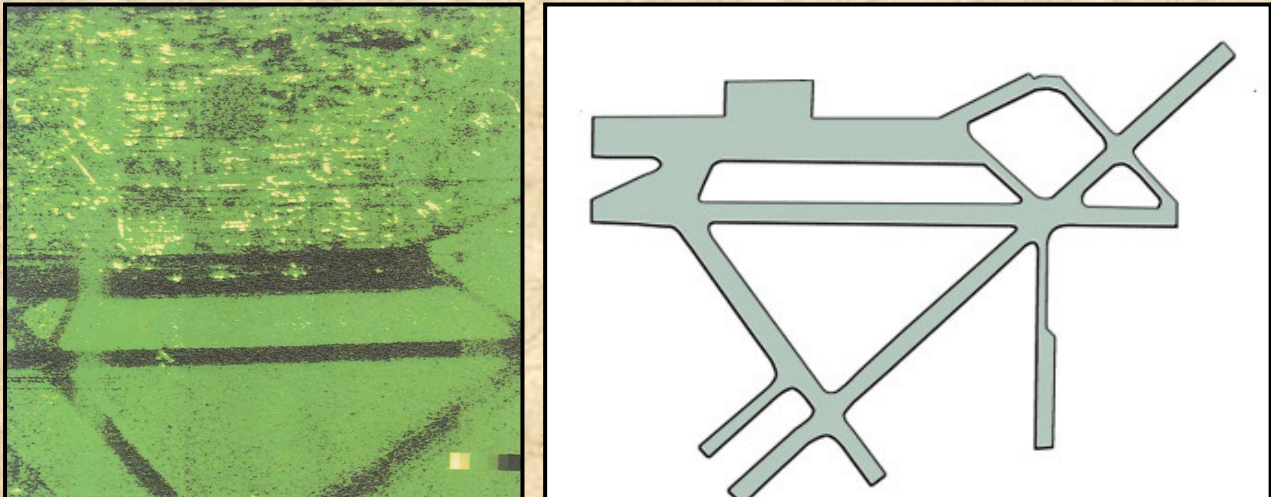
²⁰³ <http://www.szupercella.hu/node/64> (angolul PRF, vagyis pulse repetition frequency)

²⁰⁴ *Bár létezik radar használata nélküli gépágyús célzó-üzemmód is, de amennyire tudom, a pilóták többsége nem azt preferálja. Nagy sebességnél manőverező légi harcot folytató gépek esetén a célpont erőteljes relatív sebesség-változását a radar-HUD kombináció pontosabban jelzi ki, mint az emberi szem.*

²⁰⁵ IEEE US osztályozás szerint.

²⁰⁶ *Az F-15-ön ezt függőleges-helyzet kijelzőnek hívják. (VSD – vertical situational display) Sajnos nehéz épkézláb fordítást adni rá. Az elnevezés utalhat arra, hogy a gépek közötti vízszintes távolság függőlegesen jelenik meg. A kereskedelmi gépeken a VSD terminológia teljesen más adatok kijelzésére szolgál, mint a radarszkóp.*

apertúrájú üzemmódra (SAR), amivel kikövezte az utat a későbbi F-15E csapásmérő változatnak. Az első PSP processzoros radarral rendelkező F-15 1980 novemberében szállt fel. Az első tesztek alatt 40 méteres felbontást sikerült elérni, egy hónap múlva már 18 méteres, a negyvenedik felszállás alkalmával ez kb. a 3 méteres tartományban volt. Mindez azt jelentette, hogy 30-40 km távolságból nagyobb méretű célpontok egyes részei tisztán elkülöníthetőek voltak egymástól. 15 km távolságból vadászgép méretű célok tisztán látszottak pl. a reptereken. A SAR térképező üzemmódban természetesen csak egy igen kis területről – néhány száz méter x száz méter – készülhet ilyen felbontással radarkép, mind a pásztázási idő, mind a számítási kapacitás miatt.



A radar térképező üzemmódja, a radarképen a Scott Air Force Base látható kb. 3 méteres felbontásban. A reptér kifutópálya-elrendezésével összevetve azonnal felismerhetőek a reptér főbb részei, a betonon álló gépek is kivehetőek. A radarkép vagy az újabb AN/APG-70 radarral vagy a PSP processzoros F-15C-vel készült.

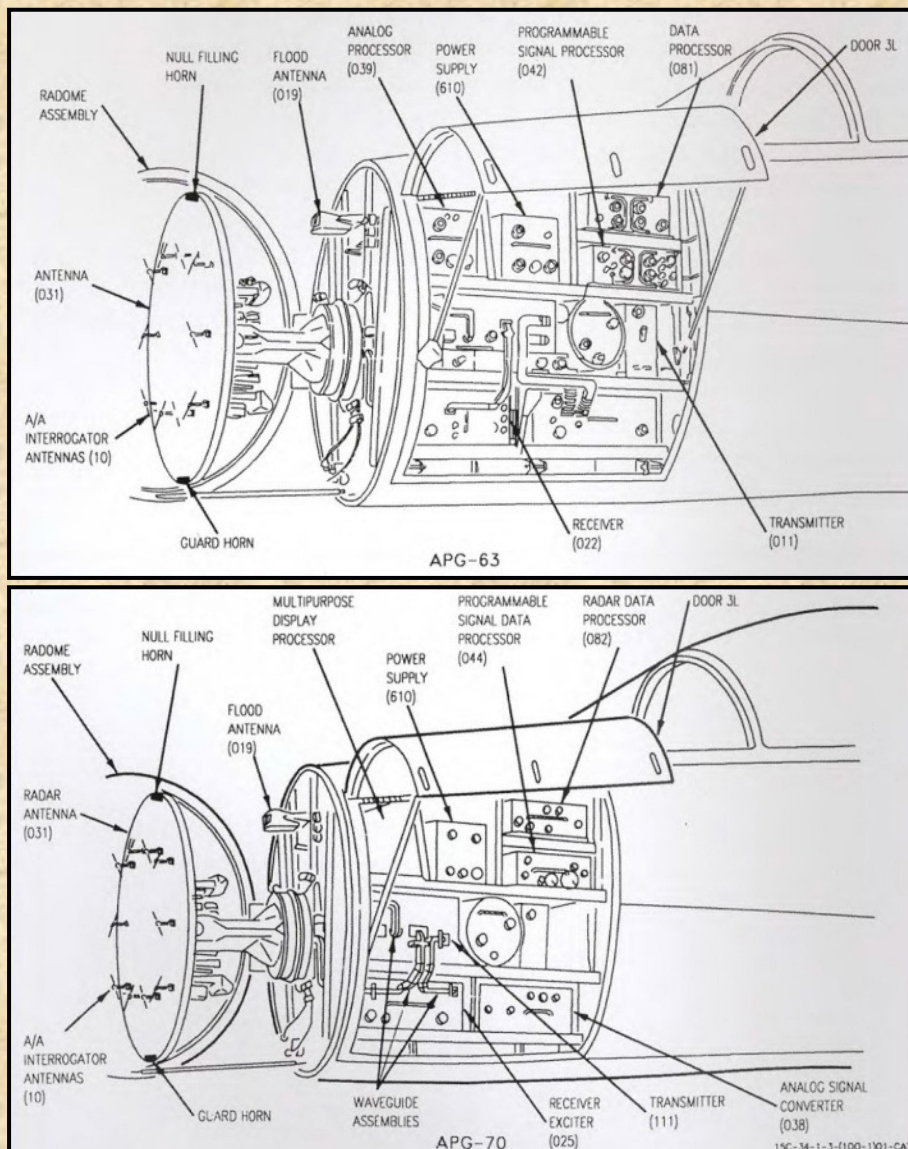
A 1985 táján 43 db F-15C gépet elláttak az új a McDD és a Hughes által közösen kifejlesztett AN/APG-70 típusú radarral és azt támogató számítástechnikai háttérrel. A radart bár több forrás is úgy írja le, mint egy továbbfejlesztett AN/APG-63-at, ez nem igaz. Egyes moduljai vagy elemei közösek – pl. az antenna ugyanaz a 36 hüvelyk (91,5 cm) átmérőjű, mint az AN/APG-63-on – de az egész rendszert nézve valójában generációs váltást jelentett. Nem csak egyes elemei, de egyes üzemmódjai is közösek a régebbi radarral, csak egészen más színvonalon nyújtja azokat – pl a szélesebb frekvenciatartományban üzemel, 8-20 GHz között – ezen felül a mérete is csökkent.²⁰⁷ A teljes rendszer tömege 533 font volt (241 kg).

A radar új, különálló célspecifikus processzort kapott, aminek a teljesítménye a PSP-s F-15C gépek számítási teljesítményét kb. ötszörösen felülmúlja, ezen felül memória-kapacitása is annak tízszerese volt. A radar megbízhatósága is javult, a meghibásodások közötti idő (MTBF)²⁰⁸ átlagosan 80 órára nőtt, az akkoriban AN/APG-63-ra jellemző értéknél nagyjából 33%-kal volt magasabb. A beépített önellenőrző rendszer memóriája is tízszeresére, a rendszer által végrehajtható tesztek mennyisége a hatszorosára nőtt, ami nagyban segítette a hibakeresést. Az, hogy ennyire kevés gép kapta meg, az utalhat a forráshiányra

²⁰⁷ <http://www.f-15e.info/technology/avionics/radar/radar.htm> A különböző radar-üzemmódokról itt található egy összefoglaló. Az AN/APG-63-ról nem találtam két teljesen egyező forrást, ezért ezt lehet tekinteni valamiféle referenciának. További érdekesség, hogy egyes üzemmódok nevei megváltoztak, a régi nagy távolságú célkeresés (LRS – long range search), most már RWS (range while search – távolságmérés célkeresés közben) néven fut. Egyébként nem egyedül ez. Véleményem szerint sok gyártó izzadságszagúan próbál úgy nevet adni bárminek, hogy egyedinek vagy különlegesnek tűnjön, de fordított eset is előfordul. Mivel az AN/APG-70-et nem csak a Sashoz tervezték eredetileg, ezért lehetséges, hogy idomítani akarták az F/A-18 Hornet vagy az F-16 gépeken alkalmazott terminológiához.

²⁰⁸ MTBF – mean time between failures

vagy arra is, hogy az egyfeladatos flottát lényegében egyfajta tesztplatformként használták az új rendszer „nyúzásához”, mielőtt beépítették volna az új csapásmérő változatokba.



A radarberendezés főbb elemei és azok helye a gép orr részében az AN/APG-63 (fent) és AN/APG-70 (lent) esetében.

A radarberendezés képes az IFF berendezéssel összehangoltan működni, AWACS segítségével is lehetséges az önálló célazonosítás.²⁰⁹ A Sasok légi célok elleni azonosítási képességeit a C változatokon 1985-től az NCTR üzemmód is növelte, elsőként a világon a Sas rendelkezett ezzel az azonosítási módszerrel. Az F-15 flottából elsőnek az Bitburg támaszponton állomásozó alakulat számára realizálódott a képesség. A radar a gép hossz tengelyéhez képes balra és jobbra ± 60 fokban, függőlegesen ± 55 fokos tartományban képes pásztázni.

Az Sas IFF rendszerét nem részletezem, magyar nyelven az F-15E leírása elérhető, és nekem úgy tűnik, hogy a csapásmérő változat ugyanazt a rendszert kapta meg, a fő elemek típusjelzése megegyezik. A magyar nyelvű leírásból hiányoznak a képek, az angol nyelvű oldalon azonban a képek megjelennek, így összeolvashatók.

²⁰⁹ A F-16 gépek doktrinális okokból egészen a '90-es évek közepéig/végig nem kapták meg az rákérdező (interrogátor) modult, bár addig nem is rendelkeztek azok BVR képességgel, a radar pusztán a megközelítési fázis során adott plusz információkat.

<http://www.f-15e.info/joomla/hu/technology/avionics/66-iff-system>

<http://www.f-15e.info/joomla/en/technology/avionics/66-iff-system>

Egyetlen apró eltérést találtam külsőleg, az F-15A/B/C/D gépeken, a törzs gerincén levő UHF/IFF antenna hátrébb van, mint az csapásmérő 'E' változatnál. A mellékleten letölthető háromnézeti rajzokon ez megtekinthető. Az IFF rendszerhez tartozik még az AN/ALQ-128 EWWS (Electronic Warfare Warning System) rendszer. A rendszer létezése nem titkos, de pontos működése nem nyilvános, de igen valószínű, hogy nem csak jeleket vesz, hanem sugároz is. A vietnámi háborúban is használt APX-80 Combat Tree utódja. Az előd-rendszer lényege az volt, hogy az ellenfél helyzetének meghatározásához az ellenség IFF rendszerét használta. Hogy pontosan hogyan, azt nem igazán részletezik, de a lenti link talán jelenti némi támpontot.²¹⁰ Ezt a rendszert természetesen egyetlen külföldi alkalmazó sem kapta meg, a fegyverzet ismertetésénél leírt szempontok miatt. Az USAF készletéből Szaúd-Arábiának átadott változatokon a gondola a vezérsíkon megmaradt, de a rendszert eltávolították. A rendszer elvileg három antennával rendelkezik, kettő a kabin bal- és jobboldalán süllyesztve – ezért nem látni egyetlen fotón sem – kicsivel a szélvédő alatt és még eggyel a baloldali függőleges vezérsík tetején levő gondolában, ami hátrafelé figyel. A 128. oldali képen sárga kör jelöli az utóbbit.

A harcászati elektronikai rendszernél (TEWS) sem teljesen tiszta a kép. A gépek számára rendelkezésre álló fő modulokat mutatom be, de hogy melyik széria vagy variáns számára volt adott, azt nem minden esetben részletezem, mert nincs róla adat vagy nem dönthető el egyértelműen. Ez az általuk nyújtott képességekre is igaz. A kabinban található kezelőszervek változásával úgy-ahogy nyomon követő a változások egy része, ez ad némi támpontot az elektronikai- és önvédelmi rendszereket illetően, de sokszor még ezek is inkább csak növelik a zavart, mert ellentmondanak egyes forrásoknak.

Egyszerűen arról (is) van szó, hogy egy több száz repülőgépből, több változat és több tucat gyártási szériából gépnél egyszerűen szó nincs arról, hogy a gépek nagy része egyforma legyen.²¹¹ Nincs pénz arra, hogy a teljes flotta megkapja az adott korban csúcskategóriás, méregdrágán megvalósítható képességet, a gépek életkora nem azonos, tehát a nagyobb mélységű javításokkal ütemezett fejlesztések nem egyszerre történnek, stb.²¹² A dolog másik fele az, hogy ezek a rendszerek képezik a radarral és az IFF rendszerrel a legnagyobb titkot a gépekben.

A SAS TEWS csomagja alapvetően az alábbi fő modulokból tevődik össze:

- AN/ALR-56 radarbesugárzás-jelző rendszer, (RWR – radar warning receiver)
- AN/ALE-40 vagy AN/ALE-45, (CMD – countermeasure dispenser)
- AN/ALQ-135, (ICS – internal countermeasure set)
- Esetlegesen a szárnyak külső tartójára vagy a törzs alatti felfüggesztési pontra felszerelhető ECM konténer.

Az együléses Sas változatok mindegyike rendelkezett az ALQ-135 elektronikai zavarórendszer valamelyik változatával, de a rendszerhez tartozó antenna konfiguráció és az által nyújtott képességek a régebbi változatok esetén korlátozottabbak voltak. Az első F-15A gépek 1977-től kapták meg ALQ-135-öt. A

²¹⁰ <http://www.secretprojects.co.uk/forum/index.php?topic=1028.0>

²¹¹ Tökéletes példa a két európai fejlesztésű vadászgép az Eurofighter Typhoon és a Rafale. A teljes flottának csak töredéke alkalmas vadász- és csapásmérő feladatkör ellátására. Az már csak hab a tortán, hogy mekkora árcímkevel rendelkezek ezek a vadászgépek.

²¹² A szovjet repülőgépeknél is hasonló káosz uralkodik. Annyi helyre és annyi különböző műszaki tartalmú gépet adtak el, hogy sok esetben képtelenség kideríteni, hogy ki és mit kapott.

zavaróeszköz kezdetben két tartományt fogott le, némi átfedéssel. Az E-től a G sávig, majd az G-től az I sávig²¹³ (2-10 GHz frekvencia tartomány) volt képes védelmet biztosítani. A rendszer 6 db LRU blokkból állt. A későbbi F-15C és F-15E gépeken a továbbfejlesztett ALQ-135B került a gépek fedélzetére, ez még szélesebb tartományban képes sugározni, 2-20 GHz tartományban.²¹⁴

A probléma az ECM rendszerrel kapcsolatban, hogy a két forrás, ami legalább minimálisan részletezi a rendszert, azok ellentmondanak egymásnak és más forrásoknak is a tekintetben, hogy a rendszer melyik antennákat használta. Az antenna kérdéskör miatt az ICS és az RWR részben együttesen kerül ismertetésére. Lássuk, hogy melyik forrás mit mond.

Dennis R. Jenkins szerzőtől megjelent McDD F-15 Aerofax kiadvány (1998) a következőket állítja:

- Az első ALQ-135 változat három antennával bírt. Kettővel a két UHF késantenna között az orr alsó részén (band 1 és band 2 antennák) és egy továbbit az orrfutó mögött (band 3 antenna). A teljes frekvencia-tartományt a három antennával fedték le és mindegyik egy adott sávon sugározott.
- ALQ-135B szintén három darab antennát használ. A frekvencia-tartomány bővítése úgy vált lehetségessé, hogy az UHF antennák közötti ECM antennákat kombináltan használta a rendszer, ezért ezek a band 1.5 antenna nevet kapták. Az orrfutó mögötti band 3 antenna megmaradt és kiegészült a törzshátsórész alsó hosszirányú doboz-szerkezet hátsó végén (bottom-extensions) levő antennával, a jobb oldalon (az F-15E-n mindkét oldalon megvannak ezek a hátsó antennák.) Ennek a hátsó antennának az alakja megváltozott 1995 után. Ezen felül egyes F-15C gépeken az orr alsó és felső részén is két plusz antenna található, ez utóbbiak 1992-ben tűntek fel a gépeken.

Steve Davies és Doug Dildy szerzőpárostól megjelent F-15 Eagle Engaged könyv a következőket állítja:

- A rendszer lényegében csak az ALQ-135B képességeit foglalja össze, ez a frekvencia-tartomány szélső értékeiből látszik. A forrás szerint a szárnyak végén levő két antennát, a függőleges vezérsík hátrafele néző két antennáját és az orr alsó részénél levő antennákat használja a rendszer. Az orrnál levő antennák mennyiségét és helyzetét nem firtatja. A forrás azt állítja, hogy az RWR rendszerrel közösek a vezérsíkokon és a szárnyakon levő antennák. Ez az utolsó megjegyzés is elég homályos, soha nem hallottam olyanról, hogy az RWR és az ECM rendszereknek közös antennája lenne. A forrás szerint időosztásos (time sharing) elven működik.²¹⁵

Na, ez volt a szöveg, akkor lássuk, hogy az egyes rajzok ebből mit erősítenek meg, mit cáfolnak és hogyan lesz ebből némi zavar, de egyben valamiféle idővonal mentén leírható fejlődés. Először vessük össze az első forrást a képanyagokkal.

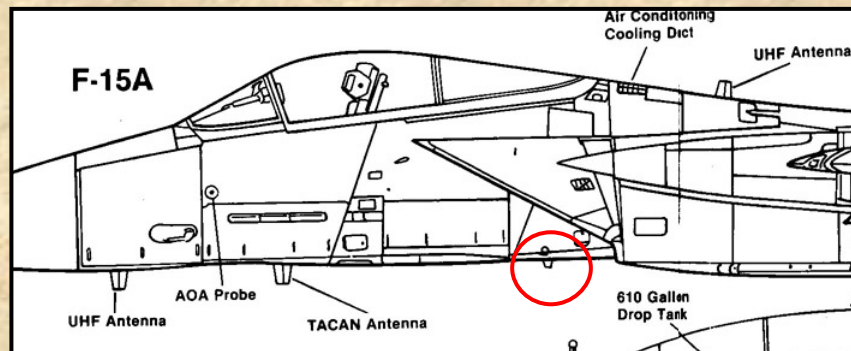
²¹³ NATO besorolás szerint.

²¹⁴ Az F-15 Eagle Engaged könyv szerint csak 6-20 GHz tartományban.

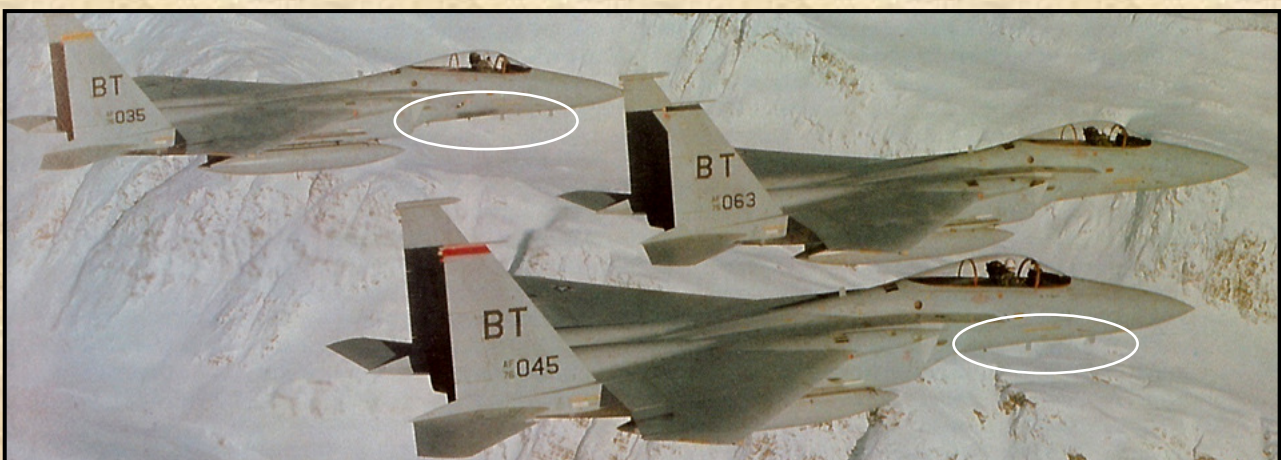
²¹⁵ Nekem itt az a gyanúm, hogy a szerzőpáros lehet, hogy összekeverte a funkciókat. Az ALQ-135 tényleg használja ezeket az antennákat, a fogott jelek elemzése alapján dönt a TEWS az optimális elektronikai ellentevékenység meghatározásához. Azonban ez nem jelenti azt, hogy ezen keresztül sugároz is az ECM rendszer. Legalábbis szerintem. Persze időosztásos technika ettől még létezhet ECM-RWR antennára, de abban kételkedek, hogy ez a '70-es vagy '80-as években adott lett volna. Bár ezt a szkepticizmust semmivel sem tudom alátámasztani, de mivel eddig sehol nem találgoztam vele...(Ez a forrás 2007-es kiadású, ezért lehet, hogy ez az utóbbi évtized vívmánya és ezért nemigen reklámozzák.)



Az Air Power blogon található fotókon²¹⁶ látható, hogy a 2008-ban Magyarországon járt 'A' változatú gépeken nem volt meg az a két plusz antenna, amit az első forrás említ. Ez pontos. A két UHF antenna közötti ECM antennák megvannak, az orrfutó mögötti antenna sajnos nem látható a kép mérete miatt. Ez igazolja az első forrás állításait az 'A' változatra vonatkozóan. Mi a probléma? A mellékletek között két háromnézeti rajz tölthető le. Az 'A' változat orr része kiemelve lent látható.

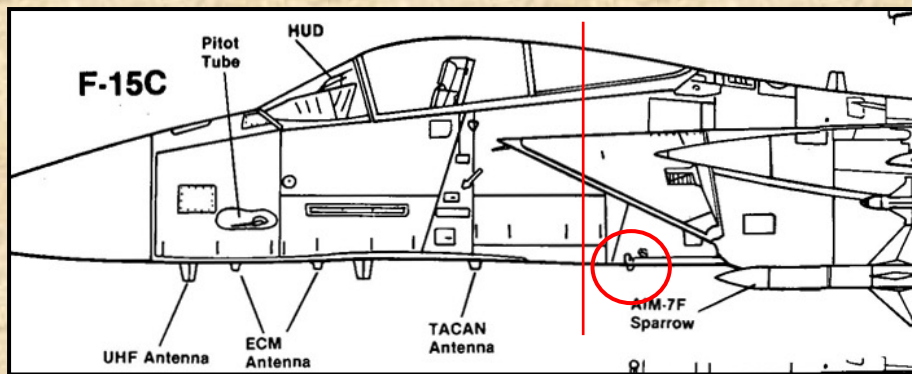


Van egy apró antenna az orrfutóakna mögött, de nincs a funkciója megjelölve. Ez biztosan nem az ECM rendszer antennája. Ez három dolgot jelenthet. Vagy az ábra a hibás, vagy a leírás a pontatlan vagy mindkettő pontos csak az ábra azt az állapotot mutatja, amikor a rendszer még nem volt a gépbe építve. (A mellékletben a gép hátsó részén van egy antenna (?), amiről semmit sem tudok és a 'C' változaton már nincs.) Véleményem szerint a harmadik változat a legvalószínűbb. A '70-as évekből számtalan olyan fotó van, amin csak a két UHF és egy kisebb antenna figyelhető meg, de az ECM antennák még nem. Lásd a mellékletben található fotók közt. (Szerintem a fenti ábrán jelölt kis antenna a TACAN rendszeré, és a hátsó késantenna jelölése hibás. A 'C' változaton a TACAN antenna alakja és mérete gyakorlatilag megegyezik ezzel, csak áthelyezték és az futóműakna elé került.)

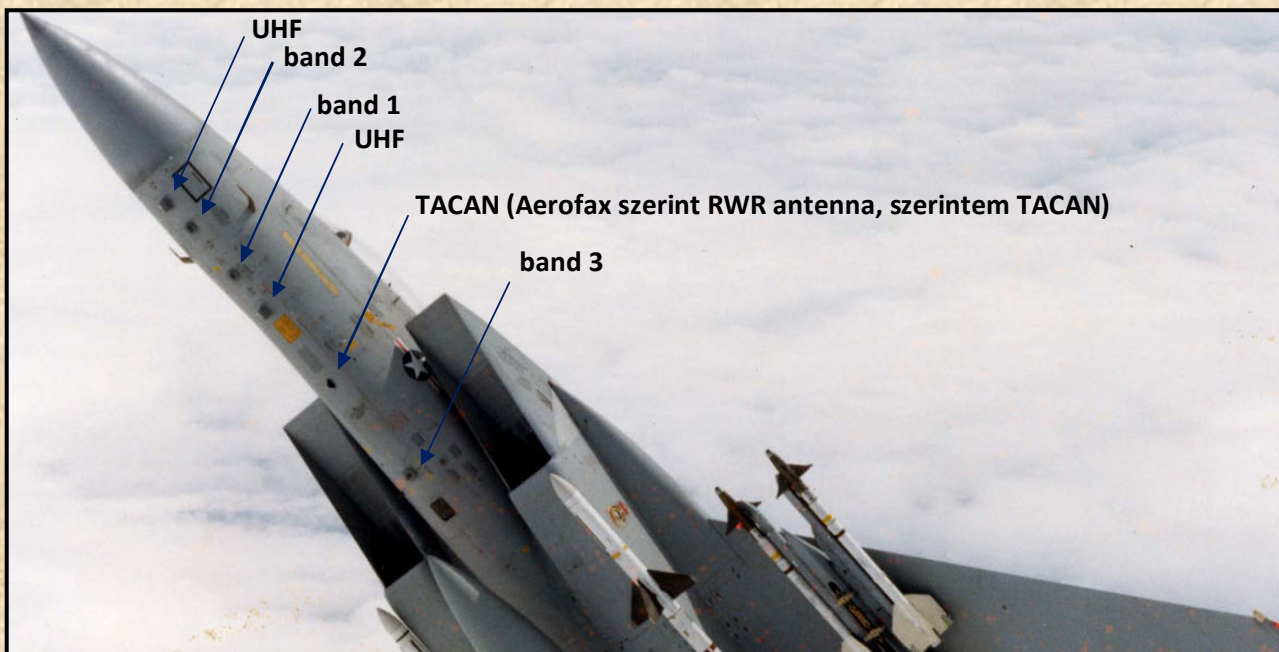


A fenti kép 1978-ban az Artic Express gyakorlat alatt készült. A bal felső gép alján alig, de láthatók a két UHF antenna közötti és hátrébb levő kis antennák. A közelebbi gépeken még nincs ECM rendszer, csak UHF és TACAN antennák vannak a gép orra alatt.

²¹⁶ http://leqiero.blog.hu/2008/06/13/sasok_a_mocsabol



Haladjunk tovább. A 'C' változat a melléklet háromnézeti rajzából. A két UHF késantenna közötti ECM antennának stimmelnek és a funkció nélküli kis valami elvileg a harmadik ECM antenna. A függőleges vonal a futómű-szár nyitott helyzetben, tehát az antenna helye is egyezik a forrással. Ez az antenna elrendezés egyaránt jellemző lehet az 'A' és a 'C' változatokon is. A lenti képen egy ilyen állapot látható. Ez is pontosnak tűnik. Az orr elején a különleges alsó- és felső antennák hiányoznak, tehát ez 1992 előtti klasszikus „hidegháborús” kinézete a Sasoknak.



Ugorjunk megint egyet, még mindig az első forrás szövegével. A túloldali felső képen a törzs meghosszabbított hátsó részén jobboldalt található egy ECM antenna, ez a nagy kép alatt egy jobb szögből is látható. Az 50. oldalon levő rajzon a törzshátsórész antennája a baloldalon van és a formája is eltér, körkörös. Ez részben ellentmond a forrásnak, mert áthelyezést nem említ csak eltérő antennaformát 1995 után. A röntgenrajz egy 1992-es kiadványban szerepel, tehát az eltérés érthető a képektől. Eddig pontosan tűnik az első forrás. Mi a baj? Az, hogy a szárnyakon levő ECM antennákról egyetlen szó sem esik, pedig a háromnézeti rajz szerint már az 'A' gépeken is megvoltak ezek és a mellékletben található háromnézeti rajzokon mindenhol ECM antenna néven szerepelnek. Mi a bibi? Hogyha a rajzokat igaznak fogadnánk el, akkor a gépen nem lenne egyetlen RWR antenna sem. Az Aerofax kiadvány szerint pontosan a szárnyvégeken levő előre-fele néző és a függőleges vezérsíkok hátrafelé néző felső dudorai rejtik az ALR-56 besugárzásjelző-rendszer antennáit.²¹⁷ A lenti képen a fehér és fekete nyilak jelölik az RWR antennákat.

²¹⁷ <http://www2.l-3com.com/randtron/f15ant.htm>

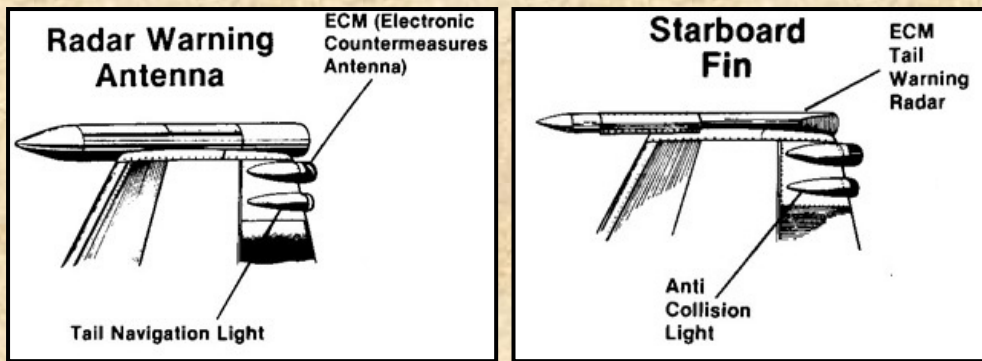


Az ALQ-135B hátrafelé néző ECM antennája 1995 után.

Az 50. oldalon levő röntgenrajz szerint az ALQ-128 függőleges vezérsíkon levő gondolájára ECM antennát ír, ami nyilvánvalóan téves, hiszen az export gépeken ilyen gondola nincs, ellenben RWR rendszer biztosan van. A jobb oldali vezérsík elülső részén levő ECM antenna feltüntetése véleményem szerint hibás, így is van már elég ECM antenna a gépen.

Mi az, amit még észre lehet venni a Sasról készült fotókon? Azokon a 'C' gépeken, ahol az orr felső- és alsó részén levő új előrefelé néző ECM antennák feltűntek, ott az orrész alján levő ECM antennák helye és darabszáma is eltér, talán még a méretük és alakjuk is, bár ezt nehéz megítélni. Lásd a lenti két fotón. Az elülső nagy UHF antenna formája megváltozott. A két kis ECM antenna megmaradt, az egyik a nagy UHF késantennák között középen, a másik továbbra is a futóműakna mögött található (fehér nyilak). A mellékletek között az összes fotó letölthető, tetszőlegesen nagyítható és ellenőrizhető, amit itt kisebb képeken megmutattam. (Érdekesség, hogy az Aerofax kiadványában a háromnézeti rajzon a hátsó antenna a gép baloldalán van feltüntetve, ami nyilvánvalóan pontatlan.)





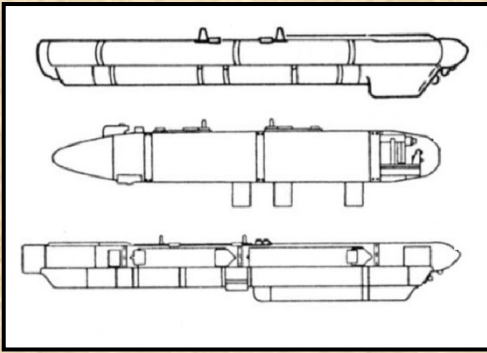
A fenti két kép a két háromnézeti rajzról származik. A fentiek fényében tévesek szerintem vagy legfeljebb a baloldali lehet részlegesen igaz, ha igaznak tételezzük fel az közös ECM-RWR antenna-használatot. Apró hiba, hogy az F-15A háromnézeti rajzán van, ami 213-as lábjegyzet fényében igencsak fejkavarásra készlet.



ALQ-128 gondola a baloldali függőleges vezérsíkon. A gép oldalszámán látszik, hogy ez F-15A, de a fotó már a '90-es években készült, a szárny alatti AMRAAM rakéta miatt, igazolván, hogy a MSIP modernizációs programon az 'A' flotta gépei közül is több átesett. Láthatóak az elektronikai zavaró-rendszer jellemző antennái az orr alsó részén az UHF és TACAN antennákkal egyetemben. Az AMRAAM rakétafegyverzetet leszámítva a „klasszikus hidegháborús” Sas látható a fotón, ami ekkor már az ANG állományába tartozott.

Összefoglalva a fentieket, az én véleményem szerinti legaloszínűbb antenna elrendezések időben előrehaladva:

- F-15A. Kezdetben nem rendelkezett beépített elektronikai zavaróeszközzel. A gép orra alatt két UHF antenna és egy kisebb antenna van, ami valószínűleg TACAN antenna.
- F-15A/C. A '70-es évek végétől egyre elterjedtebb az ALQ-135. Megjelenik az orr alatt a két UHF késantenna közötti két kicsi, és az orrfutóakna mögött még egy kis ECM antenna.
- F-15C és talán egyes 'A' gépeken is. ALQ-135B, az orrész alján levő antennák nem változnak külsőre, csak a funkciójuk, a törzs hátsó részén megjelenik az 50. oldali ábrán látható új antenna.
- F-15C. A 1992-től az orrész elején alul és felül megjelenik két új, előre néző antenna. Az UHF antennák megváltoznak, a kisebb ECM antennák közül egy eltűnik és a megmaradt antennáknak mintha az alakja is más lenne. 1995 után a törzs hátsó részén levő antenna megváltozik, hosszúkás antennaburkolat jelenik meg.
- A szárnyakon és függőleges vezérsíkon levő burkolat alatt az RWR rendszer antennái vannak, az újabb változatokon elképzelhető az időosztásos ECM-RWR közös antenna-használat, de nem valószínű. Nehéz lenne megmagyarázni, hogy miért kapott még a '90-es években is új, dedikált ECM antennákat az F-15...



A kétüléses változatoknál nem a belső tüzelőanyag mennyiséggel, hanem a TEWS képességein spóroltak. Egyetlen kétüléses vadászváltozat sem rendelkezett integrált elektronikai zavaróeszközzel, mert annak helyét a fegyverzetkezelő-operátor kabinja foglalta le. A B/D változatok ezért a szárnyak vagy a törzs alá függeszthető elektronikai zavaró konténerek használatára voltak szorulva, ha igényt tartottak az aktív elektronikai zavarvédelemre. Három fajta konténert lehetséges a gépre függeszteni. A baloldali képen felülről lefelé haladva,

ALQ-119, ALQ-176 és ALQ-184. Az ALQ-176 egy gyakorló ECM eszköz, bár ezt csak néha hordozták Red Flag gyakorlatokon. Az RWR nem közvetlenül vezérli a zavarást, viszont támogatja annak használatát. A zavarási programokat az ALQ-135 – és esetleg az ALQ-128 – saját vevőí és elemzése alapján aktiválják.

A TEWS számomra ismeretlen időpontban egy MX-9287/A jelű eszközzel is bővült²¹⁸, aminek a funkciója nem ismert számomra, valamiféle szűrő lehet a neve alapján. Nem közismert, de az hogy az ECM radar és RWR rendszerek egyszerre működjenek korlátozás vagy képességcsökkenés nélkül az nagyon nem egyszerű feladat. Lehet, hogy még ma sem megoldott a teljes szűrés, és ezt a képességét is fejlesztették. Ez viszont ellentmond annak, hogy régen rendelkezésre állt volna az időosztásos elven üzemelő ECM és RWR antenna-rendszer, mikor örülnek, ha ma tudják szűrni azt, hogy ne zavarják egymást.²¹⁹ Ahogy az elején is említettem, nem túlságosan publikus téma, agyalni lehet bármin források hiányában...

A Sas gyakorlatilag a kezdetektől fogva el volt látva passzív zavarókat szóró rendszerrel, bár ezt néhány forrás tagadja, sőt, egyesek odáig mennek, hogy csak a '80-as években, a MSIP modernizáció alatt kerültek a gépekre. Ez véleményem szerint teljesen téves, már a 1975-ös kiadású flight manual szerint is a gázkaron megtalálhatóak a rendszert működtető kapcsolók és a hozzá tartozó kezelőpanel is szerepel, pedig még csak a Block 8 szériát gyártották le addig. (73-090-73097 oldalszámú gépeket)²²⁰ Az F-15 2x4 darab kazettával bír, ezekbe a következő zavarótöltetek tölthetők be:

- RR-170 vagy RR-180 dipólköteg (chaff), kazettánként 30 töltet
- MJU-7 infracsapda, kazettánként 15 töltet
- MJU-10 infracsapda, kazettánként 6 töltet

A tipikus konfiguráció az, hogy 4 db kazetta radarzavaró anyaggal, a fennmaradó 4 db kazetta vagy MJU-7 vagy MJU-10 infracsapdával betöltve. Ez 120/60 dipól/infracsapda vagy 120/24 töltetet jelent.

²¹⁸ http://www.wrcoc-aic.org/Archive/RS/RS09/RS09_35.pdf

²¹⁹ Bár egészen más színvonal, de az orosz export MiG-29 gépek egy részén az sem volt megoldva, hogy a fedélzeti radar működése esetén a besugárzás-jelző megbízhatóan működjön. Pedig a korszak szovjet csúcsvadásza volt...

²²⁰ http://www.kenmiddleton.net/real_aviation/bol/bol_missile_rail.html



Egy „agresszor” F-15C, részben letakart vagy belemezelt zavarótöltet kazettákkal.

A mellékletek között a fenti töltetéről található néhány marketing és „mélyebb” anyag is.²²¹ A dipólkötegek manuálisan és a TEWS RWR rendszere által érzékelt jelei alapján fél-automatikusan vagy automatikus üzemmódban is szórhatóak. Az infracsapdák csak manuálisan, a Sason a mai napig nincs infravörös vagy UV tartományban üzemelő MAWS rendszer. Békeidőben a kazetták egy része, vagy az összes be van lemezelve, repülés közben is védőburkolattal van ellátva, valószínűleg az egyszerűbb karbantartás és állagmegóvás végett.



Japán F-15J belemezelt zavarótöltet-kazettákkal.

²²¹ <http://maic.jmu.edu/ordata/srdetaildesc.asp?ordid=2812>

A 2000-es évek közepétől kezdve – a lenti fotók 2004-ben készültek – egyes F-15 gépeken a Sidewinder vagy AMRAAM rakéta indítósínek végén a svéd BOL rendszer jelent meg. Ez egyaránt tartalmazhat dipól- és infracsapda zavaró anyagot is, azonban ezek kivetése már nem pirotechnikai elven történik. Az infracsapdák még a kisebb MJU-7 méretét sem érik el, ezért a sín toldalék 160 darab kisméretű töltet befogadására alkalmas. A Sidewinder és az AMRAAM LAU-128 indítósíneire is felszerelhető a SAAB által kifejlesztett eszköz.²²²



BOL sínek az F-15C szárnygerendájának oldalán, a rakéta-indítósín végén.

Az F-15C állományból kb. kéttucat gép 1985-től megkapta az akkori idők csúcskategóriás adatkapcsolatát lehetővé tevő JTIDS²²³ Class 2 terminálokat, ismertebb nevén a Link 16 adatkapcsolatot lehetővé tevő eszközöket. Az régi fegyverzetkezelő panelt felváltó többfunkciós kijelző – a források egy része szerint már akkor színes volt, MPCD²²⁴ néven nevezik a kijelzőt – adta részben a háttérét, az adatkapcsolaton keresztül kapott adatok egy része ezen volt megjeleníthető. A titkosított adatkapcsolat a kor szintjén nagy sávzélességű volt és zavarvédett. Az adatkapcsolaton keresztül a Sas pilótája messze jobb képet kaphatott a taktikai helyzetről, mint amit az AWACS operátorai szóban, a gép radarjával vagy egyéb érzékelői által biztosított információkkal a pilóta „fejben összerakva” kaphatott. Ahogy a pilóták mondják, egy pillantás az terminál által adott képre többet ér ezer szónál is. A gépek adatkapcsolattal való ellátottsága a '90-es évek közepéig változatlan maradt, de ekkor már eldöntötték, hogy a JTIDS helyett a MIDS rendszer alkalmazását célozták meg az összes gépen. Az adatkapcsolat képességeit és jövőjét illetően nehéz átfogó képet adni, ezért akit mélyebben bele kíván ásni a témában, azt a lábjegyzetben levő linkek és a mellékletben megtalálható JTIDS.pdf dokumentum segítségével megteheti.²²⁵

A Sasok titkosított UHF rádiókommunikációját eleinte a KY-28-as beszédtitkosító, a 80-0002 szériaszámú géptől kezdve a KY-58 modul biztosította, amit később „Have Quick” (II) típusú frekvenciaugrósos (*frequency hopping*) rádióval kombináltak.

²²² Lehet, hogy a BOL kazettás AMRAAM indítósín neve a LAU-128, a sima indítósín típusjelzése eltérhet. Ezt nem tudtam megnyugtatóan tisztázni, de nem is lényeges igazán. A megteremtett képességen van a hangsúly.

²²³ Joint Tactical Information Distribution System – egyesített harcászati információ-szolgáltató rendszer

²²⁴ Multi Purpose Color Display – többfunkciós színes kijelző. Itt is tetten érhető a már említett „elnevezési kórság”, rejtély, hogy miért nem az F-16C/D gépeknél bevett MFD (multi function display) elnevezést használják.

²²⁵ <http://www.defenseindustrydaily.com/the-wonders-of-link-16-for-less-midslvts-updated-02471/#mids-jtrs>
<http://books.google.co.uk/books?id=I-DzknmTqDUC&lpg=PP1&hl=hu&pg=PA29#v=onepage&q&f=false>

4.3.4. MSIP I/II modernizáció és további fejlesztések

A 1982-ben F-15A/B és C/D gépek számára eltérő korszerűsítési programot dolgoztak ki. Az előbbiek számára ez volt a MSIP I az utóbbiaknak a MSIP II. Az F-15A/B flotta korszerűsítése elkezdődött, de soha nem volt teljes. A magas költségek amit – ebben valószínűleg a hidegháború vége és költségvetési lefaragások is közrejátszottak a 1990 után – a program csak egy részét hajtották végre, de azokat is csak az A/B flotta egy részén. Az A/B gépek állapota (várható élettartama) és egyéb más tényezők határozták meg azt, hogy milyen mélységű fejlesztéseket hajtottak végre rajtuk. Az F-15C/D gépeket a nagyobb mélységű karbantartások alatt látták el folyamatosan a fejlesztésekkel, az új gépek már a gyártás alatt megkapták az új / továbbfejlesztett rendszereket.

A program 1983 februárjában indult, amikor Légierő első 86,7 millió dolláros kifizetése után, amit követett 1983 decemberében további 274,4 millió dollár – mai árfolyamon 200 és 632 millió – ez fedezte a következő rendszerek fejlesztését és integrálását az első gépekre:

- PSP processzorok és számítástechnikai fejlesztések
- AN/AP-70 radar integrációs munkáit
- MPCD beépítése
- új gázkar-funkciók kialakítása
- HUD filmkamera cseréje videokamerás rendszerre
- a rendszerek felkészítése a JTIDS terminálok integrálására

A MSIP II programot idővel bővítették, így került be a rendszerek felkészítése AMRAAM használatára, az ECM rendszer korszerűsítése ALQ-135B változatra, AN/ALR-56C RWR integráció, AN/ALE-40 lecserélése a korszerűbb AN/ALE-45-re, ezen felül az AN/ALQ-128 rendszeren is végeztek változtatásokat.²²⁶ Az NCTR képesség megteremtése is a MSIP II alatt történt. A Sas elektronikájának megbízhatósága átlagosan 25%-kal javult. Az intenzív tesztelés 1984 decemberében kezdődött, az első olyan gép, ami a gyártósorról legördülve megkapta az összes változtatást a 84-0001 szériaszámú F-15C volt, ezt 1985. június 20-án adták át a Légierőnek.²²⁷

A MSIP I korszerűsítésen átesett gépek külsőre gyakorlatilag nem megkülönböztethetőek a C/D változatoktól, csak a gépek függőleges vezérsíkján levő lajstromszámok – amik USAF gépeknél a szériaszámmal azonos – árulkodnak arról, hogy melyik variánst látja a szemlélődő. Megkapták az új, megerősített futóműveket annak ellenére, hogy a CFT használatára az USAF A/B gépei soha nem voltak képesek. Szintén megkapták az új túlterhelésre figyelmeztető rendszert, ennek integrálása után engedélyezték a Sasok számára a +9/-3G túlterhelési tartományt. Annak idején elvetették a TISEO rendszer kifejlesztését és integrálását az F-15 flottán, azonban a '80-as években megint nekifutottak a témának. 1987-ben kísérleti jelleggel a TISEO rendszernek fenntartott helyre beépítettek „Eagle Eye III” fantáziánévre hallgató eszközt. Az elektro-optikai rendszer egy 23 hüvelyk hosszú (58,5 cm) és 10 hüvelyk (25,4 cm) átmérőjű optikát kapott, a rendszer által szolgáltatott képet az MCDP kijelzőn jelenítették meg. A programot azonban ismételten a forráshiány gáncsolta el.

²²⁶ *Hogy mi volt az eredeti műszaki tartalom és mivel bővítették, azt a forrás nem részletezi. Egyes források még az F100-PW-100 hajtómű cseréjét F100-PW-220-ra is a MSIP programhoz kötik.*

²²⁷ *Ebben szintén ellentmondanak egymásnak az F-15 Eagle Engaged (EE) az Aerofax kiadványok. Az EE szerint az első MSIP gép a 84-0002 oldalszámú F-15D volt és 1986-ra datálja az első leszállítását. A lenti első link szerint a 84-0002 lajstromszámú gép együléses. A videóval meg tényleg nehéz vitatkozni, az oldalszám tisztán látszik.*

http://www.joebaughner.com/usaf_serials/1984.html

<http://www.youtube.com/watch?v=azGevcy-XYc>

Az AIM-120 alkalmazásához szükséges volt az MUX lecserélése egy korszerűbb digitális rendszerre, ez volt a MIL-STD-1760 szerinti interfész és a MIL-STD-1553 szerinti digitális adatbusz rendszer. Ez a váltás nem csak az AMRAAM alkalmazását, de az új digitális számítástechnikai elemek használatát és a későbbi elektronikai fejlesztések alapját is képezte, a Sas ezzel lépett át a digitális korszakba. A kabin baloldali paneljében ekkor került elhelyezésre a Data Transfer Module. Ez lényegében egy adathordozó, amiről a bevetés-tervezés során, a bázis számítógépein előre elkészített adatok a gép rendszerébe betölthetőek, így nem a gépen kellett manuálisan bevinni minden szükséges beállítást. A 140. oldalon a baloldali panel 3. tételszámú nem használt helyére építették be ehhez az eszközt és kezelőszerveit. A mellékletek között megtalálható F-15C kabin elrendezési ábrán már látható az új panel.

A MSIP fejlesztések végrehajtása egy gépen átlagosan 10'000 munkaórát vett igénybe, amiket a gépek nagyobb mélységű karbantartásaira ütemeztek be. A modernizált Sasok 75 százalékát az Warner Robins Air Logistics Center végezte el Georigában. A fennmaradó 25% egy része Izraelben (Israel Aircraft Industries), Spanyolországban (CASA üzemében, Getafe) és Dél-Koreában (Kimhae) esett át a munkákon. A dél-koreai üzemben végezték a Japán gépek átépítését, a másik kettőben az USAFE²²⁸ és az izraeli gépeket. Ezek az üzemek valószínűleg csak kitek és szakemberek támogatásával dolgoztak. A már említett export politika értelmében nem tartom valószínűnek, hogy az USAF gépeihez odaengedtek volna nem amerikai munkaerőt.



Egy F-15A modernizációja Warner Robins Air Logistics Center üzemében.

A MSIP programon átesett gépek darabszámáról a forrásokban két mennyiséget bukkan fel a források között, 427 és 526 darab. Ezek értelmezésével van probléma, ehhez sajnos idéznem kell a forrásokból. Szó szerint ugyanezek a sorok vannak könyvekben és tucatszám online forrásokban, tehát a sanda gyanúm az, hogy értelmezés nélkül vették át. A forrásokban csak a program vége egyezik meg, miszerint a MSIP 1997 márciusában ért véget.

The purpose of the F-15 Multi-stage Improvement Program (MSIP) was to provide maximum air superiority in a dense hostile environment in the late 1990s and beyond. All total, 427 Eagles received the new avionics upgrades. Along with later model production aircraft, these retrofitted aircraft would provide the Combat Air Forces (CAF) with a total MSIP fleet of 526 aircraft.

²²⁸ <http://www.usafe.af.mil/>

Az Eagle Engaged (EE) könyvből:

Some 323 F-15s had been retrospectively MSIP “modded”, and 104 built, toward a total 526 MSIP aircraft by the time upgrade was completed in 1997.

Összesen 1'034 darab A, B, C és D változat készült a következők szerint:²²⁹ F-15A – 384 db, F-15B – 61 db, F-15C – 483 db, F-15D – 92 db, F-15J – 2 db, F-15DJ – 12 db.

Ez alapján nehéz eldönteni, hogy a fenti számok helytállóak –e és azt, hogy mire is vonatkoznak pontosan. A balesetek miatti gépvesztéseket beleszámolva az 427 darabos mennyiség még az USAF 'C/D' flottára sem elég, nemhogy még az 'A/B' változatok egy részére. A Eagle Engaged szerint a japán gépek modernizációja Dél-Koreában történt – ismeretlen mennyiség – de az Izraelnek és Szaúd-Arábiának eladott mennyiség, amik még MSIP előtti 'A/B' vagy 'C/D' változatok nagyjából kiteszik az 427 és 526 közötti gépmennyiséget. Sajnos itt is csak tippelgetni tudok, mint az RWR antennánál, a következők között:

- A fenti második idézet (EE) szerint összesen 323 gépet korszerűsítettek, és 104 db gép eleve a MSIP II konfigurációban épült meg. Ez 427 darab gép. Ha ez vonatkozik az USAF gépekre az azt jelenti, hogy még a C/D' flotta modernizációja sem volt teljes és tényleg csak néhány 'A/B' változatot modernizáltak. A további 99 gép az exportváltozatokra vonatkozhat, de itt is baj van. Izrael és Szaúd-Arábia amerikai gyártású gépeket vásárolt, összesen kb. 100 darabot a '90-es évek elejéig. Ehhez jön még a nagyságrendileg 150 darab japán gép. Ha ezekre vonatkozik a 99 gép, akkor az exportváltozatok igen kis része lett csak korszerűsítve, kb. az 1/3-a. A lenti linken a japán gépekről látható két videó.²³⁰ Az első a videón, a műszerfalán látható a MSIP alatt beépített MPCD, a másodikon (9:00 után) még a régi elektromechanikus fegyverzetkezelő panel látható.
- Az 526 db gép csak az USAF mennyiség, de ez estben képtelen vagyok értelmezni az EE állításait, hogy a 323 + 104 darab után mi az a „további” mennyiség.

A helyzetet tovább bonyolítja, hogy mind a japán, mind az izraeli gépek saját fejlesztésű elektronikát is tartalmaznak, tehát erre is igaz visszafelé, hogy ezek közelébe sanszosan nemigen engednek külföldi szakembereket. Ezen felül, ha saját erőből korszerűsítik a gépeket, akkor mi szükség a MSIP-re? Lehet, hogy csak egyes elemeit hajtották végre a programnak. Gondolok arra, hogy pl. a japán gépeken megtalálható ugyanaz a MPCD, mint az amerikai gépeken, de a légi harc-fegyverzet és elektronika miatt nem a MSIP által meghatározott műszaki tartalom szerintiék a gépek.

A digitális korszak beköszöntével a fejlesztések egy része inkább eltolódott a szoftverfejlesztés és ezek hibamentes integrációja felé. A hardver és szoftverfejlesztések és egyéb integrációk a '90-es évek óta „Operational Flight Program software Suites” néven futnak. Ezek előre meghatározott csomagok. A lenti linken igen tömören olvashatók az egyes fő fázisok során végrehajtott fejlesztések.²³¹ (A csak az 'E' változatokon végrehajtott változtatásokat 'E' betű jelzi, pl. Suite 6E.) A következő linken több tervezett és meg nem valósult elem is.²³²

²²⁹ Egyes források 1985-öt említenek, ami nyilvánvaló képtelenség, hiszen az két utolsó gép szériaszám – két F-15D – 86-0181 és 86-0182. A szériaszám első két karaktere a megrendelés évét jelöli nem az gyártását.

²³⁰ <http://www.youtube.com/watch?v=k2Gt9DeKfZE>
<http://www.youtube.com/watch?v=T00-BOp1Uhs>

²³¹ [http://wiki.scramble.nl/index.php/Boeing_\(McDonnell_Douglas\)_F-15_Eagle](http://wiki.scramble.nl/index.php/Boeing_(McDonnell_Douglas)_F-15_Eagle)

²³² http://www.fas.org/man/dod-101/usaf/docs/mast/annex_f/part13.htm

4.4. Pilótafülke

A F-15 pilótafülkéje a maga idejében maga volt a megtestesült átláthatóság az akkor éppen szolgáló gépekkel összevetve. Bár a kabint még mindig az elektromechanikus műszerek és kapcsolók garmadája tölti ki, azonban a kijelzők csoportosítása már legalább ésszerűen történt és méretük a leolvasás gyakoriságához és szükséges pontosságához igazodott. A radarszkóp kellően nagyméretű volt és csak igen kismértékben volt szükséges árnyékoló gumiburkolattal könnyíteni a leolvasást a fényviszonyoktól függően. A besugárzásjelző nagyméretű és jól látható helyen van, ez igaz a radarkép megjelenítésre is. A pilótafülke bal- és jobboldalán a fő kommunikációs- és HUD kezelőpanel két oldalán találhatóak.²³³ Azonban ami a '70-es évek elején „újhullámosnak” és korszerűnek számított, az mára bizony már eléggé elavult, egy kivételtől eltekintve. Az F-15 volt az első vadászgép, aminek a fő kezelőszerveit a HOTAS²³⁴ elv szerint alakították ki. Ez azt jelentette, hogy a főbb üzemmódok harc közben úgy használhatóak, hogy a pilótának nem szükséges elengedni a gázkart vagy a botkormányt. Tehát a kabinban található temérdek kezelőszerv használata többnyire akkor szükséges, amikor a pilótának van ideje azokat használni, vagy csak a rendszerek beüzemeléséhez vagy beállításához kellene. Harctevékenység közben viszont nem kel nyúlálni sehova. Ez mondjuk váltakozó irányú, nagy túlterhelésű manőverek végrehajtása során nem is nagyon sikerülne...

A HOTAS rendszert leszámítva az A/B és C/D változatok kabinja alig változott a kezdetek óta és mai szemmel bizony elavultnak tekinthetőek. A C/D változatokon az elektromechanikus fegyverzetkezelő panelt felváltotta egy TV kijelző, ezáltal még egyszerűbb és áttekinthetőbb lett a kabin. A TV képernyőt a MSIP II modernizáció után felváltotta egy 20 nyomógommbal ellátott többfunkciós kijelző a 'C' és 'D' gépeken.²³⁵ A MSIP modernizáció után kismértékben változott a HOTAS kialakítása és a '90-es évek végétől kezdve az összes vadász F-15-ön lecserélték a gázkart az F-15E gépeken használt gázkarokra, azonban a funkciók némileg eltérnek rajta, hiszen az vadász változatoknál nem szempont a csapásmérő-képesség. (Annak ellenére, hogy most is rendelkeznek a képességgel.)

'90-es évek végétől a műszerek megvilágítását kompatibilissé tették az éjjellátó használatára, de kb. itt véget is értek a komoly fejlesztések. Ezekon felül még a JHMCS integrálása történt meg, a sisakdisplay képes a HUD adatait a pilóta szeme elé vetíteni akkor is, ha éppen nem előrefele néz. A különböző kisebb-apróbb változtatások a rendszerfejlesztések miatt – új radar, új hajtómű, egyéb alrendszerek cseréje – az alváltozatok kabin elrendezése kismértékben eltérhetett, pl. az F100-PW-100 és -220 hajtóművek vagy az AN/APG-63 és AN/APG-70 radar kezelőpaneljai nem azonosak. További ilyen apró különbség pl. 'C' változatokon a TEWS fő kijelzőjétől jobbra található 2x3-as elrendezésű – radar- és infracsapdászóró-rendszer – állapotjelző lámpái, és 1985-től kezdve az NCTR kapcsoló megjelenése a bal konzolsor mellett. Azonban ezek a nagy összében nem változtattak. A mai korszerű harci gépekre jellemző (nagyméretű) többfunkciós kijelzőket használó „üvegezett pilótafülkés” (glass cockpit) vadászgépek kialakításától elég messze van a Sas.

A következő oldalakon az 'A' és 'B' változatok kabinjában levő műszerek és kezelőszervek elrendezése látható és a 'C' változat általános elrendezése. A mellékletek között nagyobb felbontású ábrák megtalálhatóak a panelokról, amiken az egyes kezelőszervek feliratai tisztán olvashatóak, ezen felül a fejlesztések során hozzáadott kezelőszervek és lecserélt panel-elemek is jobban azonosíthatóak. A következő oldalak ábrái a nagy összképes megértését segítik.

²³³ Ez utóbbi páros az F-16C gépek integrált kezelőpaneljének (ICP – integrated control panel) előfutára volt, de annál azért még jóval primitívebb volt.

²³⁴ Hands On Throttle-And-Stick – kezek a gázkaron és botkormányon

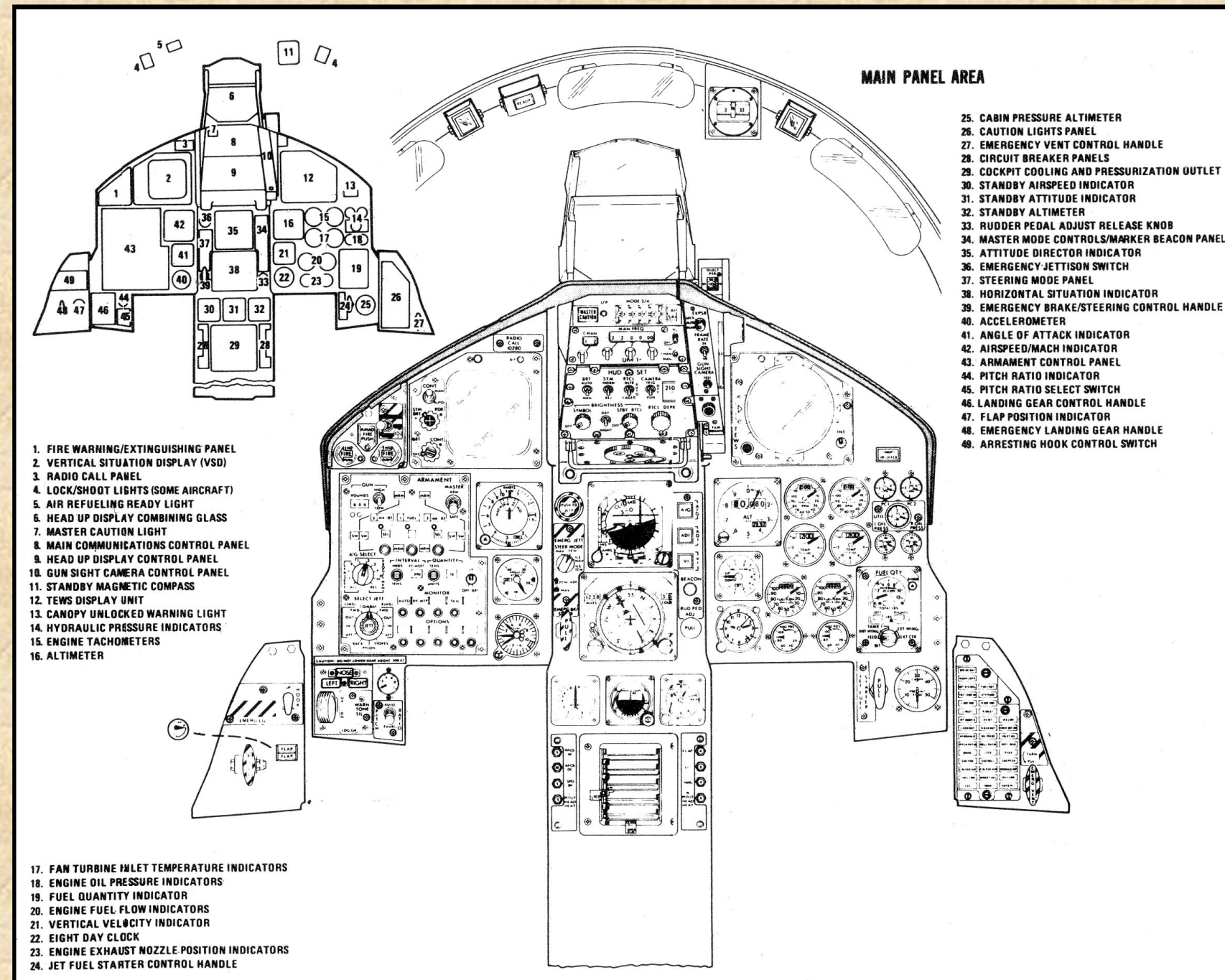
²³⁵ Hogy az 'A' és 'B' változatok elektromechanikus paneljét lecserélték – e valaha, azt nem tudom.

Az egy és kétüléses változatok elülső kabinrész műszerezése majdnem teljesen azonos, minimálisan több kezelőszerv van a kétüléses változatokban. Az extra kapcsolók és kijelzők az oktató-növendék közötti kommunikációt (fedélzeti intercom rendszer) és a gép feletti vezérlés átadását szolgálják.



Egy F-15C kabinja a 2000-es években. Látható egy apróbb módosítás a '80-as és '90-es évekhez képest. A hidraulika rendszerek nyomásjelzése mellett egy új panelt szereltek fel. A 'C' változatokra jellemző dispenser-rendszer 2x3 soros fényei eltűntek. A panelon halványan kivehető 'CM' betűjelzés a 'countermeasure', vagyis ellentévékenység szókapcsolat rövidítése. Valószínűleg az ECM, a rakétacsali- szóró (radar- és infracsapda) berendezések kezelőpultja lehet.

F-15A Eagle kabin elrendezés

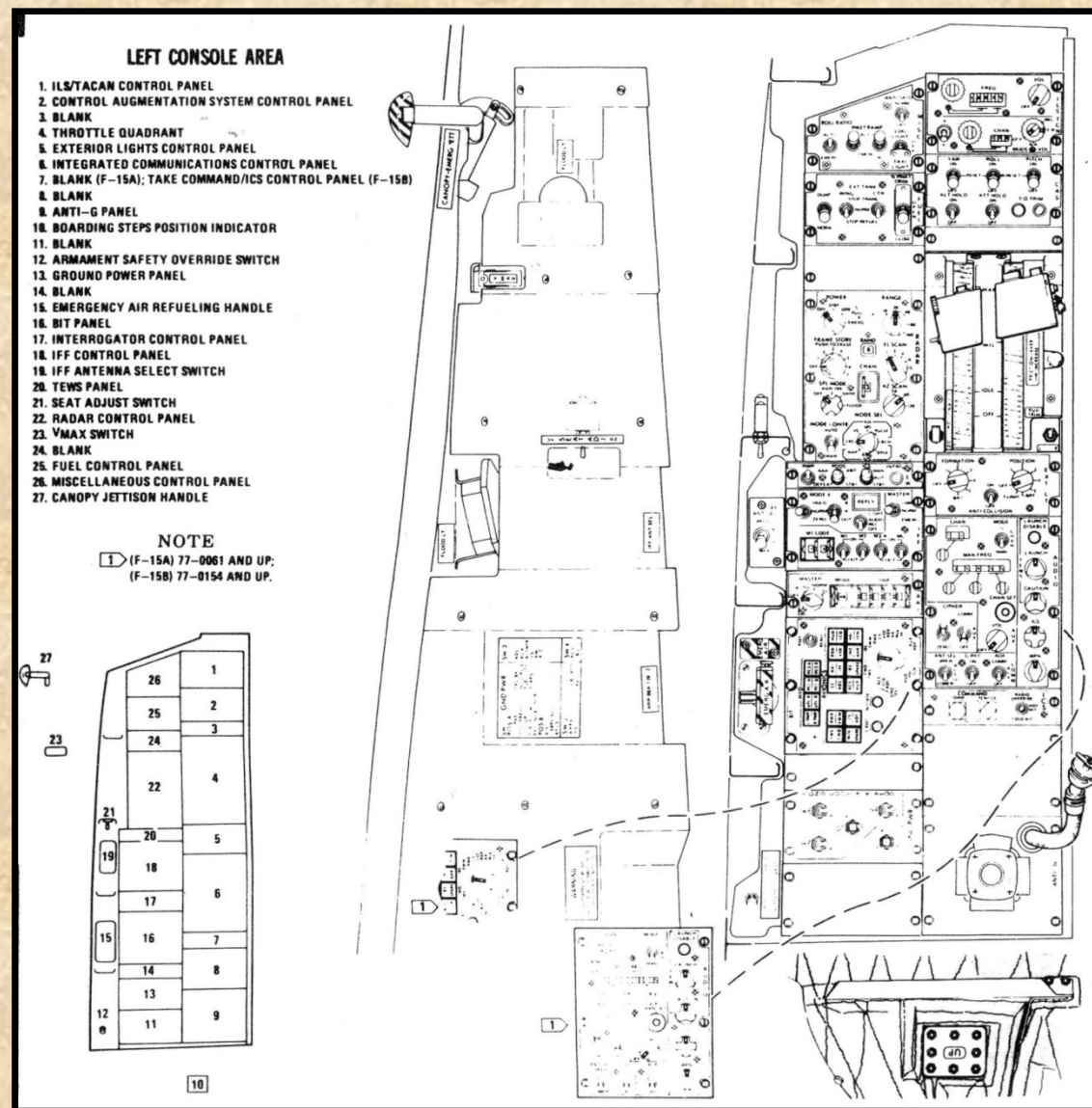


1. hajtómű tűzjelző & tűzoltórendszer kezelőpanelja
2. (VSD), légi helyzetképjelző, lokátor képernyő, radarszkóp
3. rádióhívás jelző panel
4. célbefogást jelző lámpa
5. légitankolás befejezését jelző lámpa
6. tükkörreflexes kivetítő üvegfelülete (HUD)
7. fő vészjelző lámpa (több hibajelzésre figyelmeztet)
8. fő kommunikációs rendszerek vezérlőpanelja
9. HUD kezelőpanelja
10. gépágyú fotogéppuska kezelőpanelja
11. tartalék mágneses iránytű
12. harcászati elektronikai kijelző, (radar-besugárzásjelző)
13. „kabintető lezáratlan” figyelmeztető lámpa

14. hidraulika-rendszerek nyomáskijelzése
15. hajtómű fordulatszám-mérők
16. magasságmérő
17. alacsonynyomású turbinafokozat gázhőmérséklet kijelzése
18. hajtómű kenőolajrendszer nyomáskijelzése
19. tüzelőanyag mennyiségjelző
20. hajtómű (pillanatnyi) tüzelőanyag fogyasztás (font//óra)
21. variométer (emelkedés / süllyedésjelzés láb/perc)
22. időóra (max. 8 napos működési ciklussal)
23. hajtómű GSF helyzetjelzők
24. indító hajtómű (JFS) vezérlő karja
25. kabinnyomás kijelzés (magasság egyenértékben)
26. alrendszerek hibajelző panelja

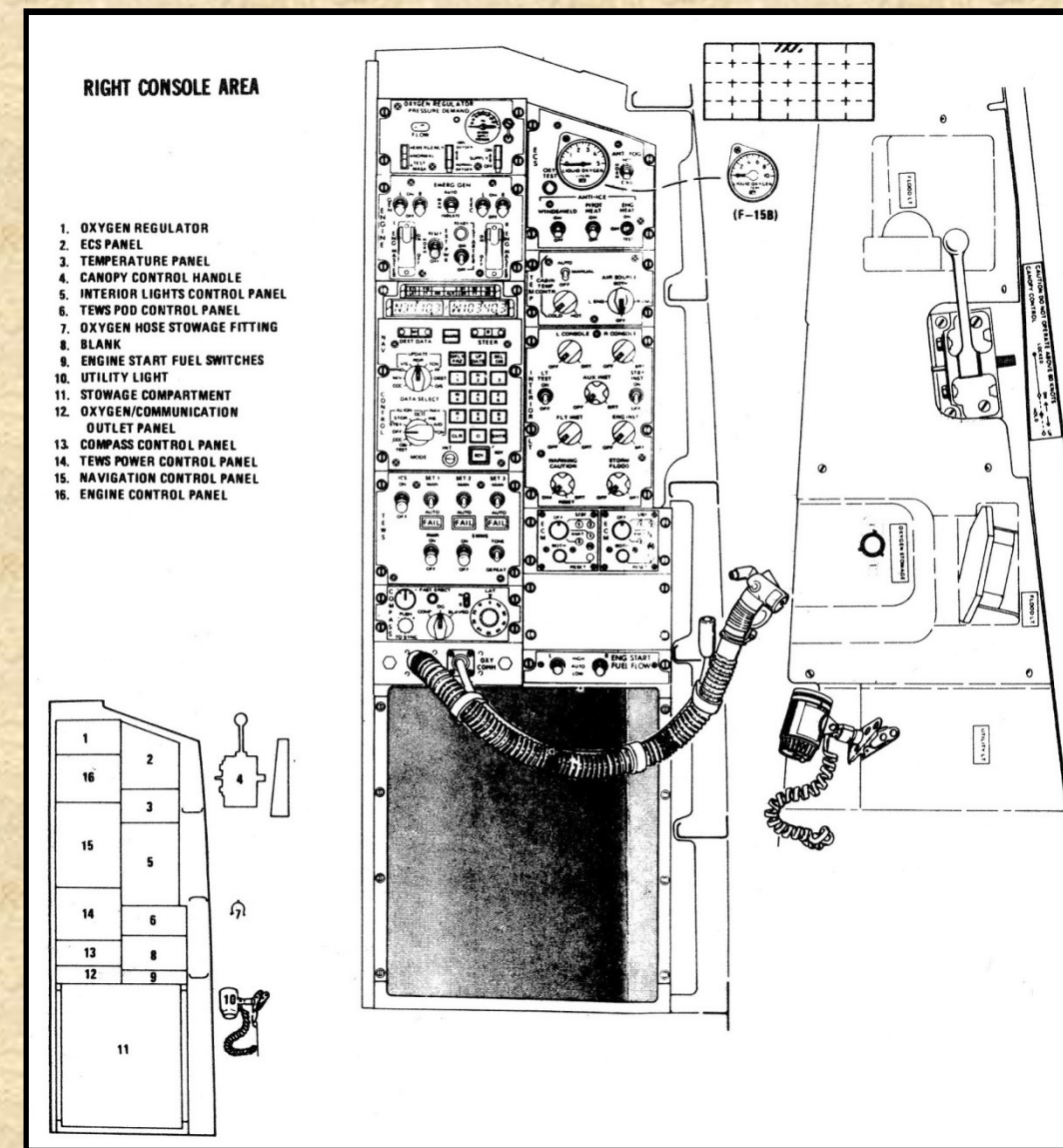
27. tüzelőanyag veszleeresztő kar
28. áramköri megszakítók/biztosíték panel
29. kabin-kondicionáló levegő-bevezetés (hőmérséklet és nyomás biztosítása)
30. tartalék sebességmérő
31. tartalék műhorizont
32. tartalék magasságmérő
33. oldalkormány pedál beállítás és semleges helyzetbe állítás
34. fő üzemmód kiválasztó és kijelző
35. műhorizont, műszeres leszállító-rendszer parancs-adó kijelző,
36. függesztmény veszleoldó gomb
37. navigációs üzemmódváltó panel

38. vízszintes helyzet kijelző (fő navigációs műszer, ILS, TACAN)
39. vészfékrendszer fogantyúja
40. gyorsulásmérő, túlterhelés (G kijelző)
41. állásszög-jelző
42. sebesség- és Mach szám mérő
43. fegyverzetkezelő panel
44. stabilizátor-botkormány kitérítés arányosság mutató
45. bólintási vezérlés kikapcsolása (ARI rendszer része)
46. futómű behúzás/kiengedés vezérlőkarja
47. fékszárnny helyzetjelzés
48. futómű vésznyitó kar
49. vészfékező-horog vezérlő kapcsoló

**BALOLDALI KONZOL**

1. műszeres leszállító- és TACAN (harcászati navigációs rendszer) kezelőpanelja
2. repülésvezérlő-rendszer kezelőpanelja
3. üres (nem használt / tartalék)
4. gázkar és mozgásterülete
5. külső fények kezelőpanelja
6. kommunikációs rendszerek egyesített kezelőpanelja
7. üres (F-15A), vezérlést átadó kezelőpanel (F-15B), (oktató/növendék közötti vezérlés átváltás)
8. üres (nem használt / tartalék)
9. anti-G öltözék kezelőpanelja
10. beszálló kabinlétra kijelző
11. üres (nem használt / tartalék)

12. fegyverzet biztonsági főkapcsoló felülvezérlő (földi teszteléshez, a fő fegyverzetélesítő kapcsoló a fegyverzetkezelő panelon van)
13. külső / földi tápegység kezelőpanel
14. üres (nem használt / tartalék)
15. légitankoló ajtó vészműködtető kar
16. fedélzeti önellenőrző-rendszer panelja
17. IFF interrogátor kezelő panel
18. IFF (ellenség-barát) azonosító kezelőpanel
19. IFF antenna kiválasztó kapcsoló
20. TEWS kezelőpanelja
21. katapultülés magasság-állító kapcsoló
22. radar kezelőpanelja
23. Vmax kapcsoló*
24. üres (nem használt / tartalék)
25. tüzelőanyag-rendszer kezelőpanelja
26. vegyes kezelőpanel (szívócsatorna vezérlés, blokkolásgátló, orrfutó lámpa)



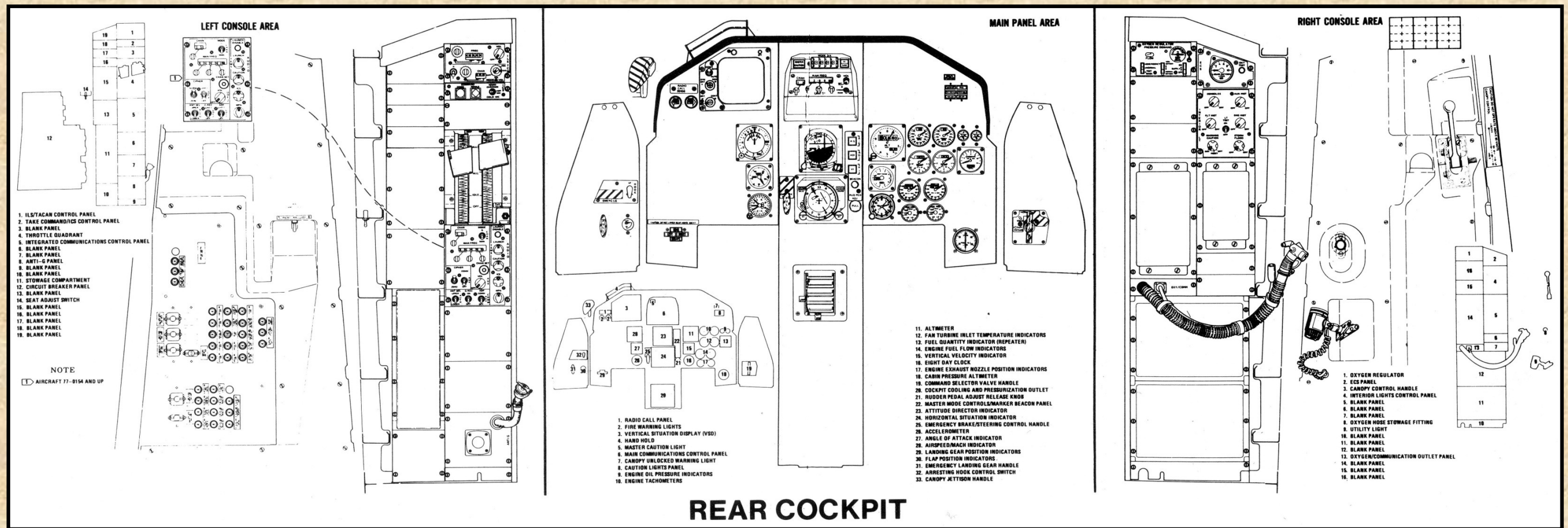
27. kabintető vészledobó kar

JOBBOLDALI KONZOL

1. (tiszta) oxigénrendszer szabályzó panelja (oxigénmaszkhoz)
2. jégtelenítő panel
3. kabin hőmérséklet-szabályzó panelja
4. kabintető nyitó/záró (működtető) karja
5. kabinfények vezérlőpanelja
6. TEWS, ECM konténerek kezelőpanelja (bal és jobb)
7. oxigéncső gyorscsatlakozó (tárolási pozíció)
8. üres (nem használt / tartalék)
9. hajtóműindítás tüzelőanyag-kapcsolók
10. kézi lámpa
11. zárható tárolótér
12. oxigéncső és rádiókábel kivezetés

13. iránytű kezelőpanel (irányszögrendszer)
14. TEWS táprendszer
15. navigációs kezelőpanel
16. hajtóművek vezérlőpanelja

*Hajtómű teljesítmény-fokozására alkalmas kapcsoló. Békeidőben le van plombálva. Amennyiben a zárat eltávolítják, ennek felkapcsolásával M1,1 sebesség felett teljes utánégető üzemmódon a turbina előtti hőmérsékletet (FTIT) a vezérlés 22 Celsius fokkal megemeli. A fordulatszám 2%-kal, az tüzelőanyag-fogyasztás 4%-kal, a tolóerő szintén kb. 4%-kal nő. Ez az üzemmódot legfeljebb 6 percig tartható fent folyamatosan, a kapcsoló használatát minden esetben jelteni kell, boroszkópos ellenőrzés végrehajtása szükséges minden egyes használat után. Maximum 60 percnyi üzem engedélyezett a hajtómű nagyjavítása előtt.



F-15B Eagle kabin elrendezés, hátsó kabin

BALOLDALI KONZOL

1. műszeres leszállító- és TACAN (harcászati navigációs rendszer) kezelőpanelja
2. vezérlést átadó kezelőpanel (F-15), (oktató/növendék közötti vezérlés átváltás)
3. üres (nem használt / tartalék)
4. gázkar és mozgásterülete
5. kommunikációs rendszerek egyesített kezelőpanelja
6. üres (nem használt / tartalék)
7. üres (nem használt / tartalék)
8. anti-G öltözék kezelőpanelja
9. üres (nem használt / tartalék)
10. üres (nem használt / tartalék)
11. zárható tárolótér
12. áramköri megszakítók/biztosíték panel
13. üres (nem használt / tartalék)
14. katapultülés magasság-állító kapcsoló
- 15.-19. üres (nem használt / tartalék)

FŐ KEZELŐPANELOK

1. rádióhívás jelző panel
2. hajtómű tűzjelző
3. légi helyzetképjelző, lokátor képernyő, radarszkóp
4. kapaszkodó fogantyú
5. fő vészjelző lámpa
6. fő kommunikációs rendszerek vezérlőpanelja
7. „kabintető lezáratlan” figyelmeztető lámpa
8. alrendszerek hibajelző panelja
9. hajtómű kenőolajrendszer nyomáskijelzése
10. hajtómű fordulatszám-mérők
11. magasságmérő
12. alacsonynyomású turbinafokozat gázhőmérséklet kijelzése
13. tüzelőanyag mennyiségjelző
14. hajtómű (pillanatnyi) tüzelőanyag fogyasztás (font//óra)
15. variométer (emelkedés / süllyedésjelzés láb/perc)

16. időóra (max. 8 napos működési ciklussal)
17. hajtómű GSF helyzetjelzők
18. kabinyomás kijelzés (magasság egyenértékben)
19. ?
20. kabin-kondicionáló levegő-bevezetés (hőmérséklet és túlnyomás biztosítása)
21. oldalkormány pedál beállítás és semleges helyzetbe állítás
22. fő üzemmód kiválasztó és kijelző
23. műhorizont, műszeres leszállító-rendszer parancs-adó kijelző,
24. vízszintes helyzetjelző (fő navigációs műszer, ILS, TACAN)
25. vészfék/kormányzó fogantyú
26. gyorsulásmérő, túlterhelés (G kijelző)
27. állásszög-jelző
28. sebesség- és Mach szám mérő
29. futómű helyzetjelzés
30. fékszárnny helyzetjelzés

31. futómű vésznyitó kar
32. vészfékező-horog vezérlő kapcsoló
33. kabintető vészleoldó kar

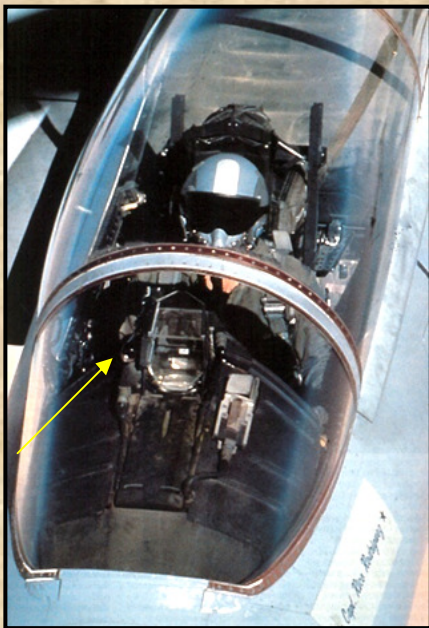
JOBBOLDALI KONZOL

1. (tisza) oxigénrendszer szabályzó panelja (oxigénmaszkhoz)
2. tiszta oxigén mennyiségmérője
3. kabintető nyitó/záró (működtető) karja
4. kabinfények vezérlőpanelja
- 5.-6. üres (nem használt / tartalék)
8. oxigéncső gyorscsatlakozó (tárolási pozíció)
9. kézi lámpa
- 10.-12. üres (nem használt / tartalék)
13. oxigéncső és rádiókábel kivezetés
- 14.-16. üres (nem használt / tartalék)

A kabinból a pilóta kilátása klasszissokkal javult az F-4-hez képest, mai napig etalonnak számít, csak a szélvédő vastag kerete rondít bele a tökéletes összképbe, bár arra legalább visszaillesztő tükrök szerelhetők. A pilóta elé táruoló kép szemléltetésére egy videó,²³⁶ még a kétüléses változatból is igen jó a kilátás még előrefelé is. A baloldali lenti képen a pilóta támaszkodása elég jó képet fest le arról, hogy oldalra és lefelé is milyen jó a kilátás és azt, hogy mennyire tágas a kabin. A jobboldali képen a hátrafelé kilátás minősége is elég egyértelműen látszik.



Mivel az F-4E Phantom gépeken használt TISEO rendszer beépítésétől költségcsökkentés miatt eltekintettek, ezért egy „olcsójános” megoldással próbálkoztak.



A radar által mért adatok és a HUD-on történő kijelzés annyira pontos volt, hogy a pilóták a HUD közepén levő 'W' szimbólumot könnyedén szintén a HUD-on megjelenő, (radar által befogott) célpontot jelölő négyzetet tudták tartani. Ez adta az ötletet ahhoz, hogy egy 9-szeres nagyítású – egyes források szerint csak hatszoros – Bushnell gyártmányú távcsövet szereljenek fel a HUD jobboldalára. (Vadász- és mesterlövész fegyvereken használnak ilyen.) Ezzel a kisebb méretű vadászgépek F-5 és MiG-21 méretű gépek – az átlagosan 1,5-2 mérföldes azonosítási távolsága kitolható volt akár 5-6 mérföldre is, ami a manőverező légi harc megközelítési szakasza során segíthette a pilótát.

Persze az igen primitív megoldás több hátránnyal bírt. Az távcső beépítése fix, tehát magával a repülőgéppel kell célozni. A HUD és a távcső középvonalainak metszéspontja egy adott távolságra van beállítva. Tehát beállítási értéknél nagyobb vagy kisebb távolság esetén a „célzás” pontatlan, ezt a pilótának kell tapasztalati úton korrigálnia.²³⁷ Ezen felül a pilótának előre és oldalra kell hajolnia, hogy belenézhesen a távcsőbe. Ez időbe telik, azonban gépek relatív közeledési sebessége akár 600 m/s is lehet. Tehát nem elég, hogy csak egy kis távolság tartományban pontos a rendszer, de a pilótának nagyon rövid idő áll a rendelkezésére, hogy használja az eszközt. A gép kormányzása ilyen helyzetben elég körülményes, előrehajolva a pilóta akaratlanul is meglökheti a botkormányt. Egyetlen vadászgép sem mentes a vibrációtól, ez is megnehezíti az optika használatát. A gyakorlatok során 10-20%-ban sikerült a célpontokat azonosítani vele, de mivel egy filléres eszközzel volt

²³⁶ <http://www.youtube.com/watch?v=DsUKeqjFQM8>

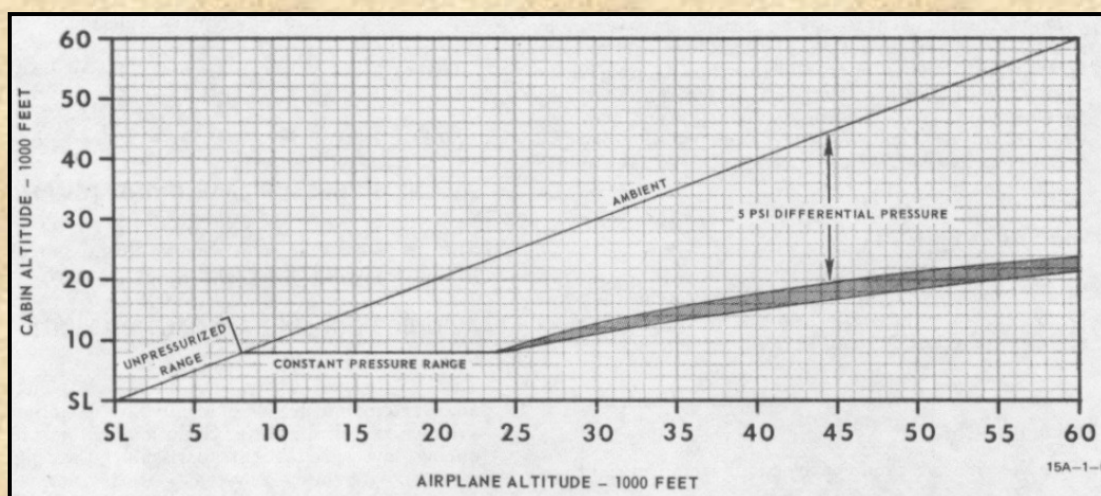
²³⁷ A jelenség ugyanaz, mint a régi vadászgépek esetén, ahol a szárnyakba voltak a géppuskák beépítve. Úgy volt a fegyverek hossz tengelye beállítva, hogy egy adott távolságban találkoztak a lövedékek. Jelentősen eltérő lőtáv esetén nagyon nagy volt a szórás.

szó ezért használata ésszerűnek tűnt, még ha csak néhány gépet ment meg egy esetleges háborúban. Ennek ellenére úgy tűnik, hogy az eszköz használata valószínűleg opcionális, pilótája válogatja. Alig van olyan fotó, amin a pilótafülkében látható lenne az eszköz. Az előző oldali képen halványan látható a távcső. A kép a Sivataji Vihar alatt készült, a több légygőzelmélet is elért pilóta, Cesar R. Rodriguez és gépe látható a fotón.



A vizuális azonosítás képessége adott távolságból mai napig nem lejátszott ügy. Air National Guard (Légi Nemzeti Gárda) egy F-15 gépén tesztelés céljából integrálták a Sniper lézeres célmegjelölő konténeret. Az eszköz infravörös kamerájának felbontása tiszta időben olyan jó, nagyságrendileg akár több tíz kilométeres távolságból is azonosítható egy vadászgép. Ez valószínűleg úgy működik, mint a TISEO az F-4 gépeken, tehát a radar által kijelölt cél irányába „ránéz” a célra a kamera.²³⁸ Az a jövő zenéje, hogy az esetleges élettartam-hosszabbításon áteső gépeken ez a képesség meg lesz –e valószínűsíthető. Még, ha a gépek képesek is lesznek használni az eszközt a szűk keresztmetszet a konténerek száma jelenti a szűk keresztmetszetet.

A kabin légkondicionáló rendszere 8 ezer láb (~2,5 km) magasságig nem alkalmaz túlnyomást. 8 és 24 ezer láb (~7,3 km) között állandó, 2,5 km-es magasságnak megfelelő nyomást, 24 ezer láb felett a környezeti nyomáshoz képest 5 PSI (~ 1/3 bar) nyomáskülönbséget tart fent a rendszer. A folyékony oxigén rendszer tartályának kapacitása 10 liter.



²³⁸ <http://www.airforcetimes.com/news/2012/05/air-force-f-15c-guard-pod-tracking-ability-051412w/>

A katapultülés magassága állítható a pilóta magasságának függvényében a kabinban található háromállású kapcsolóval. A szélső helyzetek közötti maximális távolság 5 hüvelyk (12,7 cm). A Sasok kezdetben IC-7 típusú – Block 17 szériáig – az azt követő szériák már a ACES II „duplanullás” katapultüléssel vannak ellátva. A „duplanullás” kifejezés azt jelenti, hogy a mentés álló helyzetben, a földön levő gép esetén is lehetséges. Figyelem, ez nem jelenti azt, hogy minden körülmény között sikeresen végrehajtható a katapultálás. Ez függ a gép sebességétől, bólintási- és bedöntési szögétől is. A mellékletek között megtalálható az mentőrendszer szélső paramétereinek leírása különböző helyzetekre. Az értelmezéshez némi segítség.

- pitch / dive angle – bólintási szög / süllyedési szög
- bank – bedöntési szög
- A jobboldali két diagramon folyamatos vonal azt a magasságot jelzi, ahol a pilóta reakcióidejével nem számolnak, tehát a folyamat már megkezdődött. A szaggatott vonal a pilóta 2 másodperces döntési és reakcióidejét feltételezi. A magasságok sebesség szerint vannak paraméterezve, a sebesség csomóban értendő. Egy példa, az értelmezésre. 45 fokos süllyedés közben 300 csomós sebességnél a végrehajtási és elhatározási magasság értékek metszéspontja 850 és 1650 láb (260 és 500 méter).

A katapultálás magasságától és sebességétől függően alapvetően három eltérő működési módja van a mentőrendszernek.

1. Alacsony sebességű gépelhagyás, a főernyő szinte azonnal kinyílik, amint az ülés elhagyja a gépet.
2. Nagy sebességű gépelhagyás, először egy kisebb ernyő nyílik, ami lassítja és stabilizálja pörgés ellen a katapultulást, és amikor már kellően lelassult az ülés, csak akkor nyílik a főernyő.
3. Nagy magasságú gépelhagyás, a 2. üzemmódhoz hasonló, csak az ülés leválasztása késleltetve van, amíg alacsonyabb magasságba nem ér a pilótával. A pilótának az oxigénellátása a katapultulásbe szerelt oxigénpalackból van megoldva.

A katapultálási folyamatot a lenti linken található oldal bemutatja és táblázatos formában olvasható, hogy az ernyőnyitás mikor történik meg. Az angolul kevésbé tudók számára a mellékletek közt letölthető fájlban látható a folyamat, a főbb lépéseivel.²³⁹

Az F-15 HUD-ja minden addiginél több információt jelenített meg, üzemmódtól függően változott a kijelzett adatok mennyisége, de a repülőgép haladási irányát (mágneses iránytű szerint), a repülési sebességet (IAS)²⁴⁰, Mach számot, barometrikus magasságot, a sebességvektor irányát, a túlterhelés nagyságát minden üzemmódban kijelzi. A HUD látószöge 20x20 fok. A HUD-on megjelenő adatokat és a gép előtt légteret a Block 24 szériáig fotogéppuska rögzítette. A KB-27B rendszer 100 lábnyi (~30 méter) filmmel rendelkezett. A Block 24 széria után 8 mm-es szalagra dolgozó Sony videokamerával látták el. Kezdetben csak a HUD képet rögzítette, a MSIP modernizáció után lehetségs volt a VSD képének felvétele is vagy akár a HUD és a VSD egyidejű felvételére is. Maximum 30 perc hosszúságú felvétel készíthető. A rendszer működhet folyamatosan vagy a botkormányon levő kezelőszervekkel indítható és állítható le a felvétel.

²³⁹ <http://www.ejectionsite.com/acesiitech.htm>

²⁴⁰ indicated air speed

1997-re az összes gép ezzel a rögzítési móddal bírt. Ma már valószínűleg digitális video felvevő rendszerrel vannak felszerelve a gépek. Ezek paramétereiről és arról, hogy a flotta gépein mennyire elterjedt, arról nincs adatom. A fotogéppuska és videó rendszer kezelőszervei a HUD és a fő kommunikációs rendszer paneljei és a TEWS kijelző között vannak.

A HUD-on megjelenített információk egy része megtalálható az *F-15 Armament Handbook* dokumentumban, ezért a lenti képen csak néhány üzemmód esetén megjelenő adatokat ismertetem.



A HUD levegő-levegő üzemmódban, gépágyús célzóüzemmód.

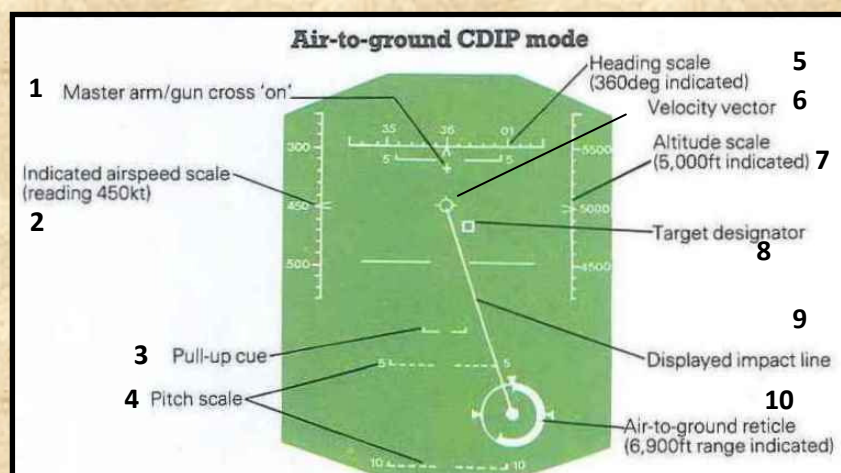
1.	Fegyverzeti főkapcsoló „be” állásban (Lehetséges a fegyverhasználat, gépágyú fix szálkeresztje ilyenkor látszik.)	7.	Repülőgép repülési irányszöge. (Az ábrán 120 fok.)
2.	A repülőgép hossz tengelye (Vízszintes helyzetben akkor van gép, ha ez jelzés a bólintásjelzőn a 0 fokos vonalon van.)	8.	Barometrikus magasság (Az ábrán 335 láb.)
3.	Sebesség kijelzése (445 csomó az ábrán)	9.	Befogott cél távolságának kijelzése, a közeledési sebesség melletti kis jel mutatja a távolságot.
4.	Célzókör (egy vonás = céltávolság 1000 láb)	10.	Befogott célpont helyzete
5.	Gépágyú tűzkész, a maradék lőszerkészlet mennyisége (Az ábrán látszik, hogy pontatlan, a maximális tárkészlet csak 940 lövedék.)	11.	Célpont távolságának kijelzése. (Az ábrán 2000 láb.)
6.	Bólintási szög kijelzés	12.	Célpont közeledési sebessége, ez nincs skálázva, a távolság kijelzés mellett jelenik meg folyamatosan. (Ez lehet negatív is, ekkor a célpont távolodik.)
		13.	Egyedi üzemmód kijelzések (A képen az ECM be van kapcsolva.)
		14.	A repülőgép sebességvektorának iránya. (A gép akkor repül vízszintesen, ha ez a jel a bólintási szög kijelzés 0 fokos vonalán áll. Ekkor a hossz tengely értelemszerűen a 0 vonal felett van. A 'W' és a 0 fokos vonal közötti szög az állásszög.)



A HUD levegő-levegő, közepes hatótávolságú légiharckrétá esetén használt üzemmód.

1.	Fegyverzeti főkapcsoló „be” állásban	8.	Repülőgép repülési irányyszöge. (Az ábrán 120 fok.)
2.	Lásd lent.	9.	Befogott célpont helyzete
3.		10.	Befogott cél távolságának kijelzése
4.	Sebesség kijelzés (445 csomó az ábrán.)	11.	Barometrikus magasság (Az ábrán 335 láb.)
5.	A repülőgép sebességvektorának iránya.	12.	Célpont közeledési sebessége és távolsága. (950 csomó és 22 tmf).
6.	Rendelkezésre álló közepes hatótávolságú rakéták száma (Az ábrán 4 db AIM-7M.)	13.	A célpont a DLZ (R_{max}^1) távolságon belül van, a rakéta indítható. (A NEZ távolság az R_{max}^2 , ami kisebb, mint R_{max}^1 .)
7.	Bólintási szög kijelzés	14.	A rakéta becsült repülési ideje.

A 2. és 3. tételek használatát nehéz elmagyarázni. A célpont közeledési sebességétől, távolságától és irányától (aspektus) függően a pont helyzete és a kör mérete is változik. (Az aspektust a kör szélén egy kis vonal jelzi, ez valamiért lemaradt az ábráról.) A távolság csökkenésével és a közeledési sebesség növekedésével is növekszik a kör mérete, A körön belül mozgó pont az jelzi, hogy a célpont helyzetétől függően a rakéta kinematikailag az indítás pillanatában mennyire van a DLZ széléhez közel a célpont és azt, hogy mennyire lehet javítani a helyzeten az esetleges irányváltoztatással. A legkedvezőbb helyzet az, ha a kis pont a kör közepén van, ekkor a legnagyobb a célpont relatív közeledési sebessége, tehát ekkor legnagyobb a DLZ és a NEZ.

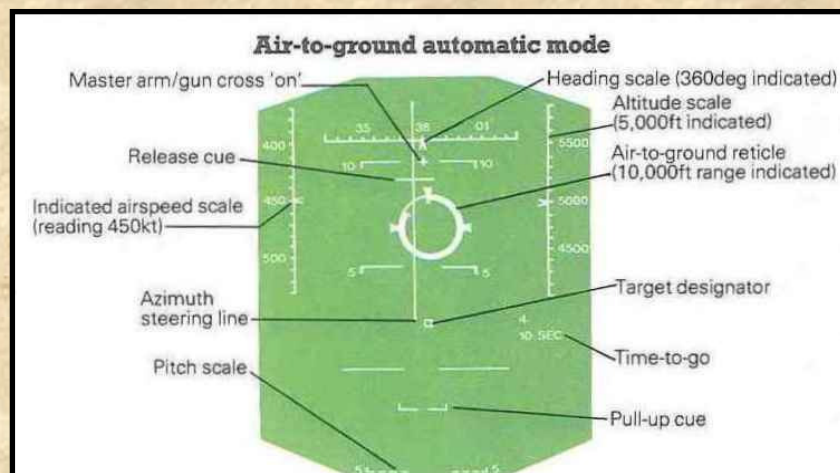


A HUD CDIP bombacélzó üzemmód esetén.

1.	Fegyverzeti főkapcsoló „be” állásban	5.	Repülőgép repülési irányszöge. (Az ábrán 360 fok.)
2.	Sebesség kijelzés (450 csomó az ábrán.)	6.	A repülőgép sebességvektorának iránya.
3.	Biztonsági zóna jelölés. (Ez jelzi a pilótának, hogy mikor nem biztonságos a bombaoldás, a bomba robbanása ezen a ponttól túl már kárt tehet a gépben. A leírásokból nem derül ki, hogy hogyan kell ezt értelmezni.)	7.	Barometrikus magasság (5'000 láb az ábrán.)
4.	Bólintási szög kijelzés	8.	Célpont kijelölő négyzet*
		9.	A bombák röppályája.**
		10.	bomba becsapódásának helye és távolság kijelzése

*Szeritem ez hiba az ábrán. A CDIP módszer lényege az, hogy a 10. tételként feltüntetett körrel céloz a pilóta és a HUD vagy a radar által meghatározott célzási pont lényegtelen. Persze ettől még fel lehet tüntetve, de túl sok értelme nincs.

**Az ábra azért érdekes, mert a bólintási szög kijelzés vonalai alapján a gép vízszintesen, 0 fokos bedöntéssel repül. Az ábra ebben az esetben igen erős balról fújó széllel számol, a HUD kijelzése szerint a bombák a haladási irányhoz képest jobbra fognak becsapódni.



A HUD AUTO bombacélzó üzemmód esetén.

Ezt az üzemmódot nem fordítom le, a többi ábrán lényegében minden jelzés szerepelt. A jobb alsó sarokban egy eddig nem szereplő jelzés tűnik fel, a bombaoldási pontig háralevő idő van feltüntetve.. Az AUTO üzemmód HUD kijelzését érdemes összevetni a 112. oldalon, a lábjegyzetben található videóéval. Igen nagy hasonlóságot mutat. Az üzemmód lényege az, hogy a függőleges 'azimuth steering line' vonalat a célkijelölő kör felezőpontján kell tartani. Legalábbis az *F-15 Armament Handbook* így ábrázolja, részletes leírás sajnos nem találtam.

Mind a HUD mind a HOTAS rendszer funkcióit befolyásolja, hogy a repülőgép fedélzeti rendszerei milyen fő üzemmódba (mastermode) van beállítva. A műhorizonttól jobbra levő panelon három gomb lenyomásával lehetséges az üzemmód beállítás. A gomb lenyomásával aktiválható egy üzemmód, ekkor a lenyomott gomb világít. Ismételt lenyomásra a gomb kialszik. A következő négy üzemmód állítható be:²⁴¹

²⁴¹ Az AMRAAM integrálása előtti, tehát 1991-ig bezárólag élő működésit ismertetem.

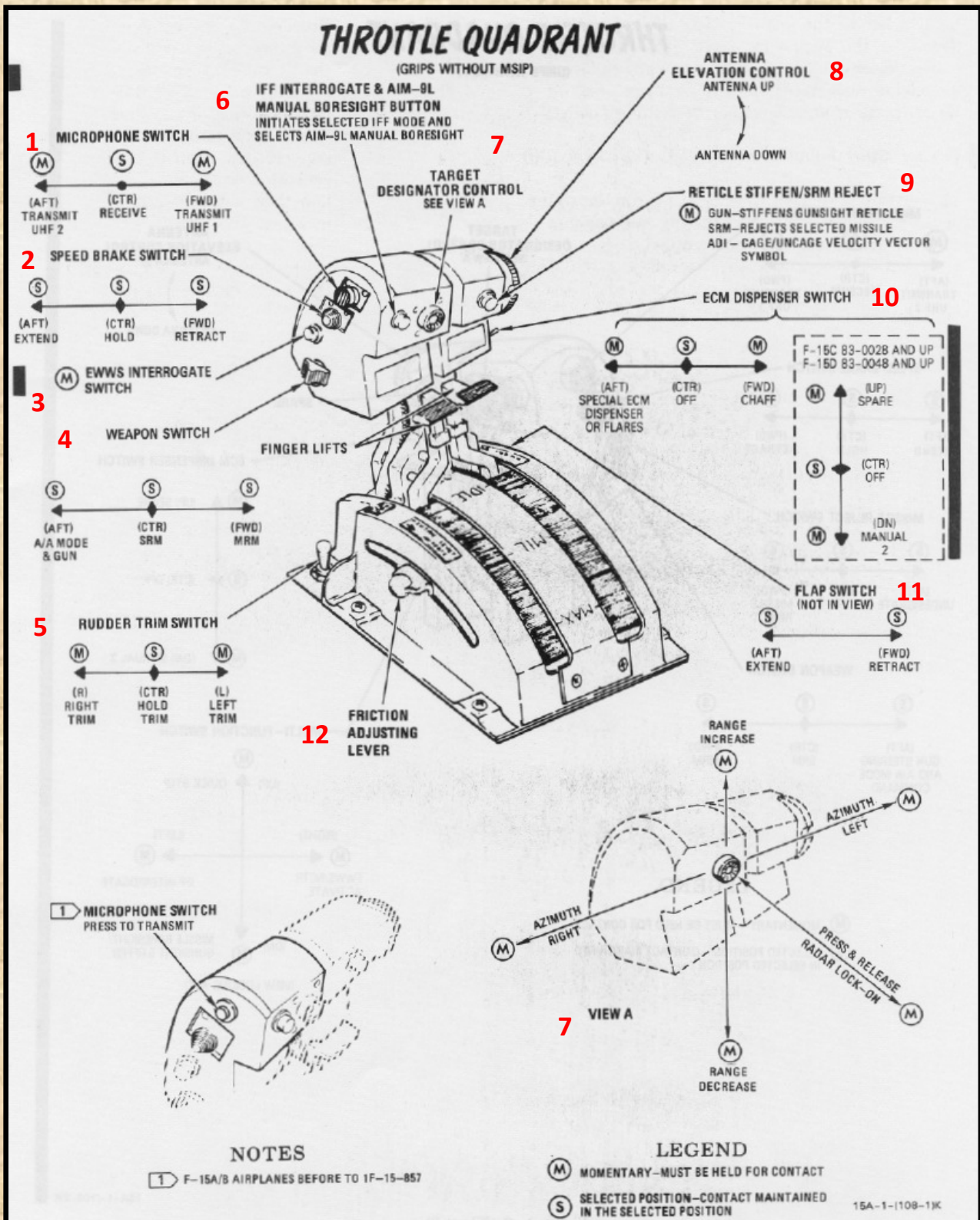
- air to air, A/A, levegő-levegő
- air to ground, A/G, levegő-föld
- visual identification, VI, vizuális azonosítás (?)
- attitude direction indicator, ADI, lényegében ez a navigációs üzemmód. (szerintem)

Feltűnhetett, hogy csak három gomb van a panelon, azonban négy üzemmód választható ki. Ez úgy lehetséges, hogy ha egyik gomb sincs benyomva, akkor az A/A üzemmód él. Az, hogy gépágyú, AIM-9 vagy AIM-7 számára alkalmas üzemmód él, azt a gázkaron levő háromállású fegyverzetválasztó kapcsoló (*weapon switch*) állása határozza meg. Szintén ezzel a kapcsolóval lehetséges felülírni a gombok által beállítható többi üzemmódot. Attól függetlenül, hogy melyik másik három fő üzemmód van éppen kiválasztva 'aft' állásba téve a gázkaron levő vezérlőt, a rendszer A/A állapotba tehető. Ekkor a gépágyús üzemmód fog élni, azonban ha a másik két pozícióba állítja a pilóta a fegyverzetválasztó kapcsolót, akkor az AIM-9 használatához szükséges SRM (*short range missile* – kis hatótávolságú rakéta) vagy az AIM-7 MRM (*medium range missile* – közepes hatótávolságú rakéta) alkalmazása lehetséges, a HUD megjelenítése is ehhez igazodik.

A következő oldalon található az F-15A/B/C/D gépek gázkarjának ismertetése, egészen a '90-es évek végéig a lent látható konfigurációban használták. (Az AIM-7/AIM-120 közötti minimális üzemmód váltás valószínűleg a fegyverzetkezelő-panellel oldják meg, valószínűleg kiválasztott fegyvertől függően működik az MRM üzemmód.) A körben 'S' betű azt jelenti, hogy abba a pozícióba állítva a kapcsolót ott is marad, az 'M' jelölésnél vagy nyomva kell tartani az működtetéshez – pl. a mikrofon kapcsolónál a beszéd ideje alatt – vagy egy működést vezérel. Az utóbbira példa a gázkaron a VSD megjelenítési távolságát állító kapcsoló. Egy nyomás fel/le irányban növeli vagy csökkenti az ábrázolás maximális távolságát. A működtetési irányoknál balra/jobbra (*left/right*), fel/le (*up/down*) és előre/hátra (*forward /aft*) irányok lehetségesek az adott kapcsolótól függően.

1.	Mikrofon-kapcsoló, szélső állásokban UHF1 vagy UHF2 csatornán lehetséges az adás, kommunikációs panelon lehet beállítani a frekvenciákat, középső helyzet a vételi állása a kapcsolónak.
2.	Törzsféklap nyitás/zárás. Középső állásban az éppen beállított folyamat félbeszakad.
3.	EWWS rendszerrel történő célazonosítás (?) ²⁴²
4.	Fegyverzet-kapcsoló. Elülső állásban AIM-7, középsőben AIM-9, hátulsó állásban gépágyú célzás üzemmód. Valószínűleg fegyverzet kiválasztása is megtörténik amennyiben A/A fő üzemmód van beállítva.
5.	Oldalkormány trimmelés.
6.	IFF interrogátor bekapcsolása (azonosítás). Lenyomás után AIM-9L BORE radar-üzemmódot állít be, amennyiben a fegyverzet-kapcsoló SRM állásban van. (Ez utóbbi nem biztos, de máshogy nincs értelme.)
7.	A VSD kijelző egyik vezérlő eleme. BVR radar-üzemmódokban a célkijelölő kurzor mozgatása és a célbefogás ezzel a többirányú kapcsolóval lehetséges.
8.	Radarantenna bólintási szögének beállítása, le/fel, ez csak BVR üzemmódoknál használatos, a közeli légi harc üzemmódnál előre definiáltak a pásztázási paraméterek.
9.	ADI üzemmódban a sebességvektor kijelzés kapcsolható ki/be, SRM üzemmódban a rakéták közötti váltás lehetséges. (A törzs kitakarhatja adott esetben a célpontot.)
10.	ECM és zavaróanyag szóró berendezést működtető kezelőszervek. Folytatás a következő oldalon a kép alatt.
11.	Fékszárny kiengedés / visszahúzás.
12.	Gázkar szorító/rögzítő. Állítható, hogy mekkora erő szükséges az mozgatásához.

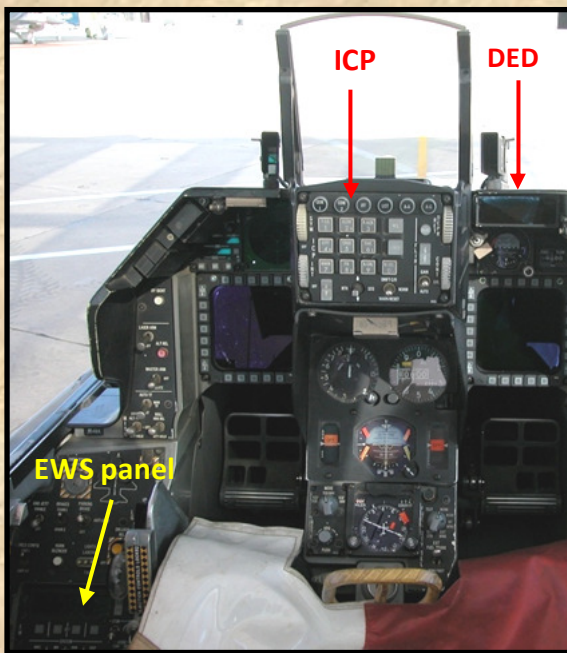
²⁴² http://www.f15sim.com/tech/details/left_grip_switches.html. Lásd az elektronikát ismertető fejezetben.



A 10-es tétel sajnos szintén nehezen értelmezhető számomra. Középső állásban a kapcsoló nem csinál semmit, előrenyomva radarzavaró anyag (*chaff*) szórása történik. Ez eddig tiszta sor. A hátrafelé működtetéshez tartozó 'special dispenser ECM' sor jelentése ismeretlen. Nem chaff, de az ECM szó miatt valami elektronikai zavaró eszköz kiszórásáról lehet szó. Nincs részletezve. A másik lehetséges következmény infracsapda (*flare*) szórása. Hogy mi dönti el, hogy mikor melyik szórása történik? Fogalmam sincs...

A flare és chaff közötti választás valószínűleg jobboldali panelon beállítottak szerint történik. A cikkben szereplő sorszámozott ábrán a panel valamiért hiányzik, de a mellékletek között letölthető képen az ECM panel alatt, a hajtóműindító panel felett megtalálható DISP SEL kapcsolónak három állása van. FLARE, CHAFF és BOTH (mindkettő). Ha feltesszük, hogy a kapcsoló működik és csak chaff és flare van a gépen, akkor mi szükség a kapcsolóra, ha úgylis a gázkaron levő szerkezet előre/hátra iránya dönt? A fent említett 'special dispenser ECM' értelmezésében sem nyújt segítséget ez a panel, hiszen ilyen kapcsolóállás nincs.

Az ábra szerint ez a botkormányon levő kezelőszerv az 1983-tól megrendelt C/D gépeken megváltozott, egy négyirányú kacsolót szereltek be. Ennek funkciói is homályosak. A felfelé nyomásra nem történik semmi, nem használt tartalék irány. Lefelé működtetésre az 'AUTO 2' információ szintén csak összezavar. Az ECM az előző bekezdésben említett paneljén vagy egy forgó-kapcsoló elem. Ennek öt állása van; OFF, STBY (készlet), MAN ONLY (csak kézi), SEMI AUTO (félautomata) és AUTO (automatikus). Hogy az AUTO 2 miben tér el az AUTO-tól azt sem részletezi egyetlen általam ismert forrás sem, de azt sem, hogy a fenti kapcsolók mit jelentenek. Még csak ott tartunk, hogy hogyan lehet a rendszerrel elérni azt, hogy az adott zavaróeszközt szórja a gép, vagy hogyan kapcsolja fel a pilóta az ECM-et, arról még szó sem esett, hogy hogyan állítható be, hogy mekkora időközrel és mennyit. Ez sem tudtam kideríteni sem a leírások sem a kabinrajzok és képek alapján. Összességében azt kell, hogy mondjam (sajnos), hogy a dispenser rendszer pontos működtetése egy nagy homály, ami annak fényében furcsa, hogy a másik légierős vadászgép (F-16C/D) kezelése világos, mint a nap. Az összehasonlítás, és a HOTAS filozófia mélyebb és egy évtizeddel későbbi megközelítésének megértéséért pillantsunk ki, de egy egészen kicsit.



Az F-16C gépeken is megtalálható az F-15 jobb oldali panelján levő ötállású tekerő-kapcsoló, pontosan ugyanezen feliratokkal. A sárga nyíllal jelzett panelon EWS²⁴³ van/volt ez a kezelőszerv, lásd a következő oldalon. A baloldali képen már egy modernebb változat látható, a tekerős kezelőszerv helyett már elektronikus kijelző és nyomógombok vannak, de az funkció vélhetőleg ugyanaz. A besugárzásjelző rendszer által érzékelt jelek alapján mind a passzív zavarók szórása, mind az ECM működtetése lehet manuális vagy akár teljes automatikus is.

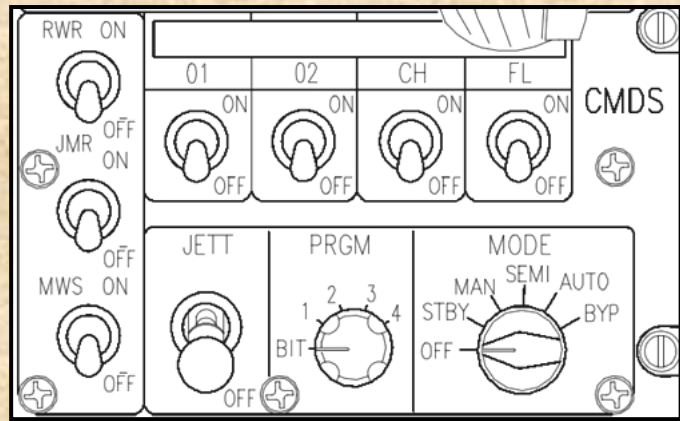
A passzív zavarók szórásai HUD alatti integrált kezelőpanel (ICP) gombjaival és ICP-től jobbra eső néhány soros elektronikus kijelző²⁴⁴ segítségével definiálhatóak, ha a rendszer STBY üzemmódban van. Négy program beállítása lehetséges, négy fő paraméter

állítható, mind a chaff, mind a flare szórás szempontjából. Ezek egy adott programban, külön állítható a chaff és a flare részére is.

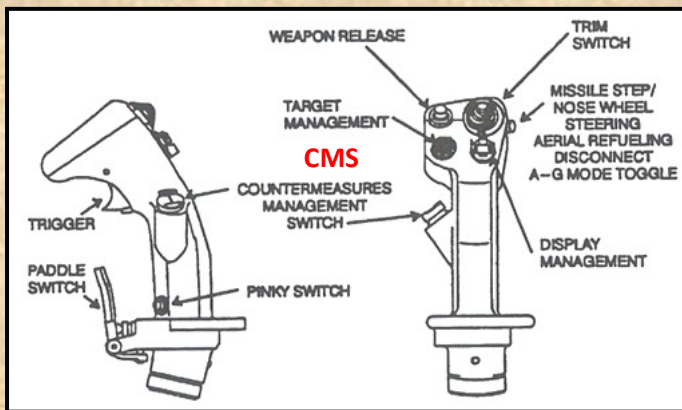
- *BQ*, (*burst quantity*) egyetlen ciklusban kiszórt mennyiség.
- *BI*, (*burst interval*), az egyes töltetek közti kilövési idő.
- *SQ*, (*salvo quantity*), a ciklusok száma.
- *SI*, (*salvo interval*), a ciklusok közti idő.

²⁴³ *electronic warfare system – elektronikai hadviselési rendszer*
http://www.xflight.de/pe_orq_par_lxc_chaffflare.htm

²⁴⁴ *DED – data entry display*



Az F-16C/D gépek EWS panelja a '80-as és '90-es években, de mai napig repülnek gépek ilyen konfigurációval.



Az F-16 botkormány baloldalán levő négyállású kapcsolóval (CMS) működethető az EWS panelon, a DED+ICP segítségével konfigurált ECM és passzív zavarókat szóró rendszer. Az ECM ki-be kapcsolható, és az éppen beállított szórási program ezzel indítható el. Ez azt jelenti, hogy az adott programban definiált ciklusok és mennyiségek száma dönti el, hogy melyik zavarótöltetből mennyit szór ki a rendszer egyetlen parancsra és milyen profil

szerint. Egy példa lent látható. A botkormányon levő kezelőszerv működtetése után párhuzamosan – tehát a működtetés pillanatától van számolva a '0' időpillanat – a következő történik:

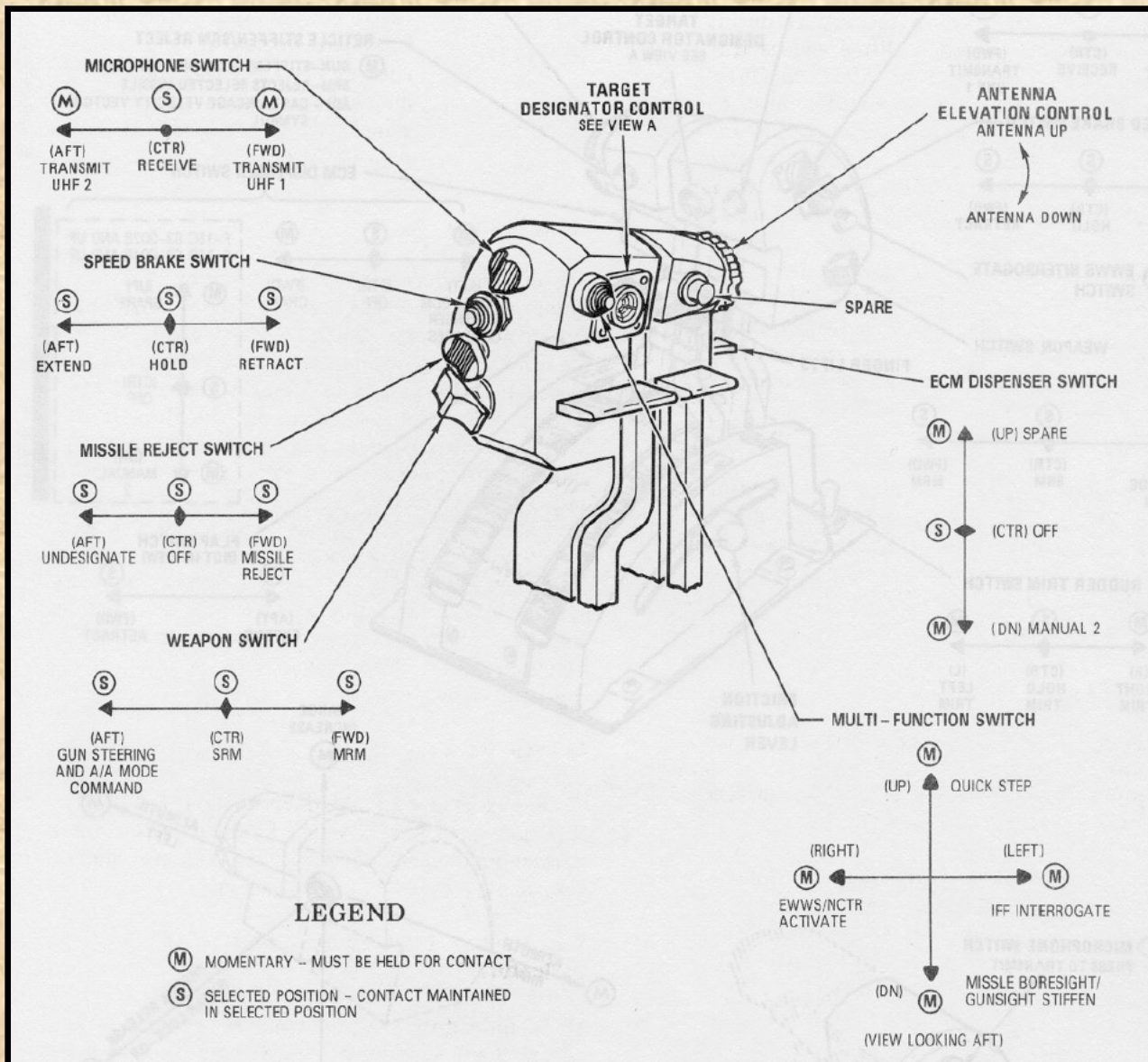
- A rendszer kiszór 3 db chaff töltetet 1 másodperces időközzel, majd 6 másodperc múlva ezt még egyszer megismétli.
- A rendszer kiszór 4 db infracsapdát 0,25 másodperces időközzel, majd 6 másodperc múlva még 4 darabot ugyanekkora időközzel, majd újabb 6 másodperc múlva ismét 4 darabot.

	chaff	flare
BQ	3	4
BI	1	0.250
SQ	2	3
SI	6	6

Látható, hogy a 4 darab beállítható programmal – ezt később növelték és rendelkezésre áll manuális/tartalék kezelőszerv is – és a rugalmas programozhatósággal milyen jól konfigurálható adott fenyegetésekre. A rendszer a beállítás után szinte teljesen HOTAS vezérelt, a programok vagy a manuális/automata üzemmód közötti váltáshoz is csak egy picit kell a gázkar elé nyúlni. Tiszta, világos, áttekinthető. Valahogy szöges ellentétben áll a Sas rendszereivel számomra. Ez persze valószínűleg csak abból fakad, hogy nincs elég információ, de számomra szinte hihetetlen, hogy az F-16 esetén a flight manual is teljesen világos, az F-15 estén meg több forrásból sem lehet összerakni a rendszer működését...

Ezen kis kitérő után térjünk vissza a Sashoz. A következő oldali képen a MSIP modernizáció utáni gázkar látható, ez használták '90-es évek végéig, amíg le nem cserélték a gázkarokat a vadászváltozatokon az F-15E gépeken használni.²⁴⁵ A funkciók nagyrészt maradtak, csak kicsit más elrendezésben, ezért ezt már nem fordítom le, összevethető az előző ábra fordításával.

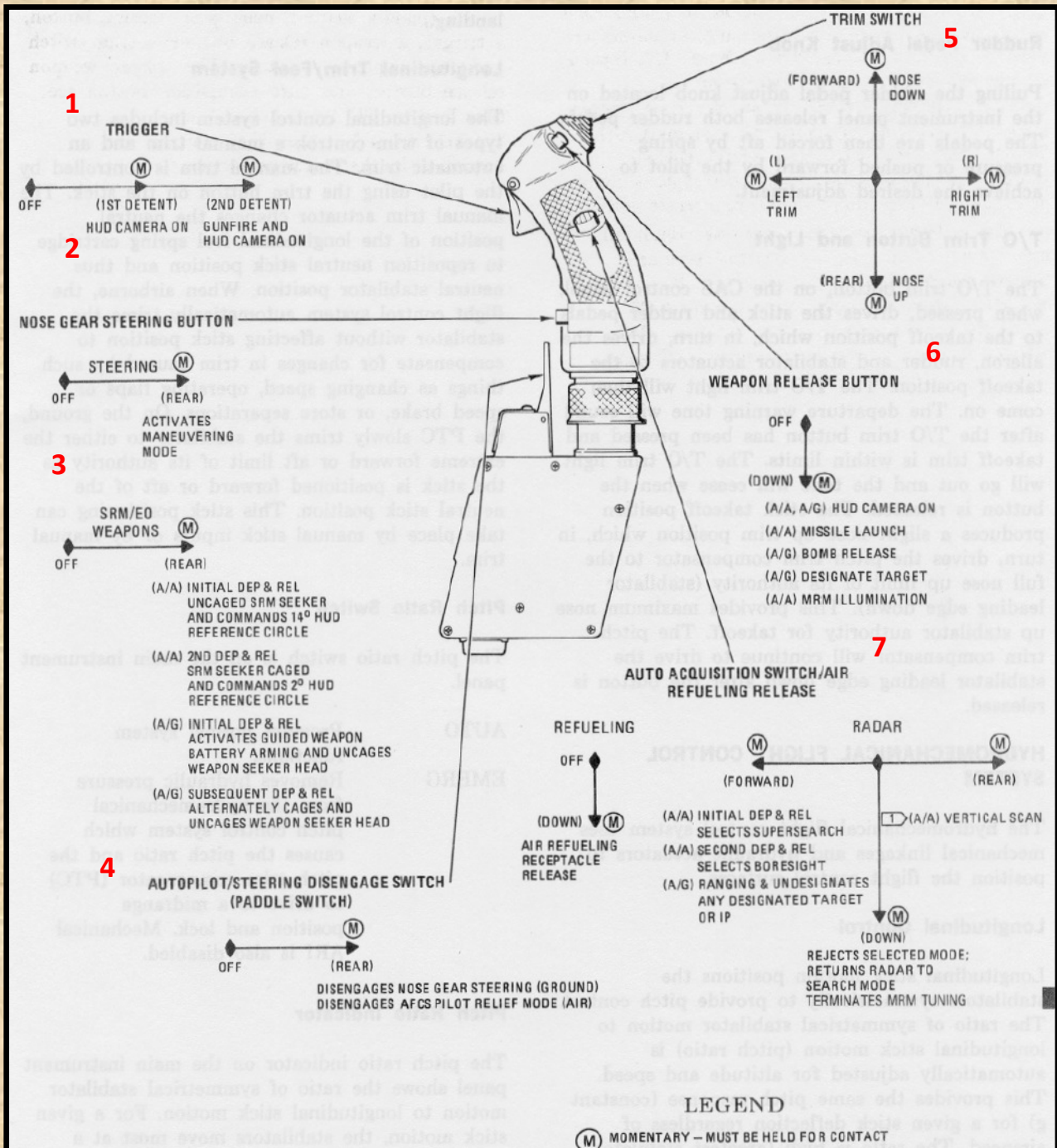
²⁴⁵ <http://www.f-15e.info/joomla/technology/cockpit/81-pilot-throttle>



A HOTAS rendszer másik eleme a botkormány, ezen is számtalan „zongorázható” kis kapcsoló és kezelőszerv található.

1.	Elsőtő-billentyű. Első pozícióig benyomva csak a HUD kamera működik, erősebben benyomva a kamera mellett a gépágyú működtetését vezérli.
2.	Orrfutó kormányzó gomb. Lenyomva az orrfutó ± 15 fok helyett ± 45 fokra téríthető ki kis sebességnél.
3.	SRM/EO, kis hatótávolságú légharckréták és elektro-optikai fegyverzet kezelése. <ul style="list-style-type: none"> A/A üzemmódban első lenyomásra a HUD kijelzőn a 14 fokos látószög referencia kört megjeleníti, az infravörös keresőfej kúpos keresésbe kezd. A/A üzemmódban második lenyomásra a HUD kijelzőn a 2 fokos látószög referencia kört megjeleníti, a keresőfej visszaáll a rakéta tengelyébe. A/G üzemmódban a fegyver belső energiaellátása aktiválásra kerül és feloldja a keresőfej rögzítést Minden további lenyomásra a keresőfej a középhezletbe áll vissza.
4.	Robotpilóta / orrfutó kormányzás. Földön kikapcsolja az orrfutó kormányzást, levegőben a robotpilótát.
5.	Négyirányú trim kapcsoló. Bólintó és bedöntés trim állítás.
6.	Fegyverzet leoldó / indító gomb. <ul style="list-style-type: none"> A/A, A/G üzemmód, HUD kamera bekapcsolása. A/A üzemmód, rakéta indítása. A/G üzemmód bombaoldás. A/G üzemmód, célpont kijelölése. (Valószínűleg AUTO üzemmód esetén) MRM illumination (valószínűleg a CW sugárzó felkapcsolása, AIM-7F számára)

7. Radar háromállású kapcsolója
- Előre (FORWARD)**
- A/A üzemmód, első lenyomásra 'supersearch' funkció, az egyik manőverező légiharcban használt pásztázási mód.
 - A/A üzemmód, második lenyomásra 'boresight' üzemmódba állítja a radart. Kis távolságon fixen előrefele keres a radar és automatikusan befogja a célt. Manőverező légiharc egyik radar üzemmódja.
 - A/G üzemmód, célpont kijelölés megszüntetése és távolságmérés (?)
- Hátrafelé (REAR)**
- Független pásztázás üzemmód. Manőverező légiharc üzemmód, 7,5 fok széles nyaláb -2 és 50 fokos szögben pásztázik a gép előtt. (Fordulóban, nagy bedöntésnél felfelé pásztázó pozícióban a pásztázási sáv is követi a gép helyzetét, ezáltal a radar „belenéz” a fordulóba.)
- Iefelé (DOWN)**
- Megszünteti a radar befogást vagy célkijelölést.



5. A Sas szolgálatban

5.1. Pilóták kiválasztása, kezdeti nehézségek

A berepülési program befejeztével a kijelölt alakulatok megkezdték a felkészülést az új Sasmadár fogadására. Az új vadászgépeket hagyományosan a 1st TFW (Langley AFB, Virginia) rendszeresíti, a Sas esetében sem történt másképpen. Az alakulat átfegyverzése 1976 elején indult, de a pilóták és üzemeltető személyzet kiképzése már 1974 közepén-végén megkezdődött. Ebben a mára már ikonikusnak számító 555th TFTS²⁴⁶ „Triple Nickel” nevű²⁴⁷ és 416th TFTS századok működtek közre, ezek akkoriban az 58th TFW²⁴⁸ alakulathoz tartoztak szervezetenként. Az 555. század az alakulat átnevezését és átszervezését követően 8 éves thaiföldi / vietnámi frontszolgálat után települt haza a Luke Légierő Támaszpontra Arizonába, 1974 júliusában. Természetesen az új gépek érkezésével az infrastrukturális fejlesztések és a gépekhez szükséges logisztikai háttér kiépítése is megkezdődött, az első Sas a Langley támaszpontra 1976. január 9-én érkezett meg.

A pilóták kiválasztása körül kezdetben volt egy kis vita. Frissen végzett pilóták az első körben nem kerülhettek az új vadászgépre. A kiválasztás során kezdetben csak az aktív vadászpilóták „krémjéből” válogattak, de ez részben személyes ismertségen és ajánlásokon keresztül történt meg. A követelményekből kifolyólag Vietnámot megjárt F-4 pilótákkal tervezték feltölteni az első típusátképző tanfolyamokat. Úgy gondolták, hogy a már meglévő rutinjuk és jártasságuk a légi harc terén elengedhetetlen a bevethetőség minél gyorsabb eléréséhez, amit a felső vezetés elvárt. Később kiderült, hogy a fenti elgondolás nem volt teljesen helytálló, a leendő Sas-pilóta alapvető képességei és alkalmazkodó készsége többet nyomott a latban, mint a repült órák száma és harci tapasztalat F-4 Phantom II vadászgépen. Nem egy, a repült óraszám alapján tapasztaltnak ítélt F-4 pilótának komoly, sőt, egyenesen áthidalhatatlan probléma volt megszokni azt, hogy az F-15 egyszemélyes vadászgép és nincs WSO, ezáltal minden feladat a pilótára hárult.

A fenti szelektálási módszer másik hátránya az volt, hogy az így kiválasztott pilóták többnyire már magas rangban repültek – alezredesi vagy akár ezredesi rendfokozattal bírtak – ezáltal az egészséges, jól megszokott arányok felborultak volna a századon belül. Az átképzett pilóták egy része ezen felül már igencsak benne volt a korban. USAF szemlélettel a 35-40 éves vadászpilóta már ritkán nézett hosszú aktív vadászrepülő karrier elé az átképzés után. Az F-15 teljesítménye lehetővé tette az igen gyorsan változó és igen nagy túlterhelésű manővereket, ami fokozott fizikai igénybevételt jelentett a személyzet számára. Legyen bármilyen jó fizikumú is egy pilóta, az öregedés és fizikai elhasználódás alól nem képes kivonni magát.

A fenti felismerés után elgondolkoztak azon, hogy a kiválasztás módszere talán nem szerencsés. Az viszont ismét csak komoly fejtörést okozott, hogy az újonc pilóták vajon képesek lesznek uralni az F-15 brutális erejét. A Légierő Személyzeti Központja²⁴⁹ végül úgy döntött, hogy indít egy különleges csoportot tíz fő részvételével. A csoport annyira különleges volt, hogy a szokásos évszám–csoport jelölést sem adtak neki. A csapatot öt frissen végzett hadnagy és öt olyan századosi rangban szolgáló F-4 gépen szolgáló WSO alkotta, akik korábban repültek T-33 iskolagépen vagy F-106 vadászgépen a Légvédelmi Parancsnokság (Air Defense Command) kötelékében. A fenti csoporthoz csapódott még hozzá egy T-38 Talon oktatópilóta, a

²⁴⁶ Tactical Fighter Training Squadron – harcászati vadászrepülőgép kiképzőszázad.

²⁴⁷ Az amerikai szlengben az ötcentes érme beceneve a „nickel” (utalva az érmében megtalálható ötvözőre), innen kapta az 555. század a becenevét.

²⁴⁸ Tactical Fighter Training Wing – harcászati vadászrepülőgép kiképzőezred.

²⁴⁹ MPC – Military Personnel Center.

Tactical Air Command engedélyezte a részvételét az Air Training Command kötelékében szolgálatot teljesítő pilótának. A kísérlet sikeresnek bizonyult, ez megnyitotta a kapukat az újonc pilóták előtt is a Sas felé.²⁵⁰

A fent említett felismerések után a követelményrendszert megváltoztatták. 250 repült óras tapasztalatot vártak el gázturbinás repülőgépen, de konkrét típus nem volt megjelölve. Természetesen az egyéni (mérhető) képességek, szolgálati múlt és személyes ajánlások továbbra is számítottak, ezzel a húzással jóval nagyobb pilótaállományból meríthettek. Az első végzős, frissen képzett pilóták közül, akiknek lehetőségük volt F-15-re kerülni, azok a 76-11-es osztályból²⁵¹ kerültek ki. Természetesen itt is erősen rostálták az állományt, az elért eredmények alapján csak a végzősök legjobb 10%-nak ajánlották fel a szabad választás lehetőségét. Az első osztályból kilenc pilóta élt is a felajánlott lehetőséggel és az F-15-re kérte magát.

A kiválasztás folyamatába az Légierő orvosai (Air Force Surgeon General Office) is bele kívántak szólni. Az ajánlásuk szerint az F-15 manőverező képessége miatt a pilóta magassága komoly tényező lehet. Az alacsonyabb pilótáknál a fej-szív távolság kisebb, tehát úgy vélték lehetséges, hogy az alacsonyabb pilótáknál a szív tovább képes fenntartani az agy számára szükséges oxigénellátást. A pilóták növekvő számával gyűlt gyakorlati tapasztalat azt mutatta, hogy a pilóta fizikuma és aktuális fizikai állapota (fáradtság, előző napok terhelése, napszak, stb.) sokkal fontosabb tényező volt, mint a pilóta testmagassága.

Bár semmiféle orvosi végzettséggel nem rendelkezem, de kisebb termetű embernek a szíve is valószínűleg kisebb, tehát az emberi test arányosságai miatt nem feltétlen jelent előnyt a kisebb testmagasság. Usain Bolt is magas, de nem az látszik az eredményein, hogy a szíve ne bírná pumpálni a vért... Az ötlet elvetése részben hagyományos „ellenszenv” alapulhatott. A pilóta egyik „ellensége” (?) a repülőorvos, aki miatt a pilóta elvesztheti „szárnyait” és egészségügyi okokból kiszuperálhatja. Más sem hiányzott az Légierőben senkinek, hogy ez a társaság határozza meg, hogy ki lehet a vadászpilóták krémje, a legjobb a legjobbak között. Mondjuk, azt nem tudom, hogy ki határozná meg az egészségügyi követelményeket a pilóták számára, kik, ha nem a repülőorvosok...!? Nem ez volt az egyetlen összszördülés az egészségügyi követelmények megfogalmazásakor az illetékes szerv és a Légierő magasabb beosztású tagjai között.

Már a kiképzőszázadok működése során fényt derült bizonyos üzemeltetési problémákra, amik idővel súlyosbodtak és komolyan befolyásolták a gépek hadrafoghatóságát és a pilótaképzést is. Az „új vas” megbízhatósága elmaradt a várttól, emiatt a kiképzés tervezett üteméhez nem sikerült a kellő mennyiségű gépet üzemképes állapotban tartani. Kezdetben a századok naponta 1,13 felszállás/gép átlagot tudtak tartani a repülési napokon, amit azonban beindult a „nagyüzem” ez meredeken zuhanni kezdett és 0,6 felszállás/gép értékre esett. Az első évben a fő egységekre vetített MTBF érték az eredetileg elvárt érték kétharmadát sem érte el. A hibák javítása is lassan ment a még nem betanult karbantartó személyzettel, másrészt pótalkatrészekből is hiány volt, amíg a gyártás nem futott fel.

²⁵⁰ A kezdő pilóták közül ketten igencsak rászolgáltak a bizalomra. Az egyikük altábornagyi rendfokozatot ért el, a 11. Légihadsereg – alaszakai erők, 11st Air Force – parancsnoka lett. A másik pilóta „csak” vezérőrnagyi rangig vitte. Szó se róla, jól sikerült megrostálni a jelölteket. Ehhez is kell tehetség, nem kicsi.

²⁵¹ Nem sikerült megfejtennem, hogy mi alapján sorszámozták az adott évben indított csoportokat.

A gépek üzemeltetése során az egyik fő szűk keresztmetszetet a hibás alkatrészek pontos beazonosítását és javítását elősegítő teszt-berendezések késedelmes szállítása és megbízhatatlan működése okozta. Ez a része az F-15 programnak két éves csúszásban volt. Az AIS²⁵² berendezéseivel a Sas főbb elektronika rendszerei és LRU egységeinek tesztelése volt lehetséges, a BIT által hibásnak ítélt elemeket vizsgálták velük. Annak ellenére, hogy a BIT elméletileg a gép fő rendszereiben fellépő hibák beazonosítását szolgálta, az AIS technikai eszközeivel elvégzett tesztek eleinte 40%-ban (!) nem egyeztek meg a BIT által szolgáltatott eredményekkel. A másik probléma az volt, hogy az AIS állomások is hadilábon álltak üzemképességgel, átlagosan 50%-os mutatóval bírtak az első néhány évben, ez a érték 1975 decemberében mindössze 30% volt. Még ha működött is a rendszer rendszeresen, az LRU egységeknek csak kb. fele volt javítható üzemeltetői szinten (base level), a másik felét a gyártóhoz kellett visszaküldeni.

Az eredetileg elvárt rendelkezésre állás nem valósult meg, ez lassította a típusátképző kurzust és később a századoknál a pilóták harci kiképzését is. Mivel a gépeket minél gyorsabban szolgálatba kívánták állítani, ezért 1975 novemberében úgy döntöttek, hogy a csapásmérő feladatkörhöz szükséges tesztek felfüggesztik, az átképzési-kiképzési anyagból is törlik az ehhez kapcsolódó feladatokat. Ezt lehet, hogy csak ideiglenes lépésnek szánták, ezután viszont a vadász-változatokon repülő pilótákat soha nem képezték ki csapásmérésre (néhány kivételes esetet leszámítva). Az USAF kötelékében gyakorlatilag azonnal egyfeladatos vadászgéppé redukálták az F-15A/B – később a C/D változatokat is – és ez mind a mai napig így is van. Annak fényében, hogy a csapásmérő képesség megteremtése pénzbe került – pedig mit vitatkoztak a fejlesztés során, hogy milyen képességet kapjon – és a gép tömegét is növelte ez a követelmény, ez fejlesztési/gyártási oldalról nézve pazarlás volt, még ha járt bizonyos előnyökkel is az üzemeltetési oldalon.²⁵³ A II. Világháború óta ez volt az első eset, hogy még másodlagosan sem szándékozták csapásmérő feladatra használni a korszak csúcsvadász gépét.²⁵⁴

A típusátképző tanfolyam (Phase I) 18-21 felszállást jelentett a leendő Sas-zsokék számára. Minden leendő Sas-pilóta TF-15A gépen kezdett, még a legtapasztaltabbak is. Az átszoktató repülések alatt gyakorolták az új gépekkel a kötelékrepülést, navigációt és az új vadászgép alapvető kezelését, így szerezték meg a szükséges alapszintű jártasságot az új típuson. Ezek után következhetek a szólórepülések, az oktatók ekkor már csak kísérőként értékelték az leendő Sas-pilóták teljesítményét.

1976 elején a McDD havonta nyolc gépet szállított le, a harcászati századokat elkezdheték feltölteni az új vadászgéppel. A programot igazán komoly csapások a gépek szolgálatba állítása után kezdték érní. Ahogy nőtt az átadott gépek száma, az egyre több repült óra egyre több hibát tárt fel magával a géppel és az egész programmal kapcsolatosan. Nem csak a „vas” volt a problémák forrása, maga az üzemeltető személyzet is, legalábbis eleinte. Amikor 1976. március 31-én az 1st TFW átvette a tizenötödik F-15-öt, az ezred állományában mindössze huszonhét minőségbiztosítási (karbantartási ellenőr) szakember volt. Noha jó elméleti képzést kaptak, addig összesen csak hárman nem számítottak újoncnak a típuson, és a huszonhét

²⁵² AIS – avionics intermediate shop, rep-elektronikai közepes-szintű javító-műhely A mellékletek között a műhely berendezéseiről található több terjedelmes anyag, de ebből igen kevés a valóban hasznos a cikk témáját és mélységét tekintve. A F-15 szolgálata alatt a berendezések száma változott, még az utóbbi évtizedben is, a csapásmérő és vadász változatok üzemeltetéséhez szükséges berendezések részleges egységesítése fogalmazódott meg.

²⁵³ Még jó, hogy nem a „fullextrás” változat mellett döntöttek, bár ekkor lehet, hogy nem lépik meg a csapásmérő alkalmazás törlését, mert a kiépített képesség olyan szintű pazarlása lett volna, amit nem tűrtek volna el a felső vezetés vagy a politikusok részéről. A kieső csapásmérő képesség nem volt komoly az egész USAF tűzerejét és képességét nézve, hiszen amúgy is csak másodlagosan számoltak vele, nem F-111 szintű – akár precíziós – képességről lett volna szó.

²⁵⁴ Mivel a II. Világháború alatt a Luftwaffe 1944-től kezdve nem jelentett komoly fenyegetést, ezért a vadászgépek számára engedélyezték a szabad vadászatot földi célpontokra is bizonyos szabályok betartásával.

szakemberből tizenöt újoncnak számított még a szakterületén is. Az AIS berendezései körüli problémák és az igen nagy ütemű műszaki személyzet-kiképzés a párhuzamos gyors ütemű rendszeresítéssel azt eredményezte, hogy az 1975-ös típusátképzés során megtapasztalt napi 0,6 felszállás / gép átlagos képest 1976 első felében nem voltak képesek előrelépni. Ez nem csak a típusátképzést, de az USAF századainál és ezredeinél a harcászati kiképzést (Phase II) is lassította. A Luke támaszpontot elhagyó átképzett pilóták az alakulatuknál egy 75 napos, 25-30 felszállást magába foglaló kiképzésen esettek át. Három felszállás a légi harc alapvető fogásainak gyakorlására szolgált, hat manőverező légi harc-gyakorlatot, egy az alapvető védekező manőverek gyakorlását, három DACT,²⁵⁵ egy éjszakai légi utántöltés tréning és négy légvédelmi – ez valószínűleg védekező jellegű harc feladatot, HAVCAP, BARCAP vagy elfogás – gyakorlatot iktattak be. A DACT gyakorlatok során a Nellisről áttelepült Agresszor századokkal, F-5 gépek ellen történt, de később a légierő F-5E Tiger II, F-4E Phantom II, F-106 Delta Dart és a Haditengerészet A-4 Skyhawk, T-38 és F-4J gépei ellen is repültek. 1977 végére nagyságrendileg ötszáz gyakorló légi harcot hajtottak végre a Sassel az alakulaton belül, ez nem tartalmazza az ACEVAL / AIMVAL tesztsorozat statisztikáját. A földi radarhálózat által irányított elfogási gyakorlatokat nagyrészt az óceán felett hajtották végre. Célpontként F-4E és B-52 gépek szolgáltak, ezek a Légierő Seymour Johnson támaszpontjáról (Észak-Karolina) szálltak fel, időnként EB-57 elektronika zavarógépek is részt vettek a gyakorlatokon, ezek a Légierő Burlington támaszpontján (Vermont) állomásoztak akkoriban.

A fennmaradó bevetések jellegéről nincs információ, ezek valószínűleg részben vegyes feladatúak voltak, az alakulat egy hét felszállásos képzés keretében saját hatáskörben oktatópilóta képzést hajtott végre – ez csak harcászati kiképzésre jogosított fel (szerintem) – amivel az alakulat felpörgethette a kiképzés tempóját. Az első hat pilóta 1976 júniusának végére fejezte be a Phase II lépcsőt, ezek után kb. 50 gyakorló harc feladat elvégzése után november 23-án elérték a bevethetőséget. A következő hónap végén csatlakoztak az „első hullámot” követők, ekkor már két század hadrafogható pilótával (MR, lásd lentebb) rendelkeztek. 1977 végére a bevethető pilóták (és gépek) mennyisége már hat századra bővült. Természetesen 1977 végén már nem csak az 1st TFW adta az állományt, a 36th TFW volt a másik átfegyverzett alakulat. A nehézségek ellenére mindössze egy évvel az első átvett gépek után az 1st TFW kb. négy tucat kiképzett pilótával rendelkezett, két évvel később a program már nagyságrendileg másfélszáz pilótát bocsátott ki.

Akkoriban három kategóriába sorolták a pilótákat:

- Mission ready (MR) – A pilóta gyakorlatilag azonnal és bárhol bevethető.
- Mission capable (MC) – A pilóta bizonyos feladatokhoz bevethető, de alakulat parancsnokának értékelése alapján további kiképző repülések szükségesek az MR státuszhoz.
- Basic proficiency (BP) – A pilóta rendelkezik a szükséges képesítéssel az F-15-ön történő repüléshez, de harci kiképzése még nem fejeződött be, bevetésre nem alkalmas.

5.2. A Sas bemutatkozik

5.2.1. Teljesítmény és fegyverzet

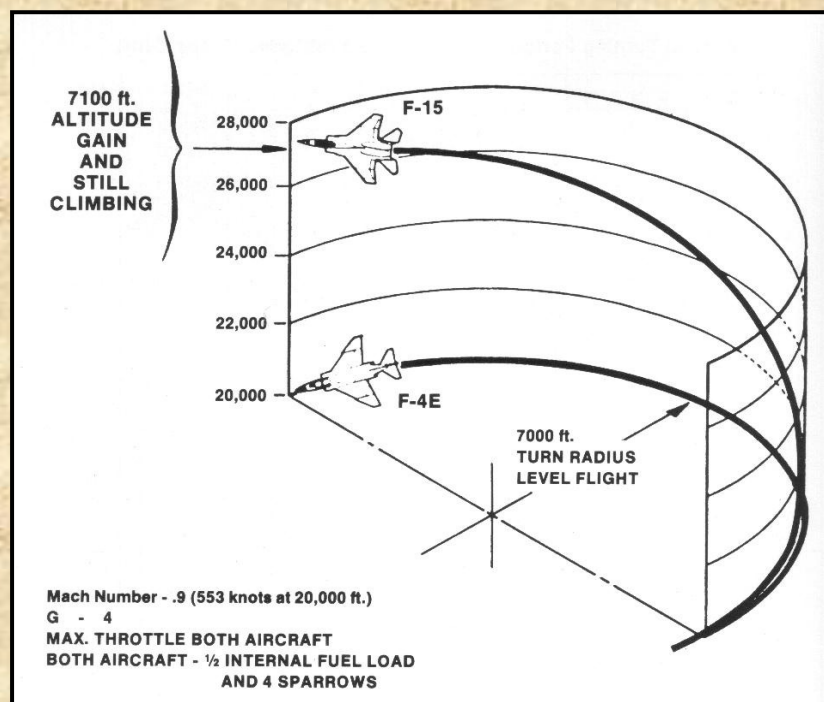
Ekkoriban kezdte az F-15 megmutatni, hogy mire képes. Még 1975 elején végrehajtotta rekordrepülések sorozatát egy módosított F-15A, ez volt a Streak Eagle. Erről a rekorddöntési sorozatról bővebben a 6.1. fejezetben esik szó. Később nem csak a nyers erejét, de az erővel kombinált harcászati képességeit is demonstrálta az új szupervadász. Bomarc légvédelmi rakétákból átalakított távirányított, nem manőverező célpontokkal szimulálták MiG-25 felderítőgépek elfogását. Az első esetben éles harci rész nélküli AIM-7F-et

²⁵⁵ *Dissimilar Air Combat Tactic – Eltérő típusok közötti légi harc-gyakorlat.*

indítottak 71 ezer láb magasságban (~21,5 km) M2,7 sebességgel haladó célpontra. A telemetria adatai szerint a rakéta a megsemmisítési távolságon belül haladt el a célpont mellett. A következő alkalommal már éles rakétával végrehajtott lövészenen egy rakéta felhasználásával a Sas megsemmisítette az átalakított légvédelmi rakétát. A fegyverzeti tesztek a következő helyeken végezték:

- China Lake Naval Air Weapons Test Center, Kalifornia
- Eglin Air Force Base, Florida
- White Sands (kísérleti) lőtér, Új-Mexikó

A tesztek igazolták, hogy az AIM-7F + AN/APG-63 kombináció képességei messze meghaladják az AIM-7E + F-4 Phantom II párost, de azért a rendszer gyengeségeire is rámutattak. Földhátterben beaming manővert végrehajtó célok ellen korántsem volt tökéletes a rendszer, de még így is az Eagle egy új korszak beköszöntét jelentette, addig földhátterben repülő célpontok támadása gyakorlatilag nem is volt lehetséges radarvezérlésű légiharcrakétával.



Az, hogy a Sas milyen szinten alázta le a többi gépet 1:1 elleni légiharcban, az már említve volt a „Gondolatok” cikkben. A gép teljesítményéről nehéz számszerű értékekkel beszélni, de a fenti ábrán látható összehasonlítás beszédes. Azonos fegyverterheléssel és százalékosan azonos tüzelőanyag-szinttel számolva – ez kb. azonos hatótávolságot jelent az F-15A-nál, mert a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztása jobb, de a belső tüzelőanyag kapacitása kisebb, mint a F-4E vadászé – az F-4 Phantom II 20 ezer láb (~ 6 km) magasságban M0,9 sebesség mellett 4G-s fordulóban csak a magasság tartására képes. Az F-15 ugyanakkora fordulósugár mellett 180 fokos forduló alatt képes kb. 2,5 km-et emelkedni úgy, hogy az egyre ritkább levegő miatt hajtómű tolóereje közben kb. 25%-kal csökken.

A mellékletek között megtalálható F-15 specific excess power (P_s) diagramja igazolja a forrást. Látható, hogy 5G-s túlterhelésű manőver mellett 20 ezer láb magasságban (jobboldali, felső diagram) fegyverzet nélkül – ebben eltér a fenti összehasonlítástól, a hiányzó fegyverzet miatt a légellenállás kisebb, azonban kicsivel nagyobb tüzelőanyag mennyiséggel számol, tehát nagyjából hasonló esetet ábrázol a diagram – a P_s értéke pozitív és csak 25 ezer láb felett lesz negatív. Ez azt jelenti, hogy a Sas a fordulóban, emelkedés

közben utánégető használata mellett 25 ezer láb magasságig gyorsul, csak utána kezd lassulni. A fenti példában a túlterhelés kisebb, mint a diagram szerint, ezért nincs okom kételkedni hitelességében.

Ehhez hasonló referencia-adat szintén kitartott fordulóra vonatkozik. Az F-4E 10 ezer láb magasságon maximál utánégető teljesítménnyel légiharc konfigurációban (4 rakéta kb. 50% tüzelőanyag) legfeljebb 5G-s állandó, M0,9 sebességgel végrehajtott fordulóra képes (állandó szögsebesség), nagyobb túlterhelés esetén már lassul. Ez azt jelenti, hogy ebben a helyzetben a P_s értéke 0. Azonos magasságon, azonos fegyverzet és tüzelőanyag mennyiséggel az F-15 maximálgáz teljesítményen 5G-s fordulóban enyhén gyorsul. A fenti példához hasonlóan nem teljesen azonos körülmények között, de a P_s diagram ezt is alátámasztja. (Jobboldali alsó diagram a mellékletben.) 5G túlterhelésnél maximálgáz teljesítményen, 10 ezer lábon, M0,9 sebességnél a P_s pozitív.

A mellékletek között megtalálható az F-104 P_s diagramja is vízszintes repülési helyzetben. Az F-4 az F-104 kortársának tekinthető, alig néhány év van köztük. Az F-4 P_s diagramja valószínűleg kedvezőbb értékeket mutat az F-104-hez képest manőverezés közben.²⁵⁶ Az F-104 szárnyterhelése még az F-4-gyel összevetve is magas, a szárny aerodinamikája is egyértelműen szuperszonikus elfogásra van belőve. 20 ezer láb magasságban M0,9 sebességnél az F-104 P_s értéke kb. 40%-kal (!) kisebb. Vízszintes repülésnél ez főleg a légellenállás, állásszög és tolóerő/tömeg arány által meghatározott érték. El lehet képzelni, hogy a túlterhelés és ezzel együtt az állásszög növekedésével, mennyivel gyengébb az F-104 és az F-4 is a magasabb szárnyterhelésük miatt. Azonos túlterhelésű fordulóban magasabb állásszöget, tehát nagyobb légellenállást jelent számukra a nagyobb szárnyterhelés. Azonos helyzetben 30-40%-kal nagyobb P_s érték a fenti példákban látható különbséget jelent.

A diagramok nem csak azt mutatják meg, hogy fordulóharcban, de vízszintes gyorsulásban is simán lenyomták a 4. generációs vadászgépek az elődöket, legalábbis szubszonikus transzszonikus sebesség tartományban egészen biztosan. Szuperszonikus tartományban a különbség már kevésbé drámai gyorsulás terén. Persze a teljesítmény mellett nem árt megvizsgálni a szuperszonikus tartományban a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztását, ami a szuperszonikus elfogás esetén a hatósugarat döntően befolyásolja. Ebben a tartományban a 4. generációs gépek adott esetben bizony alulmaradhatnak.²⁵⁷ A Streak Eagle rekordjai is igen beszédesek, hogy a Sas mennyivel múlta felül a kortárs vadászgépeket.

5.2.2. Harcászati gyakorlatok, ACEVAL / AIMVAL

A Sas első komolyabb megmérettetésére 1976. szeptember 11. és október 9-e között került sor, az 1st TFW 24 gépet küldött az akkor megrendezett nagyszabású Red Flag gyakorlatra, a Nellis támaszpontra, Nevadába. A gyakorlat alatt, még ha csak rövid időre is, de sikerült elérni az 1 felszállás/gép napi átlagot.

A második komoly szereplése az E-3 Sentry (AWACS) gépek képességeit tesztelő és értékelő gyakorlaton volt a Luke támaszponton 1976. november 6-12 között. Ez az esemény valószínűleg mind a mai napig a legnagyobb szabású békebeli gyakorlat/kiértékelő teszt volt harcászati repülőgépek részvételével. Itt tessék kicsit megkapaszkodni, a gyakorlaton ugyanis egyszerre **450 darab** repülőgép tartózkodott a levegőben.²⁵⁸

²⁵⁶ A mellékletek között az F-4 és F-5 gépek diagramja is megtalálható, 10 ezer láb magasságon 50% tüzelőanyag mennyiséggel és nem definiált légiharcrakéta mennyiséggel vízszintes repülés közben.

²⁵⁷ Legalábbis én így tudom. Az 500 km-es zárt körön a sebességi rekordot mai napig az F-4 Phantom II tartja. Módosított Su-27-tel az egyik MAKS repülőnap alkalmával néhány éve megpróbálták megdönteni, de nem sikerült. (Kővári László). <http://www.flightglobal.com/airspace/forums/f-4-a-phantom-16-world-records-9328.aspx>

²⁵⁸ Az nincs tisztázva, hogy ez csak harci repülőgépeket jelent vagy a támogató – AWACS, tanker, stb. – is beleszámolták. Akárhonnan nézem, a résztvevő gépek száma hatalmas volt.

A kisebb hatótávolságú vadász és csapásmérő gépek Nellisről és Luke támaszpontokról szálltak fel, a nagyobb hatótávolságú gépek, ha képesek voltak rá, akkor saját támaszpontjukról szálltak fel Arizonából, Kaliforniából, Nebraskából és Washington államból. A „kék” vadászerek parancsnoka az 58. harcászati vadászrepülő ezred (58th TFW) parancsnokhelyettese, John. F. O'Donnell ezredes volt. Ő így emlékezett vissza:

„A gyakorlat forgatókönyve olyan feltételezésen alapult, amilyen fenyegetésre számíthattunk egy olyan ellenség részéről, aki rövid idő alatt nagyszámú repülőgépet képes küldeni erőink ellen.”²⁵⁹

Az ezredes az egyik AWACS fedélzetén tartózkodott a gyakorlat alatt, onnan irányította „kék” (védekező erők) oldalhoz tartozó kb. 120 vadászgépet, tankereit és elektronikai támogató gépeit. A védőerők őrzáratait²⁶⁰ adó vadászok vegyes kötelékekből, 2-2 darab F-15A és F-4E vadászgépekből álltak, összesen 28 darab Eagle és 34 darab Phantom II települt át a gyakorlat idejére. Az AWACS és az F-15 radarjával felderített célokra a régebbi Phantom II gépek így hatékonyabban „mozdulhattak rá”, ezen felül valódi harc helyzetben a gyengébb képességű F-4E gépek segítségére siethettek volna az Sasok.²⁶¹ A „vörös” támadóerők három hullámban érkeztek, mindhárom hullám csaknem száz repülőgépet számlált, ami igen masszív számbeli fölényt biztosított a támadó erőknek minden egyes hullámban, nemhogy összesítve. A hullámok 15 perces időbeli elkülönítéssel érkeztek. Minden AWACS fedélzetén kb. 15 főből álló operátor-állomány irányította a vadászgépeket a gyakorlat ideje alatt. Az első támadóhullám felbukkanása után 50 perccel a gyakorlat véget is ért.

A gyakorlatot természetesen sikeresnek titulálták, az E-3 Sentry („Őrszem”) gépek technikai képességeivel meg voltak elégedve, de azért apróbb gikszereket feltárt a teszt. Az nyilvánvalóvá vált, hogy IFF meghibásodása esetén ekkora gépmennyiségnél gyakorlatilag lehetetlen elkülöníteni a saját gépeket az ellenségtől, ezen felül az AWACS radarjának forgási sebessége miatt – ez percenként 6-10 fordultnál magasabb érték nem lehetett – amint a gépek egymáshoz közel kerültek, minden a pilótákon múlt. Az AWACS a manőverező légi harc kezdete előtt csak az előnyös pozíció felvételét volt képes segíteni – ezt is hatalmas előny – de magában a harcban már nem. Az erőforrások elosztásában és a támadó gépek számának megfelelő erőkoncentráció felépítésében viszont tökéletesen bevált, a védekező erők kihasználhatták BVR képességüket a megközelítési fázis során. A gyakorlaton résztvevő pilóták, operátorok nagyon valóságosnak festették a gyakorlatot és kifejezetten örültek, hogy „élesben” is demonstrálhatták saját és a gépek képességeit is.

A másik fontos megmérettetése a gépeknek az AIMVAL / ACEVAL teszt sorozaton történt, 1977 januárja és októbere között.²⁶² A „Gondolatok a légi harcászatról” cikk már foglalkozott ezzel a témával, ezért a következőkben csak kiegészítem az abban leírtakat. Kezdeként öt link két dokumentumfilmhez, amik részben a teszt sorozatról, annak előzményeiről és utóéletéről szólnak:

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=Y4CHjwF-rHM
http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=QQvhGAuVSpk
http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=-r9-qP_cba0
http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=z9faWNV867w
http://www.youtube.com/watch?v=e_hE7Unievk

²⁵⁹ Micsoda polkorrekt megfogalmazása egy tömeges szovjet / Varsói Szerződés által végrehajtott támadásnak.

²⁶⁰ CAP – combat air patrol. Ez jelenthet akár BARCAP, HAVCAP vagy más hasonló típusú bevetést, lásd „Haditechnikai összefoglaló” cikket.

²⁶¹ Az akkori technikai szinten nem tartom valószínűnek, hogy a manőverező légi harcokat is korrekten ki tudták volna értékelni a résztvevő gépek hatalmas száma miatt. Nem tudom, hogy vizsgálták-e ezeket az eseteket a gyakorlat során vagy sem.

²⁶² A teszt sorozat hosszára különböző források eltérő időintervallumot adnak meg.

Ahogy már említve volt, a tesztek alatt előfordult olyan, hogy gyakorló légi harc során szemből indítható, kis hatótávolságú infravörös légi harcra kétével imitált légigyőzelmet sikerült elérni F-5E gépekkel F-14 és F-15 vadászgépek ellen. Lássuk egy konkrét példán keresztül.

Egy a Sasok és F-5 vadászok közötti 4 vs. 4 légi harc során az F-15 gépek pilótái nem kellően összehangolt célkiosztás miatt nem négy különböző célpontot támadtak imitált Sparrow indítással, hanem csak kettőt. Az ACMI szerint a két célpontot megsemmisítették, azonban a két megmaradt F-5E eközben alacsonyabban repülve szabad szemmel kiszúrta nagyméretű ellenfeleiket. A légi helyzetkép tisztulása után az automatikus célbefogás (auto acquisition) manőverező légi harc üzemmóddal a Sasok befogták a két maradék „vörös” F-5 vadászgépet és ismét imitált rakétaindítást hajtottak végre. A probléma az volt, hogy ebben az esetben a szemből is indítható rakétákkal repülő ellenfelet alakítottak²⁶³ a „vörös” gépek – feltételezve, hogy a '80-as években eljut erre a szintre a potenciális ellenfél – és ezekkel a közeledő agresszorok 2-2 rakétát indítottak a F-15 gépekre. Ezek után a két agresszor vadász kifordult, de a Sasok második rakéta-indítása így is „megsemmisítette” őket. Azonban a már lelőtt gépek által „indított” rakéták is megtalálták céljaikat, aminek az eredménye az volt, hogy az összes résztvevőt lelőttnek könyvelték el ebben a szimulált légi harcban. Az egész küzdelem mindössze 2 percig tartott.

A BVR megközelítés során kezdetben a nem tökéletesen végrehajtott célkiosztás igen gyakori hiba volt. A tesztsorozat értékelésében résztvevő S. R. Dvorchak alezredes szerint a 140 imitált négy a négy elleni imitált légi harc során egyetlen tökéletesen végrehajtott célkiosztást sem látott. Ezt nem részletezi jobban, de több dolgot is jelenthet. Vagy azt, hogy a fenti példához hasonlóan egy célt több gép támadott ahelyett, hogy minden gép más célponttal foglalkozott volna, vagy azt, hogy szimplán túl sokáig tartott a módszer és közben túlságosan közel – rakéta-indítási távolságon belülre – értek az ellenfelek. (Vagy azt, hogy az értékelő túlságosan maximalista volt.) Mindenesetre a Sivatagi Vihar alatt vegyes volt az eredmény, hol sikerült több célpont ellen jól végrehajtani a folyamatot, hol nem, de igazán komoly probléma soha nem történt ebből kifolyólag. Legalábbis ilyen estről nem számolnak be a források. (Azt azért hozzátenném, hogy igazán masszív BVR harc mind a mai napig nem volt egyetlen konfliktusban sem, ezért ezt a képességet élesben soha nem tették próbára.) A mai korszerű vadászgépek adatátviteli rendszerén keresztül viszont már pontosan látszik, hogy melyik célpontot kinek jelölte ki a kötelék vezérgépe, ez nagyban megkönnyíti a BVR fegyverzet helyes használatát. Apró gond, hogy az F-15 gépek töredéke rendelkezett ezzel az eszközzel még a '90-es évek végén is...

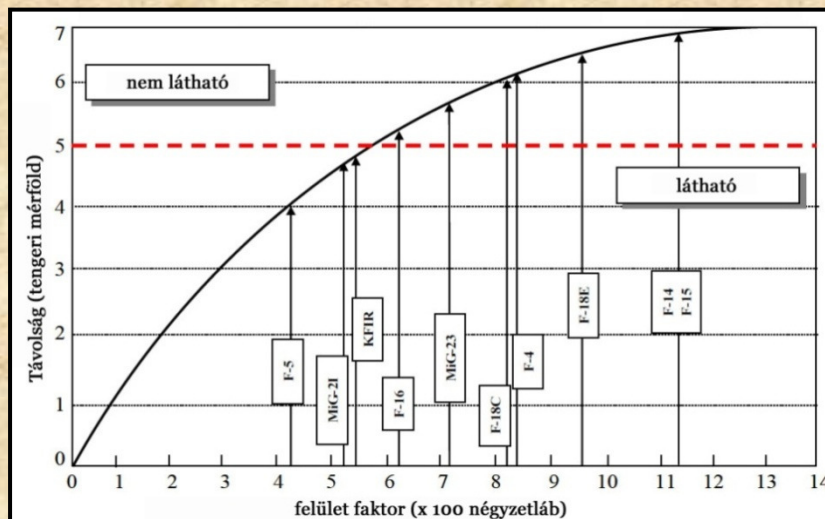
Menjünk tovább. A 96. oldalon látható AIM-9L indítási diagramja szerint, ha oldalról-szemből kb. 45 fokos irányból közelít a „vörös” F-5, akkor ilyen szintű rakétát feltételezve, a célpont utánégető használatától függően az indítási távolság 16-24 ezer láb (~5-7,5 km) is lehetett, ~3 km magasan. A magasság növekedésével az indítási zóna nő, hiszen a légellenállás is kisebb lesz, persze ez csak addig igaz, amíg a célpontot képes érzékelni a rakéta infravörös keresője. Mi a probléma? Az, hogy a tesztsorozat során, ha nem volt GCI / AWACS támogatás, akkor előírták a vizuális célazonosítást. Az F-5 gépek kis méretéből kifolyólag azokat többnyire már csak akkor észlelték a Sasok pilótái, amikor saját maguk már az „ellenséges” gépek rakétáinak indítási zónáján belül voltak.

Itt érdemes egy picit elgondolkozni azon, hogy az adott helyzetben az azonosítás és észlelés az mit jelent, ugyanis a tesztsorozat és egy esetleg éles harchelyzet között számottevő eltérés volt a résztvevő gépek típusa miatt. Az AIMVAL / ACEVAL alatt az F-14 és F-15 gépek is mindig kisebb vadászok ellen repültek, ezért ebben az esetben a gépek észrevétele gyakorlatilag azonosítással egyenértékű lehetett, hiszen a saját „típus-társaikat” már jóval nagyobb távolságról kiszúrhatták, és a gépek hatalmas mérete és

²⁶³ Öt különféle virtuális rakétával repülő „ellenfél” ellen szálltak harcba a „kék” erők.

függőleges vezérsíkja jó alapot adott a nagyobb távolságról történő azonosításhoz. Azonban egy NATO – VSZ összecsapás esetén az Sasok a '70-es évek végétől F-16, F-104, F-5, de még számtalan más nem hasonló formájú, de kisméretű repülőgépekkel is összetalálkozhattak, amik megkülönböztetése és azonosítása egyáltalán nem lett volna ennyire könnyű. Tehát ezeket a gépeket egy adott távolságnál észlelték volna, mint egy „mozgó valamit”, de az, hogy az a „valami” pontosan kicsoda és micsoda – ellenség vagy barát – azt már jóval kisebb távolságról. Közben a cél meg csak közeledik, ami alatt rakétát indíthat...

A lenti diagramon²⁶⁴ egyfajta becslés látható, hogy egyes gépek mekkora távolságról észlelhetőek, de ez természetesen függ attól, hogy milyen irányból látható a célpont és milyen manővert végez, ahogy az időjárástól és a napszakra és évszakra jellemző fényviszonyoktól is. A lenti értékek valószínűleg égháttér és tökéletesen tiszta időjárásra vonatkoznak nappal, hurráoptimista relatív helyzetben, nagyon durva felső becslésként kell kezelni őket. A gépekhez rendelt felület-érték a gép maximális jellemző mutatója – ez a felülnézet, tehát azonos magasság esetén ehhez 90 fokos bedöntést kell a célnak végezni pontosan az őt kereső pilóta látóterében – szemből vagy oldalról az érték ennél jóval kisebb. Mindenesre az jól látható, hogy ha 4 mérföld (~7 km) távolságban még ki is szűrnak egy F-5E / MiG-21 méretű célpontot és néhány másodperc alatt sikerül azonosítani – közeledéskor a relatív sebesség akár 600 m/s is simán lehet – akkor könnyedén indítási távolságba kerülhet, ha feltételezzük azt, hogy AIM-9L szintű képességgel bír az ellenség. A másik cikkben is megjegyeztem, hogy az észlelési-azonosítási távolságokra csak nagyon bizonytalan adataim vannak.



Mi volt a tesztorozat hibája egyesek szerint? Az, hogy a gyakorlaton résztvevők és egyes értékelők szerint nonszensz kritérium volt az, hogy legtöbbször előírták a vizuális célazonosítást. Az F-14 kamerarendszere ebben segítséget nyújthatott, azonban az F-15 gépeken mai napig nincs semmiféle képalkotó rendszer, ami segítené a vizuális célazonosítást. Mintha szándékosan arra hajtottak volna, hogy a lehető legrosszabb körülmények közötti alkalmazást vizsgálják. Ez is lehet egy vizsgálati szempont, azonban a gépek alapvető harcászati értékét nem csak a folyamatosan legpesszimistább helyzetben nyújtott teljesítménye határozza meg. Lehet, hogy a vietnámi tapasztalatokból és az akkori érvényes RoE²⁶⁵ kritériumokból indultak ki, de akkor meg mi a frászkarikának költöttek egy halom pénzt az F-15 BVR képességének megteremtésére meg az E-3 gépekre...? A tesztorozat alatti RoE bizony nem nagyon közelített ahhoz, amit később élesben használt az USAF. A Sivatagi Vihar alatt számtalan esetben érdekes

²⁶⁴ <http://www.aereo.jor.br/2010/08/22/promessa-e-realidade-o-combate-ar-ar-bvr/>

²⁶⁵ Rules of Engagement – a fegyverhasználat, célazonosítás előírásait meghatározó szabályzat. Fegyvernemenként ennek természetesen bővebb jelentéstartalma is lehet. A lenti linken pl. a szomáliai ENSZ békefenntartó művelet alatti alapvető viselkedési és fegyverhasználati parancs látható.
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Operation_Provide_Relief.Rules_of_Enqagement.jpg

módon nem ragaszkodtak ehhez a feltételhez – bár akkor már rendelkezésre állt az F-15C flotta egy részére az NCTR képesség – ahogy később az Allied Force alatt sem. A fent linkelt videó 3. részében 0:56-tól szó esik erről. Tömören szabad fordításban arról, amit a pilóta nyilatkozik:

„A gépeket alapvetően arra tervezték, hogy ne kerüljünk azokba az igen veszélyes helyzetekbe, amire a gyakorlat során gyakorlatilag rákényszerítettek minket. Ezekben a helyzetekben kipróbáltuk, hogy hogyan reagálnánk éles körülmények között ilyenkor, azonban ez nem jelentette azt, hogy a valóságban önszántunkból bele is mentünk volna ezekbe a helyzetekbe.”

A fenti idézetnek egy szépséghibája van, nem mindig lehetséges elmenekülni vagy kitérni a kedvezőtlen szituációban kezdődő légi harcban főleg, ha az ellenfél jelentős számbeli fölényrel rendelkezik adott esetben.

5.3. Hajtóműproblémák

A gépek kezdeti üzemeltetési problémáinál említésre került személyzeti és egy technikai/műszaki jellegű probléma. Az említett AIS berendezés mizériáin túl a Sas-flotta karrierjének első éveit igencsak megkeserítette a teljesítmény tekintetében generációs ugrást jelentő hajtómű. A hajtómű fantasztikus paraméterei ellenére egy időszakban olyan mélyrepülést mutatott be az F-15 (és F-16) flotta hadrafoghatósági mutatója a hajtóműnek köszönhetően, ami Légierő vezetőinek valószínűleg csak rémálmaiban bukkan fel.²⁶⁶

Az F100 logisztikai ellátása során a Légierő a hagyományos, repült óraszám szerinti üzemre rendezkedett be, amit némileg korrigált az TF30 hajtóművel szerzett üzemeltetési tapasztalatokkal. A dolog szépséghibája az volt, hogy ez nem írta le korrekt módon a hajtóművet érő igénybevételt, azaz az elhasználódás mértékét.

A hajtómű számára az állandósult üzemállapothoz képest a hajtómű fordulatszámának és üzemmódjának változtatása (tranzien ciklus) bizonyos teljesítményszintek között jóval nagyobb mértékű terhelést jelent, mint az állandósult üzemállapot, attól függetlenül, hogy az állandósult üzemállapot maximálgáz vagy például csak az utazósebességhez tartozó fordulatszámot jelenti.²⁶⁷ Meghatározott üzemállapotok közötti átmenet (tranzien ciklus)²⁶⁸ egy ciklus, vagy bizonyos szorzószámmal kifejezett ciklus-terhelést jelent. A tranzien ciklus által kifejezett terhelések jellemzően a változó hőmérséklet-igénybevételből és az abból adódó anyagfáradási jelenségekből adódnak. Az F100 estén például egy ilyen ciklus volt az alapjáratról (maximum 73%-os fordulatszám) történő fordulatszám-növelés maximálgáz teljesítményre, vagy legalább 89%-os fordulatszámra. A ciklusokban kifejezett igénybevétel (elméletileg átszámolható üzemóra – egyenérték terhelésre. A probléma az, hogy ha a tervező pontatlan ciklusszám

²⁶⁶ *Hajtóműproblémából eredő szegyenletes állapotot '50-es évek erőltetett ütemben fejlesztett és villámgyorsan „összetákol” gépek korai szériái is produkáltak. Az F3H Demon esete kicsit más, de hasonlóan horrorisztikus történet volt. Nem a tartós üzem és hadrafoghatósági gondok miatt, hanem a hajtóművek alapvetően olyan kezdetleges konstrukciók voltak, hogy az egyik korai szériával történő repülést egyszerűen megtagadták a pilóták. (Aranysas, 2012. május)*

²⁶⁷ *Nem véletlen az, hogy az kereskedelmi utasszállító repülőgépek hajtóműveinek élettartama magas, elérhetik a több tízezer órát. Nem rendelkeznek utánégetővel, és vadászgépekkel összevetve jellemzően igen alacsony ciklusszámmal üzemelnek, soha nem repülnek velük olyan agresszíven, mint a vadászgépekkel manőverező légi harcban.*

²⁶⁸ *Valójában a termikus tranzien ciklus kifejezés pontosabb.*

becsléssel él, akkor az üzemóra vetített egyenértékű terhelés szintén pontatlan lesz, tehát az óraszámra alapuló logisztikai háttér nem megfelelően lesz méretezve. Nos, az F-15-nél pontosan ez történt.²⁶⁹

Az F100-PW-100 hajtómű tervezése során azzal feltevással éltek, hogy 1'000 repült óra alatt kb. 3'500 ciklust kell elviselnie. A valóság ezzel szemben olyannyira sokkoló volt, ami egy tökönrúgással ért fel. A pilóták 1'000 óra alatt átlagosan – tehát ennél volt magasabb érték is – 12'500 ciklust raktak bele a hajtóművekbe, ez az eredetileg becsült érték majdnem négyszerese volt.²⁷⁰ Ennek egyenes következménye volt az idő előtti elhasználódás. A 100 üzemóránként végrehajtott ellenőrzések során a magasnyomású turbinalapátoknál az előzetesen becsült 20%-os lapátcsere helyett 60%-ot volt szükséges cserélni, így a tartalék alkatrészek hamar elfogytak. A helyzetet tovább súlyosbította, hogy a P&W két beszállítójának dolgozói sztrájkoltak a kritikus időszakban, így a hajtóműveket sem a tervezett ütemben szállították le. E két tényező együttes hatásának eredménye oda vezetett, hogy 1980 nyarára az F-15 flotta átlagos hadrafoghatósága kb.55% volt, az 1st TFW állományánál a negatív csúcs 35% volt. A Légierő a szükségesnél kb. 90-100 hajtóművel kevesebbel rendelkezett, emiatt 43 darab F-15 és 53 darab új F-16 vadászgépbe nem is jutott hajtómű. A McDD üzeméből átadás után átrepültek velük a Warner Robins Logisztikai Központba, a hajtóműveket kiszerezték és visszaszállították a McDD üzemébe, hogy a következő legyártott gépet átvehessék. (1979 tavaszáig 1'100 darab F100 hajtóművet gyártottak le, de ez megoszlott az F-15/F-16 flotta között.) A fenti hadrafoghatósági mutatóba valószínűleg nem számolták bele azon gépeket, amikbe nem jutott hajtómű, hiszen ezek nem tartoztak egyik alakulat állományába sem.

Az helyzetből természetesen politikai ügy is lett, az *Air Force Systems Command* parancsnokát Alton D. Slay tábornokot a Szenátus Fegyveres Erőinek Bizottsága 1979 novemberében meghallgatta – vagyis kérdőre vonta – a programmal kapcsolatban. 1975 elején a Streak Eagle rekorddöntése idején a Sas csillaga magasan ragyogott, 5 évvel később viszont elképzelhetetlen mélységekbe süllyedt az új vadászgép nimbusza.

A gépek hadrafoghatósági mutatóin sürgősen javítani kellett. A sztrájk végeztével az P&W felpörgette a hajtómű gyártási ütemét, 1980 decemberében már „csak” 31 db F-15-be nem jutott hajtómű, 1981 végére a krónikus hajtóműhiány megszűnt. Ehhez azonban egy igen fájdalmas átmeneti döntést is meg kellett hozni, hogy gyártás találkozzon az elhasználódás mértékével. A magasnyomású turbinafokozat előtti gáz hőmérsékletet 80 (!) Celsius fokkal alacsonyabbra szabályozták a vezérlőrendszer módosításával. Tény, hogy ezzel a hajtóművek élettartamát jelentősen kitolták, azonban ilyen mértékű gáz hőmérséklet-csökkenés a hajtóművek tolóerejében is megmutatkozott, a maximális tolóerő 10-15%-kal kisebb lett.²⁷¹

Hogy mi okozta ezt az igen magas ciklusszámot a tervezetthez képest, azt egy másik jelenség ismertetése után fogom megmagyarázni, a kettő összefügg.

²⁶⁹ *Hogy ezt hogyan voltak képesek összehozni, az nem világos. Kizártnak tartom, hogy ilyen alapos előkészítés után ne lett volna letisztázva az, hogy a hajtóművek élettartama hogyan van definiálva és ebben milyen bizonytalansági tényező lehet a ciklus-üzemóra egyenérték meghatározásban. Ez alapján felépíteni a háttérrel ráhagyás nélkül nagyon merész, viszont adott esetben nagyon komoly pluszköltségekbe verheti magát az ember az üzemeltetési / ipari háttér túlméretezésével. Lehet, hogy a Légierő nem merte az utóbbi esetet bevállalni.*

²⁷⁰ *A TF30 hajtóműveknél 1'000 órára eső ciklusszám mindössze 1'500 volt. Vélhetőleg az F-111 gépekben üzemelve hozták ezt a mutatót. Az F-14 vadászgépeknél a manőverező légiharc-gyakorlatok miatt – DACT és ACEVAL/AIMVAL – kizárt, hogy ennyire alacsony értéket produkáltak volna.*

²⁷¹ *Ez becslés részéről, de a kabin-leírásnál látható, hogy 22 fokos emelés a névlegeshez képest +4% tolóerőt jelentett átlagosan. A csökkenés mértéke természetesen függ a magasságtól, sebességtől és a külső hőmérséklettől is.*

A hajtóművel azonban nem csak hosszútávon jelentkező üzemeltetési gondok adódtak, hanem olyan kellemetlen jelenségek, amik a pilóták életét és a gépek repülésbiztonságát is befolyásolták. Mi volt ez? A hajtómű kompresszor-lapátok időleges vagy tartós átesése.

A gázturbinák lapátjai és a kompresszorlapátok a repülőgépek szárnyaihoz hasonlóan profilozottak, bizonyos állásszög-tartományban képesek üzemelni, amit alapvetően négy fő tényező határoz meg: a pillanatnyi levegőátfutás, a hajtómű-fordulatszám, a repülőgép állásszöge – ami komoly hatással van a szívócsatorna áramlási viszonyaira – és a magasság. Egyes repülési helyzetekben előfordulhat, hogy a szárnyakhoz hasonlóan a szívócsatorna légáramlás-változása miatt a lapátsorok állásszöge annyira megnő, hogy ugyanaz az átesési jelenség zajlik le, mint egy szárnyon. Azonban a hajtóművekben több lapátsor van, a lapátok elcsavarása és beállítási szöge függ attól is, hogy hányadik fokozatról van szó. Tehát adott repülési helyzetben lehet, hogy csak adott fokozat vagy néhány fokozat esik át. Az átesés lehet olyan, hogy csak pillanatokig tart, és megszüntetve a nagy állásszögű manővert és a tolóerő (gázkar) helyes beállításával a hajtómű fordulatszáma (teljesítménye) feletti kontroll visszanyerhető. (A kompresszor- átesés a magyar repülő-műszaki terminológiában hajtómű-pompázs néven található meg.)

Súlyosabb esetben tartós a pompázs (stagnation stall). Ez azt jelenti, hogy a repülési helyzet változtatása ellenére az átesés nem szűnik meg és a gázkar helytelen használata még csak súlyosbít ezen, a gázkar mozgatására jellemzően nem vagy nem a megfelelő módon reagál a hajtómű. A gázkar előretolásakor a vezérlőrendszer növeli a tüzelőanyag-betáplálást, ezzel nő a hőmérséklet is. A hajtómű hűtését viszont a rajta keresztül áramló levegő adja, a külső levegőáram megcsapolása és a turbinalapátok furatain átáramló levegő. Tartós kompresszor-átesés esetén a gázkar előretolásával a hajtómű-fordulatszám nem nő – vagyis a levegő átfutás sem – a hajtómű hőterhelése a többlet tüzelőanyag-betáplálás miatt azonban igen. Ha tehát a pompázs tartósan fennmarad, akkor a hősokk és a hőterhelés miatt a hajtómű tönkremehet – mind a turbinalapátok, mind a hajtómű tengelyének csapágyazása – de mindenképpen megviseli, az élettartamot komolyan csökkenti. Tartós pompázs/átesés esetén ezért a hajtóművet le kell állítani. A tüzelőanyag-betáplálás ekkor megszűnik, a fordulatszám csökken, ezután válik lehetségessé a hajtómű újraindítása. Mindez persze időbe, tehát magasságvesztésbe kerül. A hajtómű-fordulatszám csökkenése és az újbóli felpörgetés nem csettintésre megy végbe...

A fenti fejtágítás után nézzük, hogy ez konkrétan mit jelentett az F-15 számára. 20-25 ezer láb alatt általában nem volt probléma. Ennél nagyobb magasságban 250 KCAS²⁷² sebesség alatt a gázkarral már óvatosan kellett bánni, a maximál utánégető teljesítményt csak fokozatos gázkar-mozgatással volt szabad elérni. A minimálfáklya belobbanása és állandósult üzem beállása után a gázkart nagyjából másodpercenként egy hüvelyknyivel lehetett előre tolni. 30 ezer láb felett és 170 KCAS alatt a maximál utánégető teljesítményt nem lehetett gyors gázkar-előretolással elérni, ez egyeseken tiltott volt. Egy pilóta így emlékezett vissza a kezdeti időszakra:

„Amikor fura 'böfögő' vagy 'köhögő' hangot hallottunk a hajtóművek felől, akkor gyors beavatkozásra volt szükség. Rögtön a hajtómű állapotát jelző műszerekre tapadt szemünk, hogy lássuk, egyáltalán melyik hajtóművel van gond (és reménykedtünk, hogy csak az egyikkel). Ha az utánégető üzemelt, akkor azonnal visszahúztuk a gázkart legalább a maximálgáz teljesítményig. Számtalanszor már ez elég volt a tartós

²⁷² 250 csomós calibrated air speed, lásd a „Haditechnikai összefoglaló” cikkben. Az említett magasságon vagy felette ez M0,6 körüli sebességet jelent.

pompázs elkerüléséhez. Ezután ellenőriztük a FTIT²⁷³ műszer kijelzését. Ha fordulatszám-csökkenés mellett a FTIT továbbra is emelkedett, az azt jelentette, hogy az átesés leválása által okozott zavarás egészen az égőtérig terjedt és instabil égést okozott. Ekkor egészen alapjáratig visszahúztuk a gázkarokat. Ha még ezután is nőtt a hőmérséklet, akkor a hajtómű leállítása elkerülhetetlen volt. A gépet ekkor süllyedésbe kellett vinni és növelni a sebességet, ha szükséges volt. A hajtómű újraindításához minimum 250 KCAS kellett, de az ajánlott sebesség 350 KCAS volt.²⁷⁴ A hajtómű ezalatt hűlhetett egy kicsit – FTIT hőmérséklet 700 Celsius fok alá csökkent – a fordulatszáma sebességtől függően 25-40% között volt, ekkor a gázkarok újra alapjárat fölé voltak állíthatóak és a hajtómű remélhetőleg újra életre kelt. Azonban ez nem mindig történt így, ekkor a hajtómű újraindításhoz a JFS-t kellett használni.”

A hajtómű-pompázs kisebb magasságon agresszív manőverező légi harc közben alacsonyabban is bekövetkezhett, ha a pilóta gyorsan és gyakran változtatta a hajtómű teljesítményét és a gép állásszögét. Ez volt az igazán veszélyes, mert a rendelkezésre álló kis magasság igen limitált számú próbálkozást tett lehetővé az újraindításra.

A kompresszor-átesés egy ideig „csak” a hajtómű élettartamának vert oda, 1976 októberéig 1000 hajtómű üzemóránként – és nem repült óránként – 5,5 eset fordult elő átlagosan, de gépvesztés nem történt. 1978. június 15-én a helyzet megváltozott. A 75-0059 szériaszámú gép Bitburg támaszpontonról felszállva (Németország) az Északi-tenger felett gyakorló feladat végrehajtása közben mindkét hajtóműve bepompázolt, és le kellett állítani. Az újraindítási folyamat nem járt sikerrel, a pilótának katapultálni kellett, mert elérte a biztonságos hajtómű újraindítási magasság alsó határát. Az eddig csak „szimplán kellemetlen” hajtóműproblémák kezdtek igen kínossá válni, ami 1980 nyarán, a már említett szenátusi vizsgálódásban csúcsosodott ki. Az említett gépvesztésnél ráadásul még nem volt lehetséges a JFS levegőben történő használata, mert a gép tervezésekor nem számoltak kettős hajtóműleállással. A gépvesztés után módosították az összes gépet, a JFS ezután már használható volt levegőben történő újraindításra. (Ha a törzs alatti függesztési helyen hordozott póttartályt a gép, azt leoldották a JFS-el végzett újraindítás előtt.) Az F100-PW-220 hajtóművek rendszeresítése előtt a pompázós esetek csökkentésére módosították a hajtóművek vezérlését. Az utánégető begyűjtésébe némi késleltetést iktattak be a GSF lamellák nyitásához képest, ezzel csökkent a kialakuló nyomáscsúcs, ezen felül az utánégető begyűjtésakor a tüzelőanyag betáplálást kismértékben csökkentették. Persze ennek az volt az ára, hogy a maximális tolóerő még lassabban volt csak elérhető a gázkar előretolásához képest. Ezzel 1979-re sikerült az átesések számát sikerült ezer óránként 0,6 esetre csökkenteni, A végleges megoldását az F100 hajtóművek körüli összes „mizériának” gyakorlatilag az F100-PW-220 hajtóművek és a digitális vezérlőrendszer alkalmazása hozta csak el a '80-as évek közepétől kezdve. Azonban a lenti linken látható, hogy azért nem lehetetlen az -220 változatú hajtóművön pompázst elérni, annak ellenére, hogy csak fékpadon tesztelik...²⁷⁵

Amíg a problémát nem oldották meg, egy pilóta arra a kérdésre, hogy aggódik-e, hogy F-15-tel így kell repülnie, a következőt felelte:

„Hadd fogalmazzak így, örülök, hogy az F-15-nek két hajtóműve van.”

²⁷³ Lásd 64. oldalon

²⁷⁴ Ez azt jelenti, hogy nagy magasságban nemigen lehetséges az újraindítás. 350 KCAS sebesség 30 ezer lábon M0,9 közeli érték. Ekkora sebességet önerőből enyhe süllyedésben nem képes elérni egy vadászgép sem, ha ebben magasságban kezd bele a manőverbe. Akkor meg főleg, ha kis sebességű nagy állásszögű manőver és azt követő pompázs miatt kellett leállítani a hajtóművet. A kereskedelmi utasszállítóknál is ez az oka annak, hogy hajtómű-leállítás esetén alacsonyabbra kell süllyedni az újraindítási kísérlet előtt. Ennek oka az, hogy azonos Mach számhoz magasabb CAS sebesség tartozik az egyre sűrűbb légkör miatt, a légáramlat egyre jobban megforgatja a hajtóművet.

²⁷⁵ <http://www.youtube.com/watch?v=mQNURyOFM2E&feature=related>

Térjünk vissza a hajtómű ciklusszámokhoz. Mi okozhatta a vártnál sokkal magasabb értéket? Nos, erre a források konkrétan nem mondanak sokat, de a sorok közt olvasva és némi szimulátoros tapasztalattal a következőket lehet kisakkozni (ezek egy része csak sejtés, nem konkrétum). Az első az volt, hogy a DACT gyakorlatok során a régebbi gépek ellen repülve a hajtóművek hatalmas tolóerejére nem mindig volt szükség, csak rövid időszakokra. Olyan helyzetekben, ahol a többi vadászgép folyamatosan maximál utánégetővel repült, az F-15 erre nem mindig volt rászorulva, ezért a hajtómű teljesítményét folyamatosan változtatták a pilóták. Ha éppen nagy tolóerő volt szükséges, akkor szívbaj nélkül előretolták a gázkart, ha meg éppen nem, akkor hátrahúzták, akár nagy túlterhelésű és nagy állásszögű forduló közben is. Ez okozta a magas ciklusszámot és egyben a viszonylag gyakori pompázst is.

A másik lehetséges ok, hogy a korai tesztek alatt egyszerűen nem folytattak semmiféle gyakorló légiharcot, ezért nem is találkoztak a problémával. Az is elképzelhető, hogy ekkor még csak F-15 közötti gyakorló légi harcok szerepeltek a tesztprogramban, tehát alapvetően hasonlóan repültek velük a pilóták, szükséges volt a maximális teljesítményre, ha az ellenfél is folyamatosan azt kihasználva repült. Még, ha elő is fordulhatott már ebben a fázisban más típus elleni imitált légi harc, lehetséges, hogy, a tesztpilóták más stílusban repültek, mint a Légierő „mezei” F-15 pilótái, még ha az utóbbiak a krémet is jelentették az USAF pilótái között.

A hajtómű-pompázs miatt sajátos stílust vettek fel egyes pilóták. A pompázs elkerülése érdekében forduló közben igyekeztek a gázkart használatát mellőzni. Ha egy nagy túlterhelésű és állásszögű forduló elején a hajtómű utánégető fokozaton üzemelt, akkor a forduló közben nem piszkálták a gázkart. Értelemszerűen, ha összetett manőversorozatot hajtottak végre, akkor sem.²⁷⁶ Ez persze azzal járt, hogy a manőverező légi harc alatt a Sas tüzelőanyag-fogyasztása az egekbe szökött. Részben ez vezetett oda, hogy az F-15C változatok tüzelőanyag-készletét megnövelték. Ez persze fordítva is igaz volt és némi hátrányt jelenthetett. Fordulózás közben, ha maximálgáz teljesítményről teljes utánégető teljesítményt kívánt beállítani a pilóta, akkor adott esetben vagy megszakította a fordulót, de legalábbis ajánlatos volt csökkenteni az állásszöget, tehát a túlterhelést, ami a fordulósugar növekedésével és a forduló szögsebesség csökkenésével járt együtt.

5.4. Sasfiókák, a flotta bővül

Térjünk vissza 1977 elejére. A havi szállítási ráta ekkor már kilenc darab gépre kúszott fel, a gépek nagy része a Langley támaszpontra került. Ekkorra elérkezettnek látták az időt arra, hogy számottevő géppel áttelepüljenek Európába. A cél az volt, hogy 1977 végére az USAFE három teljesen harc képes századdal rendelkezzen. Ehhez szükséges volt a századok személyzeti és műszaki átszervezése, és a gépek tüzelőanyag-szivattyúinak módosítása is. A szárazföld feletti vagy bázisokhoz közeli repülésekhez még elmentek, de TAC főparancsnoksága nem nyilvánította a gépeket 7+ órás non-stop transzatlanti átkelésre alkalmasnak, amíg a szivattyúk katasztrófális meghibásodási mutatóin nem javítanak. Ez 1977 áprilisának elejére megtörtént. A vasak tehát már készen álltak a műveletre. 1976 decemberében a 36th TFW 525TFS alakulatát Bitburgban szolgálaton kívül helyezték, és megkezdődött az ezred átszervezése. Az alakulat pilótáinak kb. felét kívánták átképezni F-15-re, a másik felét az 1st TFW 27. és 71. századából és a Luke támaszpont oktatóinak egy részével tervezték feltölteni. A 94. század személyzete képezte ki a

²⁷⁶ Így elvileg csak a törzsféklap használatával lehetett a sebességet csökkenteni a szükségesnél nagyobb tolóerő miatt. Ezt a jelenséget az F-22 Farnboroughban tartott bemutatóján is lehetett látni, csak mivel az F-22-ön már nincs törzsféklap, a kormányfelületek különböző kombinációjú kitérítésével érik el ugyanazt a hatást. (stonefort 2008.07.18. 20:05:41)

http://legiero.blog.hu/2008/07/14/raptor_2002/fullcommentlist/1#c2835890

Németországban állomásozó alakulat műszaki személyzetét 1976 szeptemberének végétől. 1977. január 7-én két F-15B átrepült Németországba, ezeken a gépeken gyakorolhattak a műszakiak a teljes géppark érkezése előtt. Áprilisa a parancsnokkal együtt az alakulat rendelkezett a szükséges képesítésű pilótákkal.



Langley légitámaszpont 1977 áprilisában, az 1st és 36th TFW gépeivel közvetlenül az Európába történő áttelepülés előtt. A Sasok egy részén már a BT támaszpont-jelzés látható a függőleges vezérsíkra festve.

A kiszolgáló személyzet április közepére összeállt, az 522 fős állomány április 15-én már Németországban várta az első gépek érkezését. Az átrepülés előtt április 20-21-én éjszakai légiutántöltési gyakorlaton vettek részt az áttelepülésben részt vevő pilóták. Az első háromgépes kötelék április 27-én, keleti parti idő szerint hajnali 3:53-kor szállt fel, további három kötelék 30 perces intervallumokkal követte őket. A gépek útvonala mentén kilenc darab KC-135 biztosította a gépek levegőben történő tüzelőanyag-felvételét. Az utolsó Sas helyi idő szerint este fél hatkor érkezett meg Németországba.

A németországi áttelepüléssel párhuzamosan természetesen egyre több alakulatot fegyverzetek át és telepítettek Európába, illetve az USA-val szövetséges vagy baráti viszonyt ápoló országokba. A könnyebb áttekinthetőség kedvéért lent láthatók az F-15 szolgálatának kezdetén átfegyverzett alakulatok. A dátumok az első gépek átvételének időpontját jelzik:

Edwards AFB, Kalifornia

6510th Test Wing (AFSC)

1972. július

Luke AFB, Arizona (12 AF, TAC)

58th Tactical Fighter Training Wing

555th Tactical Fighter Training Squadron

1974. november

461st Tactical Fighter Training Squadron

1976. június

550th Tactical Fighter Training Squadron

1977. szeptember

Langley AFB, Virginia (9 AF, TAC)

1st Tactical Fighter Wing	
27th Tactical Fighter Squadron	1976. január
71st Tactical Fighter Squadron	1976. május
94th Tactical Fighter Squadron	1976. augusztus

Nellis AFB, Nevada (USAFTWC, TAC)

57th Fighter Weapons Wing	
433rd Fighter Weapons Squadron	1976. november
422nd Fighter Weapons Squadron	1977. június

Bitburg AB, Németország (17 AF, USAFE)

36th Tactical Fighter Wing	
525th Tactical Fighter Squadron	1976. december, áttelepülés '77 áprilisában
53rd Tactical Fighter Squadron	1977. május, áttelepülés júliusban
22nd Tactical Fighter Squadron	1977. augusztus, áttelepülés októberben

Soesterberg AB, Hollandia (17 AF, USAFE)

32nd Tactical Fighter Squadron	1978. október, áttelepülés decemberben
--------------------------------	--

Holloman AFB, Új-Mexikó (12 AF, TAC)

49th Tactical Fighter Wing	
7th Tactical Fighter Squadron	1977. október
8th Tactical Fighter Squadron	1978. január
9th Tactical Fighter Squadron	1978. április

Eglin AFB, Florida (9 AF, TAC)

33rd Tactical Fighter Wing	
58th Tactical Fighter Squadron	1979. január
59th Tactical Fighter Squadron	1979. április
60th Tactical Fighter Squadron	1979. július

Kadena AB, Okinava, Japán (5 AF, PACAF)

18th Tactical Fighter Wing	
12th Tactical Fighter Squadron	1980. január, áttelepülés áprilisban
44th Tactical Fighter Squadron	1979. október, áttelepülés '80 januárjában
66th Tactical Fighter Squadron	1979. július, áttelepülés '79 szeptemberében

További alakulatok mostani vagy múltbeli állomáshelyei a lenti linken találhatóak.²⁷⁷ A mellékletek között (vegyes könyvtárban) letölthető, NATO-1989.pdf fájl tartalmazza az akkor F-15-tel repülő alakulatokat és azok támaszpontjait.

²⁷⁷ <http://www.keokidahl.com/f-15tailcodes.htm>

5.5. Repülésbiztonsági mutatók

A hajtómű és egyéb problémák rendeződése után az F-15 békebeli szolgálata egyre eseménytelenebbül telt. A baleseti statisztikája egyre jobb lett, a gépek általános megbízhatósága javult a folyamatos kisebb-nagyobb fejlesztések alatt, amit a MISP program és a gépek hajtóműveinek és vezérlőrendszereinek cseréje fejt meg a '80-as évek elejétől-közepétől.

A hajtómű- és karbantartási problémák ellenére a F-15 repülésbiztonsági statisztikája már a kezdet kezdetén is jobb volt bármelyik korábbi amerikai vadászgépnél. Ez már a CAT I és CAT II tesztek alatt is bebizonyosodott, egyetlen gép sem veszett oda a próbák alatt. Az F-15 volt az első vadászgép, ami az első 5'000 repült órát gépvesztés nélkül tudta le. Az első gépvesztés 7'300 repült óra után következett be 1975. október 15-én. A korszak többi vadász- és csapásmérő gépével összevetve az első 145 ezer repül óra után a következő baleseti statisztikai mutatókkal bírt az F-15:

	<i>esetek száma</i>	<i>gépvesztés 100 ezer repült óránként</i>
F-4	20	13,8
F-14	20	14,5
F-5	15	10,3
F-111	14	9,7
F-15	10	6,9

(Hogy 145 ezer repült óra után azonos esetszám mellett az F-4 és F-14 mutatója mitől más, azt nem nagyon tudom megmagyarázni. Lehet, hogy csak 145 ezer órához közeli adat állt rendelkezésre, ezért az átlagolásban kis pontatlanság lehet.)

Igen figyelemreméltó az, hogy az F-14 statisztikája kétszer rosszabb volt, mint az F-15-é, ez következhet a hajófedélzeti és a tenger feletti üzem veszélyesebb voltából. Azt viszont már nehéz kimagyarázni, hogy a „cicus” eleinte az F-4 gépekhez képest sem volt jobb. A forrás viszont nem tisztázza, hogy a statisztika csak haditengerészeti vagy légierős Phantom vadászkokra, vagy a teljes F-4 flottára vonatkozik, pedig ez nagyon nem mindegy. Az F-15 flotta már a kezdet kezdetén is fejlődést mutatott, ami később még szembetűnőbb lett. (Az '90-es évekig az összes a többi gép statisztikája is javulhatott, de ezekről nincs adatom.)

Az 'A' osztályú balesetek vagy katasztrófák közé azokat sorolják, ahol az anyagi kár meghaladja a 2 millió USD értéket, vagy a gép elvesztésével járnak. Akkor is ide sorolandó, ha a személyzet egy tagjának halálával vagy lebénulásával, illetve további szolgálatra alkalmatlanná válással jár, még ha a gép túl is éli az eseményt.²⁷⁸ A 'B' osztályú eseménynél a kár 2 millió és 200 ezer USD közötti és részleges és/vagy részleges bénulással járó baleset / katasztrófa.²⁷⁹

²⁷⁸ Ez utóbbira példa, pl. madárral történő ütközés, ahol a pilóta lehozta ugyan a gépét, de az eset során szerzett sérüléseibe belehalt.

²⁷⁹ <http://www.e-publishing.af.mil/shared/media/epubs/afi91-204.pdf> Részletes ismertetése a bénulásnak a 95. (nyomtatott) oldalon. Az összeghatárok az idők során változtak az infláció miatt, a '80-es évek táján az 'A' osztály felső értékhatára „csak” 1 millió USD volt.

YEAR	CLASS A		CLASS B		DESTROYED			FATAL	HOURS	CUM HRS
	#	RATE	#	RATE	A/C	RATE	PILOT	ALL		
CY72	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	25	25
CY73	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	826	851
CY74	0	0.00	2	94.79	0	0.00	0	0	2110	2961
CY75	1	22.02	0	0.00	1	22.02	0	0	4541	7502
CY76	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	17803	25305
CY77	6	14.16	15	35.40	2	4.72	1	2	42369	67674
CY78	8	11.59	30	43.46	7	10.14	1	1	69023	136697
CY79	5	5.16	15	15.47	5	5.16	3	3	96959	233656
CY80	5	4.57	20	18.30	3	2.74	2	2	109309	342965
CY81	5	3.78	4	3.02	6	4.54	5	6	132291	475256
CY82	3	1.96	4	2.61	4	2.61	2	2	153369	628625
CY83	4	2.36	5	2.95	6	3.54	1	1	169438	798063
CY84	3	1.71	2	1.14	4	2.28	1	2	175515	973578
CY85	5	2.70	5	2.70	4	2.16	2	2	185324	1158902
CY86	7	3.53	5	2.52	8	4.04	4	4	198095	1356997
TY87	3	1.94	0	0.00	3	1.94	2	2	154821	1511818
FY88	1	0.50	3	1.49	2	0.99	0	0	201099	1712917
FY89	5	2.33	0	0.00	4	1.86	2	2	214592	1927509
FY90	7	3.08	6	2.64	7	3.08	4	5	227617	2155126
FY91	3	1.09	2	0.72	3	1.09	0	0	276393	2431519
FY92	5	2.26	2	0.91	5	2.26	2	3	220866	2652385
FY93	3	1.38	5	2.30	3	1.38	0	0	217547	2869932
FY94	4	1.90	3	1.43	4	1.90	1	1	210241	3080173
FY95	4	1.94	5	2.42	3	1.45	1	2	206649	3286822
FY96	4	1.99	2	1.00	3	1.49	0	0	200766	3487588
FY97	3	1.56	5	2.60	2	1.04	0	0	192081	3679669
FY98	3	1.59	5	2.66	2	1.06	0	0	188204	3867873
FY99	4	2.12	5	2.64	6	3.17	1	2	189109	4056982
LIFETIME	101	2.49	150	3.70	97	2.39	35	42	4056982	

A fenti számokból a következő statisztikai mutatók adódnak ki:

ebben az évben lépte át a flotta az adott óraszámot	összesített repült óraszám	'A' osztályú esetek száma	'B' osztályú esetek száma	megsemmisült gépek száma	'A' osztályú esetek száma
		100 ezer repóra	100 ezer repóra	100 ezer repóra	megsemmisült gépek száma
1978	~ 137'000	10,94	34,3	7,3	1,5
1979	~ 233'000	8,85	26,6	6,43	1,37
1981	~ 475'000	6,31	18,1	5,05	1,25
1984	~ 973'000	4,11	9,96	3,9	1,05
1989	~ 1'930'000	3,16	5,7	3,06	1,03
1999	~ 4,050'000	2,49	3,7	2,39	1,04

A táblázat azzal a szemlélettel készült, hogy a flotta teljes repült óráinak száma kb. megduplázódott.²⁸⁰ Figyelemreméltó, hogy a gép első néhány éves szolgálatához képest az 'A' osztályú esetek száma kb. a negyedére, a 'B' osztályú balesetek száma a tizedére csökkent. A megsemmisült gépek aránya „csak” kb. a harmadára. Az 'A' osztályú balesetek és megsemmisült gépek aránya majd 50%-kal javult. Ezek a mutatók a következőket jelentik:

- Ahogy gyűlt a tapasztalat a gépekkel, mind a műszaki, mind a pilótahibákból származó balesetek és katasztrófák száma csökkent. A hajtóműből adódó komoly meghibásodások száma valószínűleg komoly hatással volt a 'B' osztályú eseményekre, ahogy az egyre gyakorlottabb pilóták is valószínűleg egyre kevesebb géptöréses balesetet hoztak össze.

²⁸⁰ A statisztika kicsit torzít, ugyanis az összesítést az F-15E flotta óraszámait is tartalmazza. Mivel csak 1999-ig értelmeztem az adatokat ez túl nagy pontatlanságot nem visz az eredménybe. A 'E' variáns sorozatgyártása '87 táján kezdődött azonban még a gyártás végfelé is csak 1998 kb. 1/4-ét tették ki az USAF teljes F-15 állományának. A '90-es évek elejére a vadászváltozatok majdnem elérték már 2 millió repült órát. A vadászváltozatok gyártási és üzemeltetési alapján megsaccolható, hogy az F-15E gépek '99-ig kb. a teljes óraszám kb. 10%-át produkálták. (A mellékletek között letölthető az F-15 flotta statisztikája 2011-ig bezárólag.)

- A tapasztalat növekedésével az járt, hogy csak az igazán súlyos, halmozódó hibák esetében veszett oda gép, az 'A' osztályú esetek száma egyre közelítette az megsemmisült gépekét.

Hogy összevessük a fenti számokkal a flotta mutatóit következzenek az 1999 utáni 'A' besorolású balesetek és katasztrófák. Sajnos óraszámot nem tudok melléjük rendelni, de az esetek relatíve alacsony száma ellenére, a kiváltó okok arányára korlátozott megállapítások tehetőek.

A lenti linken a vadász változatok 1999 utáni 'A' osztályú eseményei olvashatóak az USAF flottájára vonatkozóan, röviden összefoglalva.²⁸¹

- 2000. augusztus 3. A 86-0173 gyári számú F-15C a Red Flag gyakorlaton manőverező légi harc alatt a kifogyasztási sorrend nem megfelelő beállítása miatt az aszimmetrikus terhelés következtében a pilóta elvesztette uralmát a gép felett és dugóhúzóba esett. A gép sebessége 300 KCAS alatt, az állásszög 30 fok fölött volt, túl az engedélyezett határon. A biztonsági határ elérésekor (12 ezer láb) a pilóta katapultált, a gép földnek csapódott és megsemmisült. Az eset egyértelmű pilótahibának volt elkönnyelve.
- 2000. november 3. A 78-0489 gyári számú F-15C kettős, súlyos hajtóműhibával kényszerleszállást hajtott végre Kadena támaszponton (Okinava, Japán.) A hajtóművek javíthatatlanul megsérültek, mindkettőt selejtezni kellett. Egyéb anyagi kár nem történt, ahogy sérülés sem. Az eset a karbantartó személyzet hibájából következett be.
- 2001. március 26. A 86-0169 és 86-0180 gyári számú F-15C gépek alacsonyrepülés közben a hegyoldalnak ütköztek és megsemmisültek. Kenneth John Hyvonen alezredes Kirk Jones századosok életüket veszítették. A katasztrófa okát nem sikerült feltárni. Az időjárás nem volt tökéletes, a RAF egy légiirányítójának hibájából is bekövetkezhetett – őt később felmentették – de az is lehetséges, hogy a két gép összeütközött.
- 2002. április 30. A 46th Test Wing 40th Test Squadron alakulatához tartozó 80-0022 gyári számú F-15C nagy sebességű tesztrepülést hajtott vissza AIM-9X gyakorló változatával, 46 ezer lábon 1,97 Mach sebességgel. A teszt után a gépet süllyedésbe vitte és lassulni kezdett. 24 ezer lábon a bal függőleges vezérsík nagy része leszakadt és ez megállíthatatlan pörgésbe vitte a gépet. A jelentős erőhatások következtében a gép darabokra szakadt és 127 tengeri mérföldre Eglin támaszponttól délkeletre a gép a tengerbe csapódott. James A. Duricy őrnagy életét veszítette. A kivizsgáló bizottság jelentése szerint a megtalált tárgyi bizonyítékok alapján – katapultálás, a pilóta sisakja és egyéb létfenntartó rendszerek darabjai – a katapultálást a pilóta végrehajtotta, de a nagy sebesség miatt nem élte túl a katasztrófát.
- 2002. július 31. A 78-0482 gyári számú F-15C 1-es (bal) hajtóműve meghibásodott és totálkáros lett a magasnyomású turbinafokozat meghibásodásából. Az eset szerencsére még a földön, gurulás közben történt. A közvetlen kiváltó okát nem sikerült feltárni a balesetnek, a bizottság szerint igen sok egymásra rakódó tényező okozta. (Anyagkifáradás, esetleges rejtett gyártási hiba, stb.) Az eset Kadena támaszponton történt.
- 2002. augusztus 21. Haladó szintű kiképzés során végrehajtott gyakorló manőverek végrehajtása közben a 78-0541 gyári számú F-15C lezuhant 60 tengerimérföldre délre Kadena támaszponttól. A gyors és váltakozó irányú manőverek végrehajtása közben a pilóta elvesztette uralmát a gép felett

²⁸¹ <http://usaf.aib.law.af.mil/>

és meredek dugóhúzóba (erect spin)²⁸² került 13 ezer láb magasságban. A fellépő nagy túlterhelés hatására a pilóta tájékozódó-képességét elvesztette és nem volt képes a megfelelő ellenlépések megtételére. A pilóta 6 ezer lábon katapultált, túlélte az esetet. A balesetet pilótahibaként könyvelték el.

- 2002. szeptember 3. A 80-0015 gyári számú F-15C Eglin támaszponton éjszakai leszállási gyakorlat közben megsérült. Személyi sérülés nem történt, az anyagi kár 1,5 millió dollár volt.
- 2002. október 24. A Nellis támaszponttól felszálló 80-0047 gyári számú F-15C hajtóműve a fémforgács-érzékelő rendszer visszacsapó szelepének a hibája miatt komolyan károsodott. A pilóta leállította hajtóművet és kényszerleszállást hajtott végre. Személyi sérülés nem történt, az anyagi kár 1,4 millió dollár volt. A visszacsapó szelep hibájának kiváltó okát nem sikerült azonosítani, de a kivizsgálás során megállapítást nyert, hogy a fémforgács-érzékelő hibásan volt beszerelve a meghibásodott hajtómű kenőolaj-rendszerébe.
- 2003. március 17. Manőverező légi harc gyakorlása közben a 80-0030 és 83-0040 gyári számú F-15C gépek összeütköztek, a 80-0030-as megsemmisült. Az egyik pilóta katapultált, nem életveszélyes sérülésekkel megúszta az esetet. A másik gép pilótája nem sérült meg, képes volt sikeres kényszerleszállás végrehajtására a Nellis támaszponton. A sérült gépen az anyagi kár fél millió dollár volt.
- 2004. május 21. – 81-0024 gyári számú F-15C. 50 mérföldnyire a Tyndall AFB-től délkeletre a gép a földnek csapódott. A pilóta katapultált, de valójában maga a katapultálás volt a lezuhanás kiváltó oka, ugyanis nem szándékosan történt. A G ruhát a gép levegőrendszerével összekötő gégecső manőverező légi harc közben levált, és beakadt a katapultülés katapultálási folyamatát beindító fogantyú kivágott részébe. A pilóta fejmozgása és botkormány használata a manőver közben elegendő húzóerőt produkált, a tömlőn keresztül a katapultálást indító kart meghúzta, és az rendeltetésének megfelelően végre is hajtotta a feladatát. A gép még 1 perc 39 másodpercig repült mielőtt becsapódott volna a floridai St. George sziget mocsaras partjába.
- 2004. október 4. – A 85-0093 és 85-0098 gyári számú F-15C gépek 103 tengeri mérföldnyire délre Kadena támaszponttól délre összeütköztek. Az eset szerencsésnek mondhatóan végződött, mindkét gép képes volt sikeres kényszerleszállást végrehajtani és egyik pilóta sem sérült meg.
- 2005. március 25. F-22A elleni gyakorló légi harc során, védekező manőverek fogásainak kidolgozása közben a 80-0052 gyári számú F-15C gép felett a pilóta elvesztette az uralmát, majd ezt követően a földre csapódott a Nellis támaszpont közelében, 45 tengeri mérföldre északkeletre. Az eset a vízszintes vezérsíkok nem üzemzerű működése miatt következett be. Ez okozta a gép dugóhúzóba esését, és azt, hogy a pilóta nem volt képes a gépet kihozni belőle annak ellenére, hogy mindent előírás szerint csinált. Ha tudta volna, hogy mi a probléma, akkor valószínűleg mással próbálkozott volna, pl. a hajtóművek aszimmetrikus tolóerő beállításával, hogy kompenzálja a hibát. Normál esetben 1,5-2 forgás után a gépet ki lehet venni a dugóhúzóból, de a pilótának 5 fordulat után sem sikerült, ezért a biztonsági határ felett 1000 lábbal a pilóta katapultált, sérülés nélkül megúszta az incidenst.
- 2006. január 17. A 78-0498 gyári számú F-15C Kadena támaszponttól 51 tengeri mérföldnyire keletre a tengerbe csapódott. 31 perccel a felszállás után a pilóta egy nagy és hosszú csattanást hallott. A gép ezután remegni kezdett és a jobb hajtómű túlmelegedésre figyelmeztető hibajelzések villantak fel, amit követett a hajtóműtűz vészjelzése. A pilóta leállította a jobb hajtóművet, ekkor

²⁸² <http://www.youtube.com/watch?v=llzx1NlvOus>

észlelte, hogy a vezérlőrendszer sem működik megfelelően. A gép kormányozhatósága egyre romlott, amikor maximális kormány szerv kitérítéssel sem sikerült a gép süllyedését és jobbra orszózó mozgását megállítani a pilóta katapultált. A gépelhagyás folyamata során kisebb sérüléseket szenvedett. A pilóta igen nagy tapasztalatú, többszörösen kitüntetett volt, a vizsgálat semmiféle hibát nem tárt fel a cselekedeteit illetően, a baleset közvetlen kiváltó okát nem sikerült tisztázni csak azt, hogy a jobb hajtómű meghibásodása továbbterjedt más rendszerekre. (A titán válaszfal a hajtóművek között ez esetben kevésnek bizonyult, nem védte meg a gép rendszereit a további sérülésektől.)

- 2007. május 30. A 78-0498 gyári számú F-15C Vincennestől (Indiana állam) nyolc mérföldnyire délre manőverező légi harc gyakorlása közben 9 ezer láb magasságban a irányíthatatlanná vált, és a földnek csapódott. A pilóta és az oktató katapultált, mindketten kisebb sérülésekkel túlélték a balesetet. A földön nem sérült meg senki. A baleset egyértelműen műszaki hiba miatt következett be. Az ARI egyik vezérlő kábele meghibásodott (megszorult) ettől a gép orra egyre gyorsabban föld felé fordult, amit nem sikerült megállítani a személyzetnek. A kis-közepes repülési magasság miatt a személyzetnek nem volt sok ideje kideríteni a probléma forrását, ezért helyesen a gépelhagyás mellett döntöttek. A gép a ANG (Missouri) állományaiba tartozott a st. louis-i Lambert nemzetközi repülőtéren.
- 2007. június 11. A 83-0017 gyári számú F-15C az Alaszkában tartott Red Flag gyakorlaton összeütközött a 86-0269 gyártási számú F-16C vadászgéppel. Az F-15 a balesetben megsemmisült, az Súlyommal a pilóta képes volt visszatérni Eielson támaszpontra. A kivizsgáló bizottság jelentése szerint a baleset az F-15 pilóta hibájából történt, aki a szimulált légi harc zónáját számára nem engedélyezett magasságon hagyta el, miközben a légi helyzetképe sem volt tiszta. A Sas pilótája katapultált, sérülés nélkül vészelt át az incidenst. Az F-16C-ben keletkezett kár meghaladta az 1 millió dollárt.
- 2007. június 26. A 83-0017 gyári számú F-15A Hornet gépek elleni gyakorló légi harc közben (DACT) a gép Csendes-óceánba zuhant. Gregory D. Young őrnagy nem élte túl a katasztrófát. A katasztrófa a fegyveres erők számára fenntartott W-570 légtérben²⁸³ történt, így egyéb veszteség nem történt. A katasztrófa valószínűleg a pilóta által fel nem ismert (Type I) térbeli tájékozódó-képesség elvesztése miatt következett be. Az elvesztett gép az ANG állományaiba (Oregon) tartozott a Portland nemzetközi repülőtéren.
- 2007. november 2. Az alant következő eset az utóbbi idők egyik legnagyobb visszhangot kiváltó balesete volt, ami az F-15 flottát érintette. Manőverező légi harc gyakorlása közben a 80-0034 gyári számú F-15C gép gyakorlatilag kettétört, a kabin-szekció levált a géptörzsről.²⁸⁴ A hirtelen erőhatás következtében a pilóta megsérült, de sikeresen végrehajtotta a katapultálást. A gép maradványai a Lambert repülőterétől kb. 90 mérföldnyire dél-délnyugatra értek földet egy erdős területen. A gép az ANG (Missouri) állományaiba tartozott a st. louis-i Lambert nemzetközi repülőtéren.

Az eset másnapján a teljes F-15 flottára kiterjedő repülési tilalmat rendeltek el az átvizsgálás idejére²⁸⁵ annak ellenére, hogy az F-15E sárkányszerkezete eltér a vadász változatokétól (Az igen kis számban épült hibrid C/D változatokat kivételével, de ilyen gépek nincsenek tudtommal sem az USAF sem az ANG állományában).²⁸⁶ A külföldi alkalmazók szintén hasonló módon jártak el, nagyságrendileg 1'100 darab gépet érintett tilalom. Az F-15E gépekre vonatkozó repülési tilalmat

²⁸³ <http://www.nsc.aero/8-general/general/57-tillamook-oregon>

²⁸⁴ <http://www.youtube.com/watch?v=2R7BWrqmgac>

²⁸⁵ <http://www.acc.af.mil/shared/media/document/AFD-071206-049.wmv>

²⁸⁶ <http://www.acc.af.mil/f-15fliesagain/index.asp> Az eseménnyel kapcsolatos hírek gyűjteménye.

már november 15-én feloldották,²⁸⁷ ennek oka kettős volt. A már eltérő strukturális felépítés, a gépek fiatalabbak, ezen felül igen nagy szükség volt rájuk Irakban és Afganisztánban, míg a vadászváltozatok esetén ez csak a légtérvédelmi készültséget – ezt az F-16 gépek átvehették adott esetben – és a kiképzést érintette. A vadász változatoknál a vizsgálatok eltartottak egy ideig. A flottára vonatkozó tilalmat részlegesen enyhítették, 2008. január 8-án a vadász-változatok²⁸⁸ 60%-a számára engedélyezték a szolgálatot, a tilalmat végül február 15-én oldották fel. Addigra a vizsgálatok kiderítették a baleset okát. A kérdéses F-15 gyártási hibás volt, a gép egyik teherviselő szerkezeti eleme nem érte el az tervek által előírt vastagságot. Az átvizsgálás során kiderült, hogy további hét gép sárkányszerkezetében megtalálható ugyanez a gyártási hiba.²⁸⁹ Dicséretes, hogy ennek ellenére csak több évtizedes szolgálat után okozott balesetet, és egyben mutatja azt is, hogy azért bőven van tervezési tartalék a vadászgépekben,²⁹⁰ ez teszi lehetővé a gépek élettartam-hosszabbítását is.

Az amerikai gép balesete elsősre látásra hasonlóságot mutatott egy orosz MiG-29 balesetével,²⁹¹ azonban kiderült, hogy az F-15 gépeknél nem korrózió – vagy legfeljebb csak részben – a baleset oka. Míg az orosz MiG-29-es flottát egy baleset miatt feltárt jelenség gyakorlatilag padlóra küldte, addig az F-15 flotta a szükséges megerősítések után tovább repülhet, sőt, a Légierő a Golden Eagle program keretében még évtizedekig számol a flotta tekintélyes hányadával.

- 2008. február 1. – A 80-0562 gyári számú F-15D-n manőverező légi harc gyakorlása során erős, a maximális G túlterheléshez közeli fordulóban oldalkormány használata közben a CAS lekapcsolt. A pilóta újraindította a rendszert, de kis idő múlva a CAS ismét csak kikapcsolt. A pilóta ekkor megpróbálta a gépet kivenni a fordulóból, de azt tapasztalta, hogy nem reagál megfelelően a kormánymozdulatokra. Tovább próbálkozott, erőfeszítéseit azonban nem koronázta siker. A gép folyamatosan süllyedt, ezért 6 ezer láb magasságban végül katapultált és a Csendes-óceánba zuhant 58 mérföldnyire a Hickam támaszponttól (Hawaii) dél-délkeletre. A lezuhanás helyén az óceán több mint 4 km mély, ezért a gépet nem emelték ki. (Csak rendkívül indokolt esetben szokott erre sor kerülni a művelet költségessége miatt.) A baleset okát nem sikerült egyértelműen feltárni, lehetséges okként az ARI-CAS rendszerek együttes hibáját jelölték meg.
- 2008. február 20. – 79-0075 és 81-0043 gyári számú F-15C gépek. A floridai Tyndall támaszponttól felszálló gépek manőverező légi harc gyakorlása közben összeütköztek. A katasztrófában mindkét gép megsemmisült, a pilóták katapultáltak. Az egyiküket egy arra járó halászhajó mentette ki, a másikat a mentésben résztvevő HH-60 helikopter. A kórházba szállítást követően Ali Jivanjee főhadnagy belehalt az incidens során szerzett sérüléseibe, Tucker Hamilton százados túlélte a katasztrófát. Az esetet pilótahibaként könyvelték el, azonban a balesetben közrejátszhatott a pilóták képességeit lerontó 3-4 hónapos repüléstilalmi időszak a 2007 november elején történt baleset miatt.

²⁸⁷ <http://www.acc.af.mil/shared/media/document/AFD-071116-019.wmv>

²⁸⁸ <http://www.acc.af.mil/shared/media/document/AFD-080109-006.wmv>

²⁸⁹ <http://sqforums.com/forums/1164/topics/287199?page=7> Eszerint a forrás szerint kilenc gépen találták meg a hibát.

²⁹⁰ A tervezési tartalékra nem ez az egyetlen gyakorlati példa. 1997-ben egy légibemutatót repülő F-117 csűrővezérlés bak rögzítő csavarjainak egy része hiányzott, és fél évet repült ezzel, mielőtt bekövetkezett volna a katasztrófa és akkor is csak nagy sebességű áthúzás közben nagy túlterhelésű manőverek után, amire bár tervezték a gépet, de nem ez a gépek jellemző igénybevétele.

<http://www.f-117a.com/793.html>

²⁹¹ <http://htka.hu/2012/06/30/a-mig-29-esek-megerositett-vezersikjai/>

- 2008. július 30. Az agresszor század 85-0131 gyári számú F-15D gépe a Red Flag gyakorlat alatt dugóhúzóba esett egy szándékosan végrehajtott manőversorozat közben. A hátsó ülésben helyet foglaló megfigyelő sikeresen katapultált, azonban az első ülésben helyet foglaló pilóta ejtőernyője nem nyílt ki időben, a nagy sebességű földre érkezés következtében szerzett sérüléseibe belehalt. A kivizsgáló bizottság jelentése szerint a gép rövid időre átlépte az engedélyezett állásszög maximumot, ezen felül egy korábbi balesethez hasonlóan a szárny alatt levő póttartályokban a tüzelőanyag nem egyenletes kifogyasztása miatt 750 fontnyi (kb. 340 kg) aszimmetria alakult ki. Az F-15D nagyobb kabinja miatt a gép aerodinamikai tulajdonságai kismértékben eltérnek az együléses gépektől. A gépet még sikeresen kivette dugóhúzóból a pilóta, de a kivétel után elvesztette térbeli tájékozódó képességét, ami meggátolta a Sas zuhanásból történő helyes kivételét. A fentiek és a manőver kezdetén rendelkezésre álló túlságosan kis magasság együttesen vezettek a katasztrófához.
- 2008. november 13. Felszállás után a 79-0070 gyári számú F-15C futóműveit nem sikerült behúzni. A pilóta megszakította a gyakorlatot és felkészült a kényszerleszálláshoz, ehhez azonban kellő mennyiségű tüzelőanyagot kellett kifogyasztani, hogy a gép ne lépje túl a maximálisan megengedett leszállótömeget. A tüzelőanyag kifogyasztása során a pilóta háromszor is végrehajtotta gyakorlásképpen a megközelítést. A leszállást a pilóta elvileg az ellenőrzőlista szerint hajtotta végre, azonban a felállított vészfékező berendezés ellenére a gép mégis túlfutott kifutópályán. A pilóta és más sem sérült meg az eset során, azonban a gépben esett anyagi kár elérte a 1,25 millió dollárt, a környezeti károk és a földi berendezésekben okozott károk értéke további 37 ezer dollárt tett ki. A baleset bár műszaki problémával kezdődött, humán faktor is közrejátszott benne, a pilóta nem megfelelően hajtotta végre a fékezési folyamatot. A gép lassítása közben derült ki, hogy a blokkolásgátlóval ellátott elsődleges fékező rendszer nem működött megfelelően, ezután a pilóta nem megfelelően használta a vészfékező rendszert. Ezen felül helytelenül állapította meg a gép tömegét és odalentről sem figyelmeztették erre. (Ezt nem részletezi a leírás, de alapvetően arról van szó, hogy a szárny alatti póttartályokból nem volt lehetséges a tüzelőanyag kifogyasztása, hiszen azok túlnyomás alá helyezése csak a futóművek behúzása után történhet meg; lásd a tüzelőanyag-rendszert ismertető fejezetet.)

A fenti esetek nagyjából felében humán faktor volt a baleset vagy katasztrófa kiváltó oka. Ez lehetett pilótahiba, a karbantartó személyzet számlájára írható eset, de az egyik egészen extrém, hiszen még a gyártás és minőségellenőrzés során követték el igen súlyos mulasztást. (Ezt én emberi tényezőként kategorizálom.) Az 'A' osztályú esetek kb. felében legalább egy gép megsemmisült, ami eltérő átlagot eredményez a '72-99 közötti időszakhoz képest. Azt azonban meg kell jegyezni, hogy a minta statisztikailag nem túl nagy, és egyes balesetek miatt – pl. a levegőben történt összeütközéseknél – a minta két okból is torzít. Egyrészt azért, mert az F-15 pilótája vétkes is lehetett az esetben, vagy azért, mert egy 'A' osztályú esetben két gép is érintett volt. Az 1999 utáni időszakban szembejövő, hogy az emberi tényezőből eredő hibák túlnyomó részét a túlterhelés miatti térbeli orientáltság elvesztése, elrontott manőverek okozták – nem szándékolt dugóhúzóba vitele a gépnek, összeütközés más gépekkel, stb. – a műszaki meghibásodással vagy alapvető üzem közben – leszállás, éjszakai leszállás, navigációs hiba, stb. – elkövetett pilótahibák száma igen csekély. Már csak igen kiélezett helyzetben következett be gépvesztés. A flotta repült óraszámának növekedése közben gyűlt a kiképzési és üzemeltetési tapasztalat, a továbbfejlesztett ellenőrző listák, stb. mind a repülésbiztonsági mutatót javították.

5.6. „Unalmas hétköznapiak”

Az F-15A/B változatok gyártása után a McDD 1978-tól kezdve az C és D változatokat szállította, az első 'C' változatot '79 júliusában adták át a Légierőnek. A hajtóműprobléma lecsengése után az F-15 szolgálata a '80-as évektől kezdve a háborús szerepléseket leszámítva egyre rutinszerűbb és megrázó eseményektől mentes lett, amit csak néhány forró helyzet és természetesen a háborús bevetések szakítottak meg. Ez természetesen nem jelentette az, hogy nem történtek balesetek és katasztrófák, de a statisztika egyre javult. Olyan mélyrepülés a hadrafoghatóságban, mint 1980-ban volt, soha többet nem fordult elő (tudtommal).

Ahogy telt az idő, a Sas rendre megkapta a legújabb változatú AIM-9 és AIM-7 változatokat. Az 'L' szériát 1982-től váltotta az első 'M' variáns mindkét rakéta esetében. A '80-as évek közepétől a MSIP program kezdett felpörögni, a gépek -220 változatú hajtómű cseréjével párhuzamosan. 1985-től a 'C' modellek – elsőnek a bitburgi gépek – megkapták a NCTR azonosításhoz szükséges technikai eszközöket. Az AIM-120 AMRAAM légiharcrakéta fejlesztése 1991 elejére beért, a hidegháború lendülete ekkor még vitte egy ideig a fejlesztési programokat, így a „boldog békeidők” beköszönte ellenére az F-15-ön – és F-16 gépeken is – viharos sebességgel terjedt el az új légiharcrakéta, a gépeket a nagyobb mélységű karbantartások alatt már előre felkészítették az új „játékszer” fogadására.

A Sasok első éles szereplésére a Közel-Keleten került sor, még az 1982-es Békét Galileának (5. arab-izraeli háború) előtt. Ezzel az 8.1 fejezet foglalkozik majd. A dél-koreai KAL 007 járat lelövése után a fedélzeti adatrögzítő („fekete doboz”) kutatása közben a környéket F-15 gépek biztosították, de szerencsére az USA és a Szovjetunió is kellő higgadságról tett tanúbizonyságot, így nem történt további incidens. A hidegháború légköre a '80-as évek második felében Gorbacsov hatalomra kerülésével enyhült, azonban ironikus módon a Sas legkomolyabb megmérettetésére – a résztvevő gépek számát tekintve – a Szovjetunió összeomlása közben került sor, bár igen messze attól a hadszíntértől, ahova eredetileg tervezték. 1990 augusztusában Szaddam Husszejn csapatai megszállták a szomszédos Kuvaitot. Mind Szaúd-Arábia védelmében – Sivatagi Pajzs – mind Kuvait felszabadításában – Sivatagi Vihar – kulcsfontosságú szerep jutott a gépeknek. A Sivatagi Vihar után az iraki repüléstilalmi övezet fenntartásában is részt vettek a Sasok. Ekkor érte el a típus 100. légyőzelmét, de erre a sikerre nem lehetett büszke az égvilágon senki.²⁹² Minden idők egyik, ha nem a legsúlyosabb baráti tűz által bekövetkezett katasztrófájában téves azonosítás miatt két ENSZ misszióban részt vevő UH-60 helikoptert lőttek le. A helikoptereken levő 26 főből senki sem élte túl az incidenst. Az esetet a tévedések és hibák sorozata okozta, de a humán faktor volt a döntő tényező. Jugoszlávia szétesése után az ENSZ által létrehozott repüléstilalmi övezet fenntartásában is részt vettek (Operation Deny Flight) a Sasok. 1999-ben ismét a környéken jártak, ekkor az Allied Force hadműveletben vettek részt, ahol légyőzelmét is értek el F-15-tel. Afganisztán és Irak felett 2001 után gyakorlatilag csak epizódszerephez jutottak. Afganisztán felett senki nem számíthatott reálisan vadászellenállásra, ahogy a 2003-as iraki bevonuláskor is sejthető volt, hogy az iraki légierő passzív marad. 1999 óta nem vettek részt éles légiharcban F-15 vadászgépek.

Az Légierő számára utoljára szállított Sas 1989 novemberében adta át a McDD, a 86-0166 gyári számú F-15C-t. Érdekes, hogy nem ez volt a legmagasabb gyártási számmal rendelkező gép, hanem a 86-0182, ami egyébként egy F-15D-t jelöl. Hogy a gép „valódi” vadász változat vagy 'E' sárkányszerkezettel készült, de C/D avionikai csomaggal rendelkező példány volt, azt sajnos nem tudtam kideríteni. Ekkor már az F-15E

²⁹² http://www.dod.mil/pubs/foi/operation_and_plans/PersianGulfWar/973-1.pdf
http://en.wikipedia.org/wiki/1994_Black_Hawk_shootdown_incident

gyártása volt prioritás, és az exportváltozatokat rendszeresítő országok esetleges utánrendeléseit (részben) ilyen gépekkel elégtették már ki.

	ACC	AETC	AFMC	PACAF	USAFE	ANG	McAir	NASA	AMARC	Total
F-15A	1	–	3	–	–	101	2	1	102	210
F-15B	–	–	7	–	–	15	2	2	9	35
F-15C	156	63	1	93	39	–	1	–	–	353
F-15D	14	24	3	10	3	–	–	–	–	54
F-15E	125	–	5	21	52	–	1	–	–	204
Total										856

ACC	=	Air Combat Command	ANG	=	Air National Guard
AETC	=	Air Education and Training Command	McAir	=	Bailed to McDonnell Aircraft
AFMC	=	Air Force Materiel Command	NASA	=	National Aeronautics and Space Administration
PACAF	=	Pacific Air Forces	AMARC	=	Stored at the Aircraft Maintenance and Regeneration Center
USAFE	=	US Air Forces, Europe			

Az USAF F-15 flotta csökkenése már a '80-as évek végén megkezdődött, az első F-15A/B gépeket ekkor adta át a Légierő a Légi Nemzeti Gárdának. Az USAF vadász-változatú Sas flotta legnagyobb méretét a '80-as évek végén érte el, azután a balesetek és a leállított és eladott gépek miatt zsugorodott. 1998-ra az összes 'A' és 'B' változatú gépet átadták az ANG alakulatainak, vagy tartalékállományba kerültek és az AMARC²⁹³ létesítményben helyezték el azokat, kisebb mennyiséget meg eladtak Izraelnek. A hidegháború utáni fegyverzetcsökkentés az F-15 flottát sem kerülte el.

Összesen 1'034 darab A, B, C és D változat készült a McDD Missouriban levő üzemében 1972 és 1989 között a következők szerint: F-15A – 384 db, F-15B – 61 db, F-15C – 483 db, F-15D – 92 db, F-15J – 2 db, F-15DJ – 12 db.²⁹⁴ Az izraeli és szaúdi eladások és gépátadások miatt a 'C' változatok közül 45 (SZ-A, beszerzés) + 17 (SZA, Sivatagi Pajzs) + 9 (SZ-A, utánrendelés) + 18 (IAF beszerzés) + aprólék – kb. 394 darab 'C' változatot szállítottak le az USAF számára.²⁹⁵ 1998-ra ebből összesen 352 db gép maradt. Tehát balesetekben elvileg kb. 42 db semmisült meg addig. Az Eagle Engaged könyv listája 38 esetet tartalmaz, a néhány gépes különbségbe érttem az „aprólékot”. A források pontatlansága és egyes gépek sorsának bizonytalansága kb. ennyit jelent a statisztikában. A 'D' változatok esetén is ilyen apró pontatlanság mutatható ki a források összevetésekor, tehát a fenti táblázat a nagy összképet tekintve pontosnak mondható.

Az F-15 szériáinak azonosítása eltér a másik nagy számban épült USAF 4. generációs vadászgépétől. Az F-16-nál az Block XY jelzés változatot, addig az F-15-nél a 'Block' jelölés adott megrendeléshez tartozó gépeket azonosítja be. Ezen megrendelések (szériák) között bizonyos eltérések lehetnek. A következő két példa azt mutatja, hogy milyen azonosítóval látták el a megrendeléseket, bár néha csak a sorszámot tüntetik fel az egyes források a változat megjelölésével.

- McDonnell Douglas F-15A-1-MC – Ebbe a megrendelésbe tartozott az első két együléses gép. Az egyszerűbb jelölési forma az, hogy F-15A Block 1.

²⁹³ <http://www.amarcexperience.com/Default.asp>

²⁹⁴ <http://www.uswarplanes.net/f15.html> Ahány forrás annyi szám, 1-2 gépes eltérés még a legautentikusabbnak tartott források között is előfordul.

²⁹⁵ Az exportváltozatokról és azok ügyleteiről a 7. fejezetben esik szó.

- McDonnell Douglas F-15B-3-MC – Az első kétüléses gép. Ez esetben a jelölés mindössze egy gépet takar. Érdekesség, hogy egyes sorszámú 'B' rendelés nem volt. Az egyszerűbb jelölési forma az, hogy F-15B Block 3.

A mellékletek között megtalálható listák hol az egyik, hol a másik formát használják, ez alapján lehet összehasonlítani őket. Azonos Block sorszámmal rendelkező egy- és kétüléses változat, de ezeket nem feltétlen egy időben rendelték meg.

Az F-15 mint tesztplatform számtalan kísérleti berendezés alapjául szolgált a NASA színeiben, amely a Légierő számára is fontos kísérleteket végzett el. Ilyen volt pl. a DEEC²⁹⁶ és HIDE²⁹⁷ és a 6.3. fejezetben hivatkozott STOL/MTD és ACTIVE változatok. Ez utóbbiakban 2D és 3D²⁹⁸ tolóerő-vektorált hajtóműveket is kipróbáltak, a vezérlőrendszer módosításaival egyetemben. Még a 2000-es években is használta a NASA az F-15-öt tudományos kísérletekre, pl. a Quiet Spike²⁹⁹ kísérlet-sorozathoz.



Az évfordulás Sas megérkezik Farnborough Nemzetközi Repülőnapra 1976. szeptember 11-én.³⁰⁰

Ugorjunk vissza az időben egészen a '70-es évekig. A „hétköznapi” része volt a gép reklámozása az esetleges export reményében és csak pusztán afféle nagyhatalmi „muszki-mutogatásként”. A Sas rendszerbeállítása és az USA létrejöttének 200 évfordulója – Függetlenségi Nyilatkozat aláírása – egy évbe esett, ezért a kellemest összekötve a haszonnal az egyik gépet világkörűli turnéra küldték. A „vándorcirkuszban” részt vevő gépet az alkalomhoz illő különleges festéssel is ellátták, ez a 72-0291 gyári számú gép volt a „Bicentennial Eagle”. A farnboroughi légitársaság követően a díszfestésű gép látogatást tett a RAF Alconburyban található támaszpontján, ahonnan a németországi Bitburg támaszpontra repült, ezután tért vissza St. Louisba. Az európai turné ezzel lezárult, 41 felszállás alatt 47,6 órát töltött a gép a levegőben. Két pilóta repült a géppel az európai szerepléseken, John R. Britt alezredes – a 94th TFS parancsnoka – és William L. Hamilton százados, aki a 27th TFS alakulathoz tartozott.

A hazatérés után egy hét pihenő következett, majd a Sas újra felszállt. A cél ezúttal Ázsia és Ausztrália volt. Hawaii leszállással először Japánba repültek (Yokota támaszpont), majd azt követően Ausztráliát célozták meg, de eközben útba ejtették Dél-Koreát – Oszan és Kunszan támaszpontok – Kadenát Okinaván, Clark AFB-t a Fülöp-szigeteken (itt ma már nem állomásoznak USAF alakulatok) és ezután érkezett meg a kenguruk földjére, Willamtown támaszpontra Új-Dél-Walesbe. A program izomszakasztó volt, 19 felszállást

²⁹⁶ http://www.nasa.gov/centers/dryden/pdf/89225main_TF-2004-03-DFRC.pdf

²⁹⁷ http://www.nasa.gov/centers/dryden/pdf/89227main_TF-2004-06-DFRC.pdf

²⁹⁸ <http://www.youtube.com/watch?v=ejxstV3sPhg>

<http://www.youtube.com/watch?v=UORbanvcPml>

²⁹⁹ http://www.nasa.gov/vision/earth/improvingflight/supersonic_jousting.html

³⁰⁰ <http://qoo.gl/NzbAj>

teljesített mindössze hat nap alatt. Ezalatt egy helyi rekordot is felállított, Willamtownból transzkontinentális átrepülést hajtott végre Perthbe, ezzel az első vadászgép lett, ami végrehajtott ilyen nagy távolságú légiutántöltés nélküli átrepülést a kontinensen. Az ausztrál kiruccanás során a kétüléses gép kilenc légbemutató és négy fegyverzet- demonstrációs eseményen vett részt, amik során Mk-82 bombákat használtak, ezeken felül öt gyakorló manőverező légiharc Mirage III gépekkel is belefért a három nagy távolságú áttelepüléssel tarkított vándorútba. Guam - Hawaii - Luke AFB útvonalon tért haza a jubileumi Sas. Az távol-keleti és ausztráliai „kampánykörút” alatt 26'000 mérföldet raktak bele a gépbe, az igen sűrű ausztrál program alatt (állítólag) összesen csak két LRU egység cseréje volt szükséges.

A teljes turné alatt kicsivel több, mint 100 órát repültek a géppel 2,5 hónap alatt, és egyetlen felszállást sem kellett törölni. Ezt az igen feszített üzemet csak a McDD szakembereivel sikerült abszolválni, bár némi szerencse is kellett ehhez a korábban elhangzott kezdeti alacsony hadrafoghatósági mutatók tükrében. A 72-0291 gyári számú géppel „orrba-szájba” repültek, aminek eredményeképpen a turné után 776 repült órát jegyezhettek fel a gép naplójába, ezt a gép első felszállásától számítva 3 év alatt érték el. Pestiesen szólva, nem semmi...

Nem találtam arra vonatkozó adatot, hogy Ausztrália valaha is tervezte volna a beszerzését a F-15-nek, ezért nem igazán világos, hogy a „kapcsolatok” ápolásán kívül milyen kézzelfogható eredményre számítottak. Az F-111C gépeket 1973 közepétől kezdték átvenni, de a program igen komoly csúszásban volt és pénzügyi katasztrófa volt. Ez némileg ellenérv lehetett az F-15 beszerzése ellen, ha valaha is számításba vették ezt.



A gép ugyanaz, de az ázsiai turné alatt és után a függőleges vezérsík festését megváltoztatták. Másik figyelemreméltó különbség, hogy a gép a törzs oldalára felszerelhető tüzelőanyag-tartállyal repült ekkor. A „FAST pack” koncepció tesztelése is ezzel a géppel történt.

Még az európai turné előtt 1976 áprilisában a franciák lehetőséget kaptak a F-15 kipróbálására, ennek alkalmából szintén ezt a példányt festették át. A tesztorozat mindössze négy napig tartott. Az *Armée de l'Air* a 1970-es évek közepén a Mirage-2000 és az F-15 beszerzése között vacilált, mivel csapásmérő feladatkört – nukleáris fegyverekkel is – szántak a gépnek, ezért az F-15B érdekelte őket. (Később az F-15E is szóba jöhetett volna). Végül a Dassault lobbizása miatt a hazai gép mellett maradtak, bár lehet, hogy amúgy sem választottak volna amerikai típust politikai és gazdasági megfontolások miatt.



A 72-0291 gyártási számú gép átfestve a tesztelés ideje alatt az Edwards támaszponton.



F-15E demonstrátor alaposan megpakolva. A csapásmérő fegyverzet hordozására is alkalmas illeszkedő tartályokkal repül a gép.

A kétüléses Sas karrierje azonban még tartogatott különlegességeket, ezt a gépet építették át az F-15E koncepciójának teszteléséhez, ekkor az „F-15E demonstrator” nevet kapta meg ez a példány. Az átépítés után 1980. július 8-án szállt fel először a módosított vadmadár. A tesztgép festése eltért a később a Strike Eagle változatokon használt mintától, az akkoriban egyes A-10 gépeken használthoz hasonlót kapott.³⁰¹ Az átépített gépen „csak” a koncepció egyes elemeinek tesztelésére nyílt lehetőség, az F-15E sárkányszerkezetét jelentősen áttervezték és emiatt nem azonos a B/D változatokéval minden külső hasonlóság ellenére. A gép még a '90-es évek elején is repült, de a függőleges vezérsíkok felső része még ekkor is az exportváltozatokra jellemző két kisebb frekvencia-elhangoló elemmel rendelkezett, a baloldali soha nem kapta meg a ALQ-128 rendszerrel jövő nagyobb gondolat, tehát magát a rendszert sem. Amennyire lehet tudni, a gép végül földi oktató eszközként fejezte be pályafutását, a sérülések javítását gyakorolhatták rajta a karbantartók(2005-ös információ).³⁰²

³⁰¹ <http://www.ousairpower.net/HISTORICAL/A-10A-Warhog-Yokota-AFB-CKopp-1984-2S.jpg>
<http://www.jpsmodell.de/dc/schemes/europ1.htm>

³⁰² Nem túl dicsőséges vég egy ilyen színes pályafutást maga mögött tudó gépnek, véleményem szerint megérdemelte volna, hogy múzeumban állítsák ki.



F-15E demonstrator az Europe I típusú álcamintás festéssel.



A szárnyaszegett izraeli F-15D, még a levegőben.

Az „unalmas hétköznapoknál említettem, hogy a drámai balesetek és egyéb ritka események egyre ritkábbá váltak. Még a '80-as évek legelején történt a repüléstörténet egyik legkülönlegesebb esete. Nem túlságosan részletezem a Top Gun és Aranyas magazinban, számtalan más offline és online forrásban megtalálható az esetről beszámoló, kép vagy videó anyag.³⁰³ Manőverező légi harc gyakorlása közben az IAF egy F-15D vadászgépe összeütközött egy A-4 Skyhawk géppel. Az utóbbinak esélye sem volt, a balesetben megsemmisült, a pilóta katapultált és túlélte az esetet. A személyzet az F-15D-ben nem tudta pontosan felmérni a gépet ért károsodás valódi súlyát a kiömlő tüzelőanyag felhője miatt. Mivel a Sas vezethetőnek bizonyult 500 km/h sebesség felett, ezért nem katapultáltak és sikeres kényszerleszállást hajtottak végre, messze túl a normális

leszállósebesség felett. Csak miután megálltak a súlyosan sérült géppel, akkor hátranézve vették észre, hogy a helyzet lényegesen komolyabb volt, mint gondolták, a gép jobb szárnya gyakorlatilag teljesen hiányzott. Ez igen személetes példa arra, hogy a gép törzse jelentős mértékű felhajtóerőt termel, annak ellenére, hogy sokan – már elnézést a kifejezésért – de lefikázzák az Sas aerodinamikai kialakítását, mondván, hogy a Szu-27 / MiG-29 aerodinamikája mennyivel „felsőbbrendű” a F-15-éhez képest. A baleset nem csak az aerodinamikai koncepció minőségét, de a gép sérülésállóságát is igen szemléletes módon alátámasztotta. A Szu-27 egyik prototípusa ennél sokkal kevésbé súlyos sérülés következtében veszett oda. (Az összehasonlítás nem egészen fair, de azért említésre érdemes.)

Majdnem katasztrófa történt a videón látható esetben is.³⁰⁴ A filmanyagban szereplő adatok nem egészen igazak, azonban egy kommentelő (aardy76) pontosította a történetet, és egy másik esetet is megemlít.

„Akkoriban a 33TFW alakulatban szolgáltam az Eglin támaszponton Floridában. Ez eset az egyik új F-15C gépünkkel történt meg, alig 150 órát töltött addig a levegőben. A gyorsulásmérő 12,6 G értéket mutatott, a túlterhelésmérő és figyelmeztető rendszer a sárkányszerkezet különböző részein a 15G körüli terheléseket

³⁰³ <http://www.youtube.com/watch?v=M359poNjvVA&feature=related>
<http://jets.hu/news?id=227>

³⁰⁴ <http://www.youtube.com/watch?v=-adcRA3u8Q>

regisztrált. Egy másik esetén még az 1st TFW-nél történt '77 vagy '78-ban, egy F-15A sárkányt 16G-ig rántottak meg. A szárnyak elcsavarodása szabad szemmel nem volt érzékelhető, de a maradó deformáció műszerekkel mérhető volt. A gép szárnyát az eset után lecserélték.”

A fentiekben láthattuk, hogy a különlegesnek mondható Sas milyen, a szokványostól eltérő „kosztümoket” kapott eseménydús pályafutása során, ezért érdemes összefoglalni, hogy a harcászati századoknál szolgálatot teljesítő gépek milyen festésekkel rendelkeztek és milyen más, különleges álcamintákat próbáltak ki rajtuk. Sajnos itt is van némi ellentmondás a források között. Első körben egy összefoglaló link.³⁰⁵ A különleges gépek és agresszor századok festéseit leszámítva alapvetően négy festést használtak említésre méltó ideig a vadászváltozatokon, az F-15E gépek végül eltérő festést kaptak a vadászokhoz képest, ez mai napig is így van.

- A prototípus egyszínű világoskék festést kapott, ahogy az első, tesztelésre gyártott gépek is. Annyi eltérés volt azokhoz képest, hogy a szárnyak, a függőleges vezérsík végeit és a szívócsatorna oldalának elülső részét fényvisszaverő narancssárga színűre festették a jobb láthatóság érdekében. (Day-Glo Orange)
- A '70-es évek közepén szintén kékszínűek voltak, de már két, kismértékben eltérő kék árnyalattal vonták be a gépeket. Ez volt az „Air Superiority Blue” minta.
- A '70-es évek végétől kezdve a kék színű festés helyett kétszínű, rendkívül halványzürke – erős megvilágítás mellett szinte már fehérnek látszó – festésmintát kaptak a Sasok. Ez volt a „Compass Ghost” minta.
- A '80-as évektől kétszínű, szürkeárnyalatú festést kaptak. A mintázat nagyon hasonló az előzőhöz, azonban a szürke színek sötétebb árnyalat felé tolódtak el. Ez volt a „Mod Eagle” mintázat. Mai napig ez van használatban.

A mellékletek között két forrásból származó rajzokon – 'A' és 'B' könyvtárakban – látható a fent említett festések. A két forrás az első festési minta terén mond ellent egymásnak. Mindkét esetben egyszínű a halványkék gép „álcafestése”, azonban nem azonos színkódot (Federal Standard) rendel hozzá a két forrás. A rajzokon található színábrázolás az egymáshoz képesti összehasonlításra alkalmas, a valóságban azonban közel sem ennyire erőteljesek a színek. Szintén a mellékletek között minden egyes festésmintára referencia képeket töltöttem fel, ahol különböző irányból és fényviszonyok mellett összehasonlíthatóvá teszi ezeket. Ettől függetlenül a fotó készítésének körülményei és módja – pl. záridő, a festés kora, gép igénybevétele – a képeken két azonos festés is igen eltérőnek látszódhat. A szabványfestésű gépek mellett néhány különleges változatról is tettem be képeket a gyűjteménybe, NASA kísérleti- és agresszor századok gépeiről készült fotókat. Ez utóbbiaknál a festés részben „hajaz” az orosz gépeken alkalmazott álcamintákra. A 2011-ben megjelent „Splinter” mintás agresszor gépről majdnem azonos szögből, eltérő fényviszonyok mellett készült képeken, jól látható, hogy mennyire befolyásolja a megvilágítás a színek erősségét abszolút értelemben és egymáshoz képest is.

1977-ben Keith Ferris által kifejlesztett különleges festési mintázatokat próbáltak ki négy gépen. Egyes repülési helyzetekben előnyösebbnek bizonyultak – különösen földhátterben – azonban soha nem alkalmazták az általa kifejlesztett álcamintákat. (Állítólag szerzői jogi problémák is álltak a háttérben.) A mellékletben megtalálható kétfajta minta, a többi rövid leírása és az, hogy melyik gyári számú gépekre festették fel azokat.

³⁰⁵ http://www.jpsmodell.de/dc/luft_flug.htm#f15



6. Különleges változatok

6.1. Streak Eagle



F-15 Streak Eagle, a repülési csúcok felállításához használt, átalakított gép.

Ahogy a berepülési program haladt előre, az új vadászgép sorra teljesítette a vele szemben támasztott elvárásokat, nevezetesen az elődöt – F-4 Phantom II – messze meghaladó repülési teljesítményt. A fejlesztési program jól haladt, komolyabb zökkenő alig fordult elő. A tesztekhez az előzetesen becsültnél több gépet gyártottak le, ugyanis gépvesztés nem történt a tesztek alatt. (Erre eddig nem volt példa). A kiemelkedő repülésbiztonsági mutató és a rendelkezésre álló erőforrások lehetővé tették, hogy a Sas a kiemelkedően jó teljesítmény-paramétereivel, a hidegháborús légkör teljesítmény-kényszerének megfelelően demonstrálja képességeit, nevezetesen emelkedési világcúcok felállításával.

A rekordrepülések során a kitűzött cél az abszolút kategória emelkedési rekordjainak megdöntése volt, de ez egyben más kategóriákban való szereplést is magában foglalta.³⁰⁶ A repülések során a 3, 6, 9, 12, 15, 20, 25 és 30 ezer méter elérése volt a cél, a lehető legrövidebb idő alatt. Az akkor fennálló csúcokat az F-4 Phantom II és a MiG-25 átalakított változatai tartották, 15 km-es magasságig az F-4 Phantom II, 15 km felett a MiG-25 volt a csúcstartó.

A rekordrepülésre a tizenkilencedikként legyártott, az F17 jelű (72-0119)³⁰⁷ gépet szemelték ki. A gépet erőteljes fogyókúrára fogták, minden felesleges és néhány tartalék rendszert is eltávolítottak a gépből. A radart, a gépágyút, fékezőhorgot, az egyik generátort kiszerezték, a gép orrán és függőleges vezérsíkján levő díszfestést leszámítva festéssel sem rendelkezett a gép a rekordrepülések alatt. A módosítások után a gép üres tömege 2'800 fonttal (~1'300 kg) lett kisebb. A gép minden alkalommal egy fékező szerkezethez volt csatlakoztatva, a szerkezettől való eloldásig a pilóta felpörgethette a hajtóművet a megfelelő fordulatszámra. Amikor a rekordrepüléshez előre kalkulált üzemanyag-mennyiséget elérte a gép, a szerkezet akkor engedte útjára a vasmadarat. A gépek csak a visszatéréshez szükséges minimális üzemanyag-mennyiséggel rendelkeztek, ezért minden alkalommal különlegesen képzett pilóták repülték a szuperkönnyű Sast.

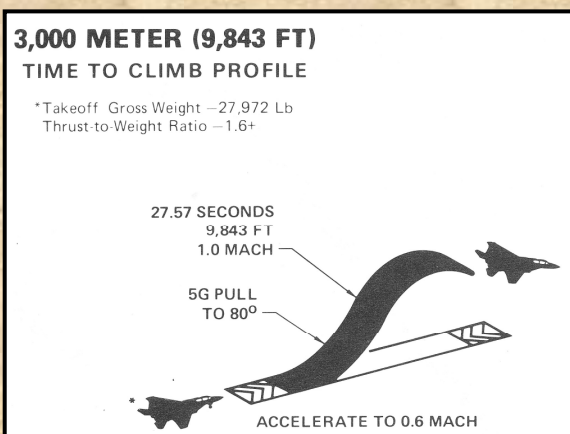
³⁰⁶ Azóta egyes kategóriák már megszűntek a FAI besorolásában.

³⁰⁷ McDonnell Douglas jelzése és a gép lajstromszáma/gyári sorozatszám.

A rekordrepülések 1975. január 16. és február 1. között történtek,³⁰⁸ a Légierő három, a McDonnell Douglas (McDD) egy tesztpilótával vett részt a repülésekben. A Légierőtől W.R. Macfarlane, Dave Peterson és Roger Smith őrnagyokat delegálták, a McDD részéről Pete Garrison berepülő/tesztpilóta csatlakozott a csapathoz. Pete Garrison egyetlen magassági csúcspont kísérletben sem vett részt, azonban ő segített a rekordkísérletekhez szükséges optimális emelkedési profil meghatározásában. A rekordrepülések időpontjainak kiválasztásában komoly szerepet játszott az időjárás, különösen a nagymagasságú rekordok megdöntésekor. A légkör hőmérsékletcsökkenésének mértéke, ahogy maga a téli hideg időjárás is befolyásolta a hajtómű-teljesítményt és a légellenállást is. Nem mindig jártak sikerrel az első próbálkozás során a nagyobb magasságok esetében. Egyetlen napon – január 16-án – öt új világsúcsot állítottak fel, a 3,6,9,12 és 15 ezer méteres magasságok fennálló rekordjait búcsúztatták aznap.



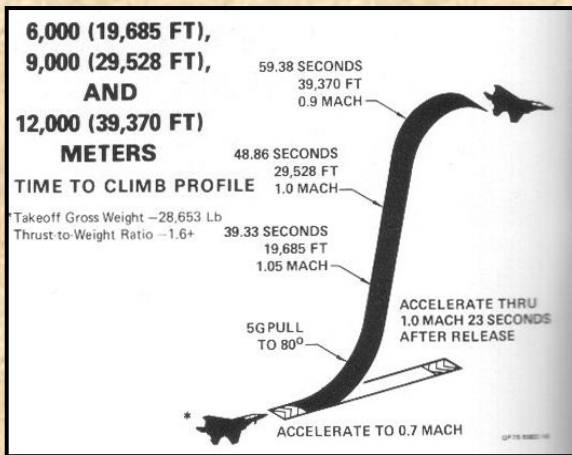
Streak Eagle a földön. A fotó a 15 km, vagy a feletti rekorddöntési kísérlet után készült. A pilóta nem a szokványos öltözékben, hanem a nagy magasságú repüléshez biztonsági okokból használt túlnyomásos szkafanderben foglalt helyet a gép pilótafülkéjében.



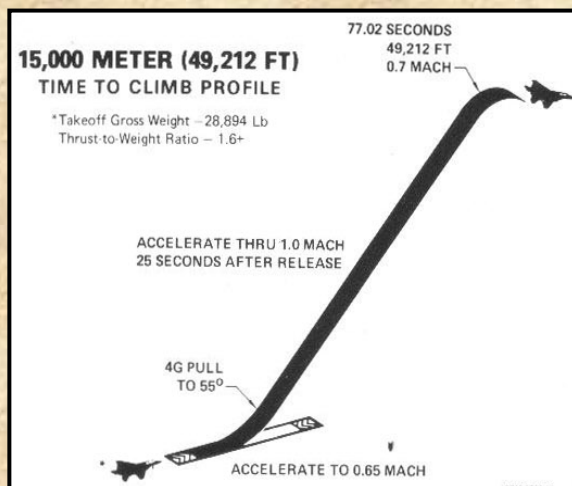
A Streak Eagle gyorsulása a kisebb magasságú repüléseknél a kis felszálló tömeg miatt – 12'660 kg – elképesztően nagy volt. A legalacsonyabb rekordrepülésnél alig 400 lábnyi (122 méter) gyorsulás után – ez a gép hosszának mindössze hétszerese – elrugaskodott a gép a betonról. A maximál utánégető fokozatot nem lehetett használni, mert az F-15 nem tudta volna időben behúzni a futóműveket, túllépték volna a nyitott futóval engedélyezett maximális sebességet. A pilóta M0,6 sebesség elérésekor egy 5 G túlterhelésű manőverrel 80 fokos emelkedésbe vitte a Sast. 3000 méter elérésekor a gép átlépte a hangsebességet, a kitűzött magasságot 27,57 másodperc alatt érték el, az F-4 Phantom II rekordját 20%-kal múlta felül. (Lásd az eredményeket a repülések utáni összefoglaló táblázatban.)

³⁰⁸ A rekordokról készült felvételek.

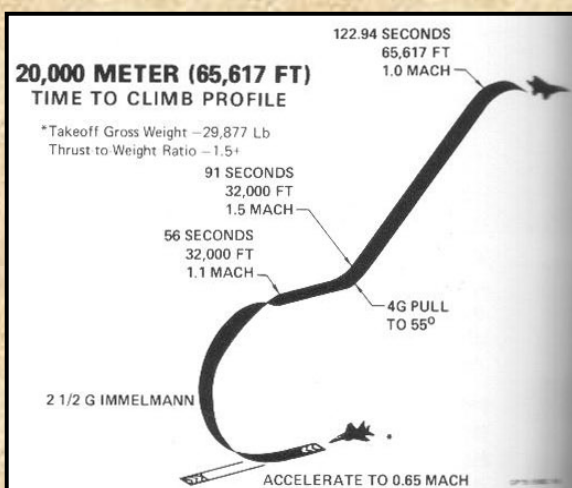
<http://www.youtube.com/watch?v=HLka4GoUbLo><http://www.youtube.com/watch?v=S7YAN9--3MA>



túltankolva is lenyomta az elődöt, az alacsonyabb magasságok eléréséhez a visszatéréshez szükséges üzemanyag mennyiség kevesebb lett volna. A felszálló tömeg (*takeoff gross weight*) 12'995 kg volt.



15 ezer méteres magasságot, 77,02 másodperc alatt. Ezzel az F-4 Phantom II teljesítményét 33%-kal szárnyalta túl az új vadászgép. A sebességmérő a 15 ezer méter elérésekor M0,7-t mutatott. A felszálló tömeg 13'105 kg volt.



A 6, 9 és 12 ezer csúcsdöntésnél a profil szinte azonos volt, csak az emelkedést kicsivel később M0,7 sebességnél kezdte meg a pilóta. A hangsebességet a fékező kampó oldása utáni 23. másodpercben elérte a csúcra törő, ekkor már javában emelkedő vasmadár. A 6, 9 és 12 ezer métert 39,33, 48,86 és 59,38 másodperc alatt érte el Macfarlane őrnagy. Az F-4 Phantom II időeredményeit 19, 21 illetve 23%-kal múlta felül a Streak Eagle. A 12 km-es magasság elérésekor a gép sebessége még mindig M0,9 volt. Ami még elképesztőbb, hogy egyetlen repülés során döntötték meg a fent említett három korábban fennálló világrekordot. Tehát kicsit még

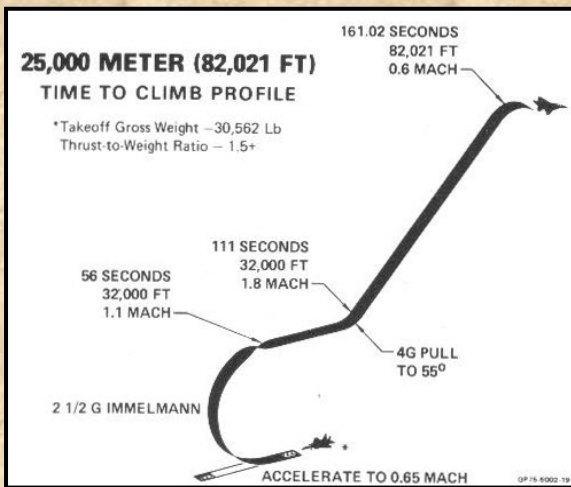
Az 15 ezer méter és azt meghaladó csúcsmagasságú rekordkísérleteknél a pilóta már túlnyomósan öltözetet viselt, hogy egy esetleges vészhelyzetet követő nagy magasságban történő gépelhagyást túlélhessen.³⁰⁹ A 15 ezer méteres magassági csúcst is még „erőből” érte el a gép, felszállás utáni 0,85 Mach sebességig történő gyorsítás követően azonban már csak 55 fokos szögben emelkedett az pilóta a géppel. A hangsebességet a fékező szerkezetről való leválás utáni 25. másodpercben lépte át a rekordkísérlet során a Streak Eagle. A gép gyorsulását jól szemlélteti, hogy az Apollo Program során használt Saturn V rakétánál 10 másodperccel hamarabb érte el a

A 15 ezer métert meghaladó próbálkozások során az erőből történő emelkedés már kevés volt az üdvösséghez. A felszállás után a szokásos gyorsítást követően a pilóta minden esetben egy nagyon elnyújtott nagysebességű Immelman³¹⁰ manőverrel emelkedett, a magassággyűjtést 0,65 Mach sebességnél kezdték meg. A túlterhelés a lassú bukás ideje alatt körülbelül 2,5G volt. A sebesség 32 ezer láb magasságban (~9'700 méter) a vízszintes helyzet elérésekor a sebessége meghaladta az M1,1-et, ezt fékoldás utáni 56. másodpercben érte el Eagle. Ezt követően a pilóta a hangsebesség másfélszeresére gyorsított, majd a 91. másodpercben egy

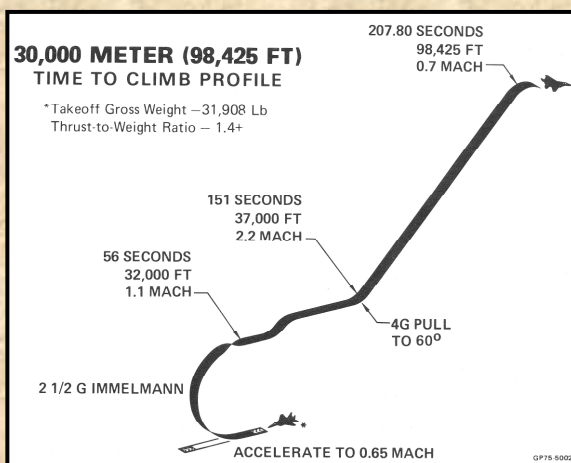
³⁰⁹ 17-18 ezer méter felett az időjárástól függően annyira alacsony a nyomás, hogy a víz 37 fokon már felforr. Tehát, ha a pilóta nem hermetizált öltözetben tartózkodna a gépen kívül, akkor a test nedvességtartalma felforrna és elpárologna. Igen fájdalmas halálmeg lehet.

³¹⁰ Egy fél bukás után vízszintes repülési helyzetet elérve a gép egy fél orsót követően kerül újra normál repülési helyzetbe.

4G-s túlterhelésű manőver után 55 fokos emelkedésben tartotta a gépet. A 20 ezer métert 122,94 másodperc alatt érte el, ezzel átadva a múltnak a MiG-25 régi rekordját, amit 28%-kal múltak felül. 20 ezer méteres magasságban a Sas még hangsebességgel repült. A felszálló tömeg 13'550 kg volt.



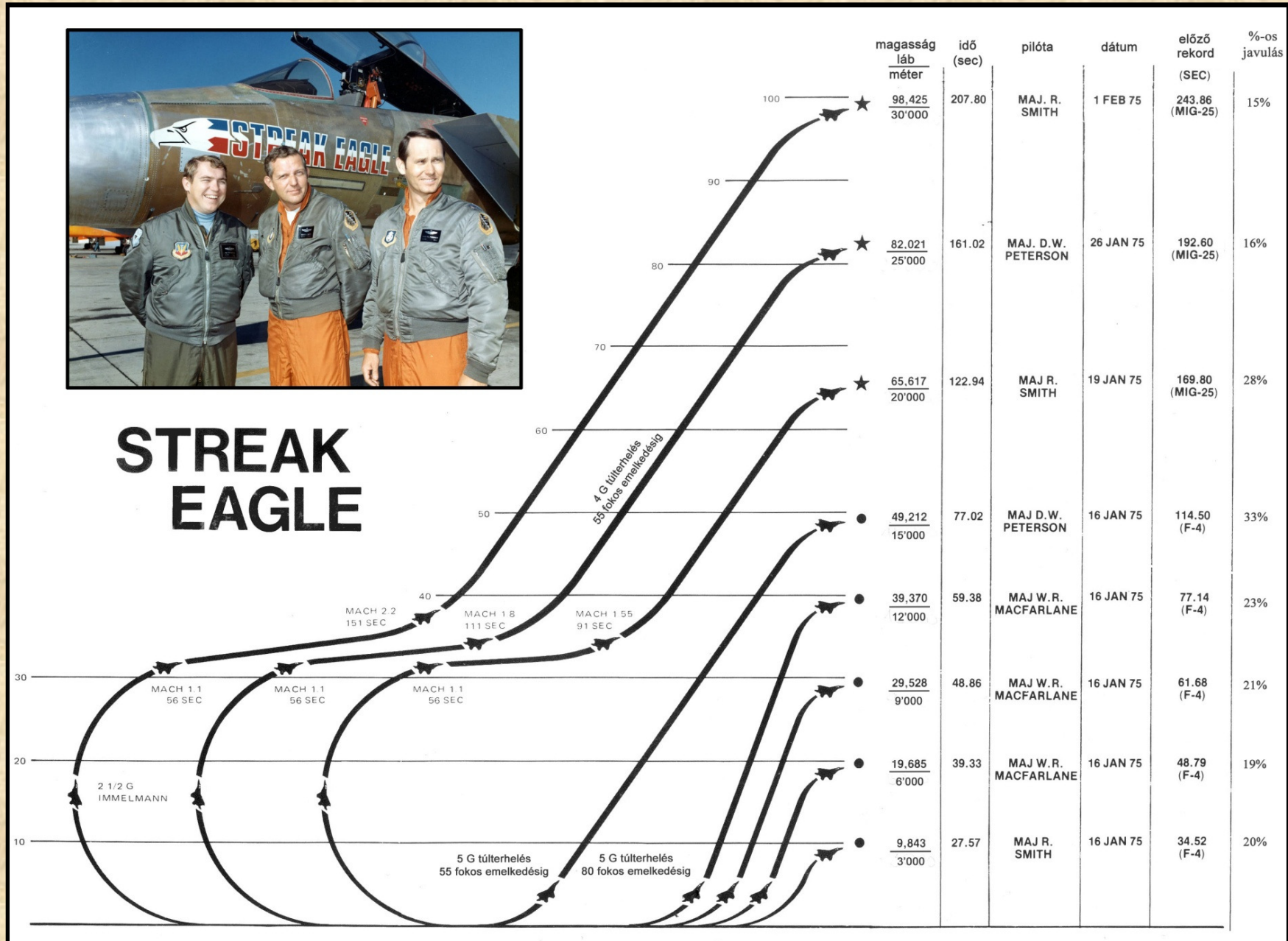
A 25 ezer méteres cél estén a 32 ezer láb (9,7 km) történő emelkedés az előzővel kísérlettel teljesen azonos volt, az azt követő gyorsítási szakasz természetesen hosszabb volt. Peterson őrnagy M1,8 sebességig gyorsult, majd következett a lendületből emelkedés 55 fokos szögben a startot követő 111. másodpercben. A 25 ezer méteres magasságot 161,02 másodpercben lépte át a Sas. A MiG-25-nél 16 százalékkal rövidebb idő alatt érte el a kitűzött magasságot, azonban a lendületét jelentősen elvesztve a sebesség a kitűzött magasság elérésekor már csak M0,6 volt. A felszálló tömeg 13'860 kg volt.



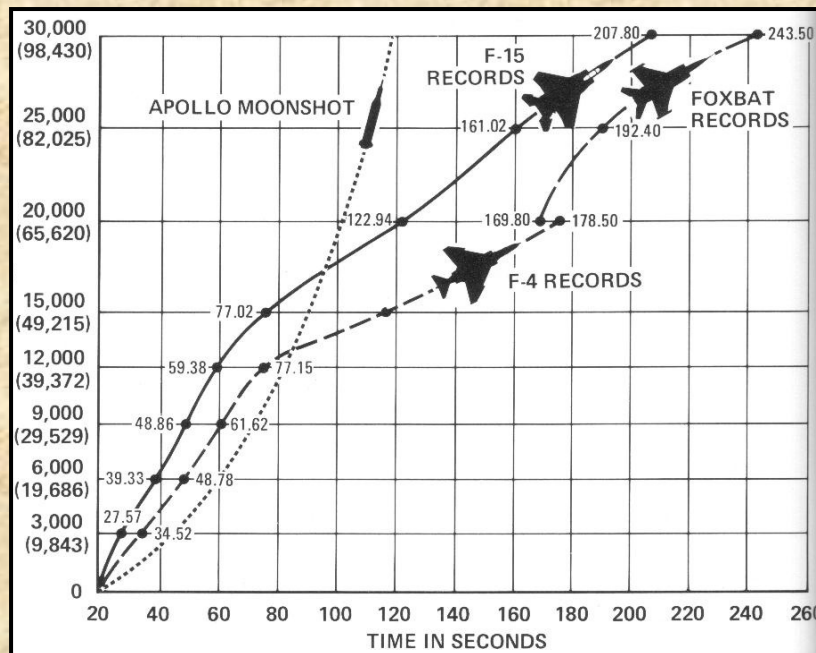
A legutolsó sikeres rekordkísérletre 1975. február elsején került sor. A felszállási úthossz a nagyobb üzemanyag mennyiség miatt (7'000 font) már elérte a „félelmetesen hosszú” 500 lábat (152 méter), a gép felszálló tömege 14'775 kg volt. Az emelkedés első fázisa megegyezett a 20 és 25 ezer méteres repülések során végrehajtottal, csak a gyorsítási szakasz tért el kismértékben. 32 ezer láb (9,7 km) történő gyorsulás során egy kis lépcsőt iktattak be, ezúttal már a kétszeres hangsebességet is átlépték, elérve az M2,25-t is. Az M2,0-t 21 tengeri mérföldnyi gyorsítás követően érte el a Streak Eagle, a felszállást követő második percben tíz

kilométernyi emelkedés után. M1,8-ról kétszeres hangsebességre 16 másodperc alatt gyorsult fel a gép. A végső rohamot a 30 ezer méteres magasság ellen körülbelül 11 km magasan kezdte meg Smith őrnagy.

Ekkor már csak 2'400 font (1'100 kg) üzemanyag volt a gép tartályaiban. 4G-s túlterhelésű manővert követően 55 fokos emelkedéssel a 30 ezer métert 207,08 másodperc alatt érte el Roger Smith őrnagy, 36 másodperccel hamarabb, mint a MiG-25. Ez 15 százalékkal jobb eredmény volt. A lendülete egészen 103 ezer láb (~31,4 km) magasságig repítette a Sast. A hajtóművek ekkor a ritka levegő miatt már nem működtek, újraindításuk csak ereszkedés után volt lehetséges. A repülőtértől mindössze 45 mérföld távolságra távolodott el a Sas. Eredetileg 55 mérföld körülire várták ezt, azonban a gép gyorsulása minden várakozást felülmúlt. A visszaútra maradt 1'600 font (~720 kg) üzemanyag bőven elég volt, kicsit felül is becsülték a szükséges mennyiséget. A csúcspdöntési sorozat teljes sikerrel zárult, az F-15 csillaga fényesen ragyogott.



Összefoglaló ábra az Sas által felállított új magassági rekordokról, a repülési profilokkal illusztrálva. A kis képen balról a pilóták, McFarlane, Smith és Peterson.



A Streak Eagle, F-4 Phantom II, MiG-25 rekordrepüléseinek összehasonlítása a Saturn V rakéta emelkedőképességével.

Érdeemes a rekordok utóéletének is némi időt szentelni, főleg hogy a Sas orosz ellenpárja, a Szu-27 speciálisan átalakított változata kerül így a képbe, a P-42. Ez az átalakított változat 1986 és 1988 között a „szupersas” által felállított eredményeket is felülmúlta 15 ezer méteres magasságig bezárólag. Azonban a P-42 esetében jóval komolyabb erőfeszítéseket tettek a teljesítmény javításának érdekében. Az F-15-höz hasonlóan itt is meglépték a fegyverzet és az ahhoz kapcsolódó rendszerek leépítését, valamint a festés eltávolítását, azonban a sárkányon jóval keményebb változtatásokat hajtottak végre, a főbb változtatások a következők voltak:

- A műanyag orrkúpot lecserélték fémre, hiszen nem volt szükség arra, hogy a radarhullámok számára átlátszó legyen, ezzel a megoldással viszont kicsivel könnyebb lett.
- A mozgatható belépőleket és a flaperonokat fix darabokkal helyettesítették, a hozzájuk tartozó működtető rendszereket is kiszerezték.
- A hosszú farokkúpot és a pótvezérsíkokat eltávolították, a törzsféklapot és hidraulikus rendszerét leszerelték, a törzsféklap helyére fix burkolat került.
- Az avionikai és kommunikációs rendszerek nagy részét kiépítették, csupán a legszükségesebbeket hagyták meg, ezért csak igen tapasztalt tesztpilóták voltak képesek biztonságosan repülni a géppel.
- A szívócsatorna-vezérlést is kiiktatták, végezetül a hajtómű teljesítményét a gázhőmérséklet emelésével, 1 tonnával az eredeti fékpadi érték fölé növelték 13'600 kp-ra (~13,4 tonna). A módosítások után a gép felszálló tömege a rekordrepülések során kisebb volt, mint a szériagépek üres tömege. A fékpadi értékkel számolt tolóerő/tömeg-arány egyes repülések során meghaladta az 1,9:1-et.

A legfurcsább változtatásnak talán a szívócsatorna-vezérlés kiiktatása tűnhet első látásra, de érthető, amint a P-42 rekordjait megnézi az ember. Az F-15 repülése során látható volt, hogy a gép kétszeres hangsebességet is elért a lendületből történő emelkedések során. A P-42 azonban csak a 15 ezer méteres magasságig tört, tehát végig „erőből” emelkedett. Ezzel elkerülhető volt a széles sebességtartományra történő szívócsatorna optimalizálás, mert a 20-30 km-es magassági csúcsdöntéshez szükséges sebességről és lendületgyűjtésről ~10 km magasságban szó sem volt. Ez annak fényében különösen érdekes, hogy az

AL-31 tolóerő karakterisztikája növekvő sebesség mellett folyamatosan növekszik, amíg az F100-nál nem. Lásd az 4.2.1 fejezetet.

Description	Date	Pilot	Value
Class C-1, Group 3 (jet aircraft, take-off weight unlimited)			
Climb time to 3,000 m (9,840 ft)	27-10-1986	V. G. Pugachov	25.4 sec
Climb time to 6,000 m (19,685 ft)	15-11-1986	V. G. Pugachov	37.1 sec
Climb time to 9,000 m (29,530 ft)	10-3-1987	N. F. Sadovnikov	44.2 sec
Climb time to 12,000 m (39,370 ft)	10-3-1987	N. F. Sadovnikov	55.5 sec
Class C-1-h, Group 3 (jet aircraft, take-off weight 12,000-16,000 kg/26,455-35,270 lb)			
Climb time to 3,000 m	27-10-1986	V. G. Pugachov	25.4 sec
Climb time to 6,000 m	15-11-1986	V. G. Pugachov	37.1 sec
Climb time to 9,000 m	10-3-1987	N. F. Sadovnikov	44.2 sec
Climb time to 12,000 m	10-3-1987	N. F. Sadovnikov	55.5 sec
Climb time to 3,000 m with a 1,000-kg payload	17-5-1988	O. G. Tsoi	28 sec
Climb time to 6,000 m with a 1,000-kg payload	19-4-1988	O. G. Tsoi	38 sec
Climb time to 9,000 m with a 1,000-kg payload	17-5-1988	O. G. Tsoi	48 sec
Climb time to 12,000 m with a 1,000-kg payload	17-5-1988	O. G. Tsoi	59 sec
Class C-1-i, Group 3 (jet aircraft, take-off weight 16,000-20,000 kg/35,270-44,090 lb)			
Altitude with a 1,000-kg payload	20-5-1993	V. G. Pugachov	22,250 m (73,000 ft)
Maximum payload taken to 15,000 m (49,210 ft)	20-5-1993	V. G. Pugachov	1,015 kg (2,237 lb)
Climb time to 15,000 m	20-5-1993	V. G. Pugachov	2 min 06 sec
Climb time to 15,000 m with a 1,000-kg payload	20-5-1993	V. G. Pugachov	2 min 06 sec
Class N, Group 3 (short take-off and landing jet aircraft)			
Sustained flight altitude, no load	10-6-1987	N. F. Sadovnikov	19,335 m (63,435 ft)
Climb time to 3,000 m	11-3-1987	N. F. Sadovnikov	26 sec
Climb time to 6,000 m	31-3-1987	Ye. I. Frolov	37 sec
Climb time to 9,000 m	31-3-1987	Ye. I. Frolov	47 sec
Climb time to 12,000 m	11-3-1987	N. F. Sadovnikov	58 sec
Climb time to 15,000 m	11-3-1987	N. F. Sadovnikov	1 min 16 sec
Climb time to 3,000 m with a 1,000-kg payload	17-5-1988	O. G. Tsoi	28 sec
Climb time to 6,000 m with a 1,000-kg payload	19-4-1988	O. G. Tsoi	38 sec
Climb time to 9,000 m with a 1,000-kg payload	17-5-1988	O. G. Tsoi	48 sec
Climb time to 12,000 m with a 1,000-kg payload	17-5-1988	O. G. Tsoi	59 sec

Mi az, ami még az adatokból kitűnik? A Streak Eagle fékpadi tolóerő / tömeg aránya soha nem volt 1,6:1 felett. Ez persze nem jelenti azt, hogy egyik vagy másik gép fényekkel jobb lenne, mint a másik, de alapvetően rámutat arra, hogy miért is volt Boyd nagy újítása a specific excess power. Látható, hogy a laikusok által gyakran használt fajlagos értékek mennyire nem írják le azt, hogy a peremfeltételek változásával a gépek fő paraméterei milyen karakterisztika szerint változnak. Szignifikáns eltérések a fékpadi értékekkel kifejezve nem feltétlen jelentenek nagy eltérést X magasságon és Y sebességen.

A fenti állítás igaz egyébként az olyan statikus értékre is, mint a repülőgépek végsebessége. Azt, hogy a repülőgépek azt milyen karakterisztikával érik el, arról a sebesség számértéke nem árul el semmit. A MiG-25 elérhető maximális sebessége messze meghaladja a Sas csúcsebességét, azonban az Eagle nyers erejével nem tud mit kezdeni. A Sas hajtóműveinek és aerodinamikájának brutális erejét jól mutatja, hogy két más tartományra optimalizált csúcstartó gép teljesítményét is képes volt felülmúlni az F-15. Erős volt, ahol már erőtlén az F-4 Phantom II és még mindig erős volt ott, ahol a MiG-25 még nem.

Alacsonyabb magasságban akkora fölényel bírt a Streak Eagle, hogy a Foxbat csak nagy magasságban érvényesülő és lehetséges, hogy kisebb gyorsulással elérhető maximális sebessége nem számított. A lendületgyűjtési magasságot hamarabb éri el és valószínűleg a gyorsulása is felülmúlta a MiG-25-ét. Mire a MiG-25 nagyobb maximális sebessége érvényesülhetne, addigra már emelkedésbe lehetett vinni a Streak Eagle-t nagyobb sebességgel. Azonban ez nem jelenti azt, hogy az F-15 pl. szuperszonikus hatótávolságban felülmúlná a MiG-25-öt vagy bármely más elfogóvadászt. Valójában pont ennek ellenkezője igaz. A teljesítménynek ára is van, mégpedig nagy. Az F-15 hajtóművét nem szuperszonikus száguldásra lőtték be, emiatt a hatósugara maximál utánégető használata esetén ~150-160 km úgy, hogy ezután már a leggazdaságosabb teljesítménnyel, hangsebességnél lassabban repül a Sas, miután elvesztette lendületét.



A másik érdekesség, hogy az F-15C elméletileg képes lenne repülni a F100-PW-229 vagy akár más GE hajtóművel, a szívócsatorna vezérlése és kialakítása nem jelentene akadályt.³¹¹ Ennek ellenére a Légierő nem próbálta visszahódítani a P-42 által birtokolt rekordokat, pedig valószínűleg egy Streak Eagle szintjén karcsúsított F-15C-vel képesek lettek volna – főleg „felpiszkált” hajtóművel – vagy akár az F-22 Raptorral. *(Nem hivatalosan a GE hajtóműves gépekkel megdöntötték a SE egyes rekordjait, lásd 69. oldalon.)*

Ennek több oka is lehetett. Ekkor már nem csináltak presztízskérdést a rekordok felállításából, másfelől a Raptor esetében a FAI által megkövetelt ellenőrző műszerezés beépítése valószínűleg irgalmatlanul drága lenne, és titokvédelmi szempontok is keresztbe tesznek az efféle próbálkozásnak. Harmadrészt a FAI³¹² függetlensége és hitelessége finoman szólva már nem állt meg egy idő után, legalábbis az amerikaiak szemében biztosan nem. A FAI ugyanis nem tartotta magát a szervezet által meghatározott szigorú elvekhez néhány szovjet rekordrepülés ellenőrzése során. Egyes esetekben az adott kategóriában felállított új rekord során szemet hunytak afelett, hogy az adott gép gyorsítórakétát használt, noha az adott kategória meghatározása ezt nem tette volna lehetővé.

³¹¹ Az F100-PW -229 jelű hajtómű kétáramúsági foka kisebb, mint a F100-PW-100 és -220 hajtóműveknek. A tolóerő karakterisztika lehet, hogy keresztbe tenne egy ilyen csúcsrepülésnek, annak ellenére, hogy a fékpadi tolóereje maximál utánégető fokozaton nagyjából két tonnával magasabb

³¹² <http://www.fai.org/>

6.2. F-15 ASAT

A különféle radar- és optikai felderítő és elektronikus hadviselésre alkalmas műholdak elterjedése magával hozta azt a kérdést, hogy ellenünk mit lehetne tenni. Kezdetben termonukleáris robbanófejjel ellátott interkontinentális ballisztikus rakétákat szántak erre a célra. A Légierő 1975-ig erre a célra a PGM-17 Thor ballisztikus rakétát használta volna élesben. Nem volt túl kifinomult megoldás, továbbá az indító fél számára is okozhatott kommunikációs is zavarokat a felső légkör ionszférájának átmeneti, de erőteljes megzavarása a termonukleáris folyamatok elektromágneses mellékhatásai miatt.

A Szovjetunió a '70-es évek elejére kifejlesztett egy nem nukleáris harci résszel pusztító alacsony földköri pályán³¹³ üzemelő műholdak elleni eszközt. Lényegében egy kisméretű műhold volt, ami az indítás után a célobjektumhoz közeli pályára állt, majd a pontosabb pályaadatok meghatározása után manőverező hajtóműveivel megközelítette a célpontként kiszemelt műholdat és végül saját magát felrobbantva repeszfelhőt képezve megsemmisítette azt.³¹⁴ A módszer hátránya a lassúsága volt – bár a '70-es évek elején ez még belefért – és az, hogy nagyon drága, interkontinentális ballisztikus rakétát igényelt ez a módszer is, bár legalább nukleáris robbanófej használata már nem volt szükséges. A célpontként kiszemelt műhold pályájára is voltak bizonyos megszorítások, a rakéta-indítás helye pedig nem volt tetszőleges és gyorsan változtatható.

1976 novemberében a Nemzetbiztonsági Tanács³¹⁵ javaslata szerint az USA védelmi politikájának értelmében szükségesnek látszott alacsony földköri pályán haladó műholdak megsemmisítésére alkalmas, repülőgép által hordozható rakétafegyverzet beszerzése. A kifejlesztendő fegyver elsődleges célpontjai a hordozócsoporthoz és konvojok után kutató RORSAT radar felderítő műholdak, és a P-700 Gránit hajó elleni rakétarendszert kiszolgáló Legenda műholdrendszer elemei lettek volna.³¹⁶

A Légierő Űrvédelmi Parancsnoksága³¹⁷ által megfogalmazott követelmények jóval meghaladták az NSC által elvárt szintet. Az NSC a '80-as évek végére várta volna el a műholdelhárító képesség gyakorlati megvalósítását, kifejezetten az alacsony pályán haladó műholdakra szűkítve a lehetséges célpontokat. A műholdak (célpontok) indításától / kijelölésétől számolva nem várták el a 24 órán belüli célmegsemmisítést és legfeljebb heti 6-10 indítással kalkuláltak. Az AFADC ennél jóval többet várt el. 20 alacsony, 5 közepes- és 15 nagy magasságban³¹⁸ keringő műhold megsemmisítését 24 órán (!) belül. Ez mérhetetlenül drága lett volna. Az AFADC elvárásai mintha arra utalnának – ez csak sejtés, konkrét utalás nincs rá – hogy olyan céllökési képességet vártak volna el, ami a fent említett műhold-vadász műholdak megsemmisítését lehetővé tette volna a felbocsátásuk után néhány keringéssel. Tehát defenzíven is alkalmazható lett volna a fegyver a saját műholdak védelmére.

A fegyver kifejlesztéséről hozott végső döntés éppen két elnöki terminus határára esett. Ford elnök még aláírta az NSC által megfogalmazott memorandumot 1977. január 17-én, azonban a tervezet sorsáról a január 20-án hivatalba lépő Carter elnöknek kellett döntenie. Az elnök úgy döntött, hogy a fegyver fejlesztésének zöld utat ad, azonban párhuzamosan tárgyalásokat kezdenek az szovjetekkel az ilyen

³¹³ LEO – Low Earth Orbit, nagyjából 2'000 km-es maximális pályamagasság

³¹⁴ <http://www.svengrahn.pp.se/histind/ASAT/ASAT.htm>

³¹⁵ National Security Council (NSC)

³¹⁶ Bár a pályázat kiírása idején a rendszer még nem érte el a teljes kiépítettségét.

³¹⁷ Air Force Aerospace Defense Command (AFADC)

³¹⁸ A forrás sajnos nem rendel ehhez magassági értékeket, de a 2000 kilométernél magasabban keringő holdak egy ekkora méretű fegyver számára egyszerűen túl magasak vannak.

kategóriájú fegyverek fejlesztését és szolgálatba állítását tiltó egyezményről.³¹⁹ Érdekes, hogy Carter alaposan megvágta az akkor futó programokat – pl. a B-1 beszerzését is ő állította le – ellenben egy új indítását is engedélyezte, ami mint később kiderült, egyáltalán nem volt olcsó.

A fejlesztésre kiírt tendert a Vought nyerte. A repülési teszteket az F-15-tel 1982 decemberében kezdték meg, amelyek bizonyították, hogy az F-15 a fegyver súlymakkettjével képes az elvárt indítási magasságot és sebességet elérni. Az első kísérleti példány 1983 végére készült el, típusjelzése ASM-135A volt.



Egy ASM-135A ASAT (Anti SATellit) rakéta egy F-15A törzs alatti függesztési pontján.

A „műholdgyilkos” rakéta fejlesztése során úgy próbáltak a költségeken faragni, hogy az új fegyver főbb részegységeit már meglévő és üzembiztosnak bizonyult eszközökből emelték át vagy azok szolgáltak a további fejlesztések alapjául. A rakéta három fokozatból állt. Az első fokozat az AGM-69SRAM rakéta SR75-LP-1 kettős profilozású, szilárd tüzelőanyagú hajtóművet használta. A polibutadién és ammónium perklorát hajtóanyaggal működő hajtómű hossza 2,54 méter, átmérője 0,44 méter volt. A tolóerő az első néhány másodperc során igen nagy volt, az alacsony magasságban indított AGM-69 gyorsítása ezt megkövetelte.³²⁰ A kis magasságban, utazó fázisban, az alacsonyabb tolóerőn üzemelő hajtómű nagy magasságban bőven elegendő tolóerővel bírt ahhoz, hogy tovább gyorsítsa a rakétát. A második fokozat az Altair III rakétához kifejlesztett Thiokol FW-4S,³²¹ szilárd tüzelőanyagú hajtóművet használta. Ennek a fokozatnak az átmérője 0,5 méter, hossza 1,45 méter volt. A hajtóanyag tömege 273 kg volt, ez 27 másodpercig 27,4 kN tolóerőt biztosított a gyorsításhoz, az égésvégi sebesség elérte a 17'700 km/h-t (4,9 km/s). A rakéta teljes tömege 2'600 font (~1'200 kg),³²² hossza 5,4 méter, az első- és második fokozat átmérője kismértékben eltért.³²³

Innentől fogva a leírás komoly pontatlansággal bírhat. Az MHV infravörös célkeresőjének pontos működési elvet egyetlen forrás sem ismereti egyformán, de egyes részek között átfedés van. Az MHV hajtóművéről sem áll rendelkezésre jó minőségű kép vagy rajz, ahogy a működési elv és az elrendezés is eléggé hézagos. A hézagot saját kútfőből, általános vezérlési alapelveket értelmezve és alkalmazva próbáltam kitölteni, viszont ez a téma nagyon kívül esik azon a területen, ahol otthonosan mozgok.

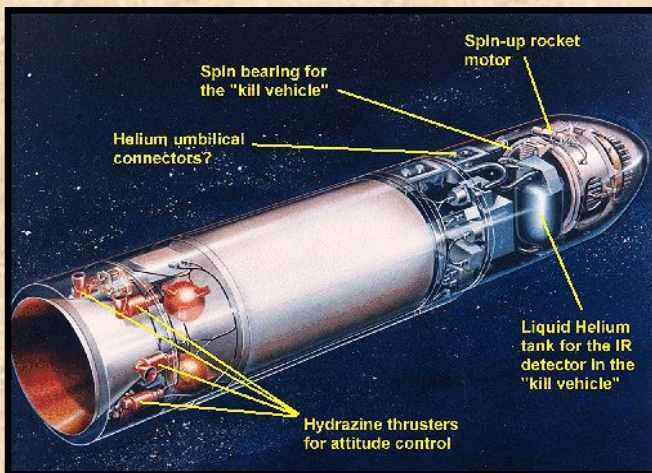
³¹⁹ Az nukleáris fegyverzetkorlátozási egyezmények kidolgozása idején is (SALT szerződések) ezt a stratégiát követték. Az egyezmény hatályba lépése után néhány hónappal az USA leszerelte a dollár-milliárdokba kerülő ballisztikus rakétaelhárító rendszert.

³²⁰ <http://www.youtube.com/watch?v=GZuV5Ah0uMI>

³²¹ <http://www.astronautix.com/engines/fw4em640.htm>

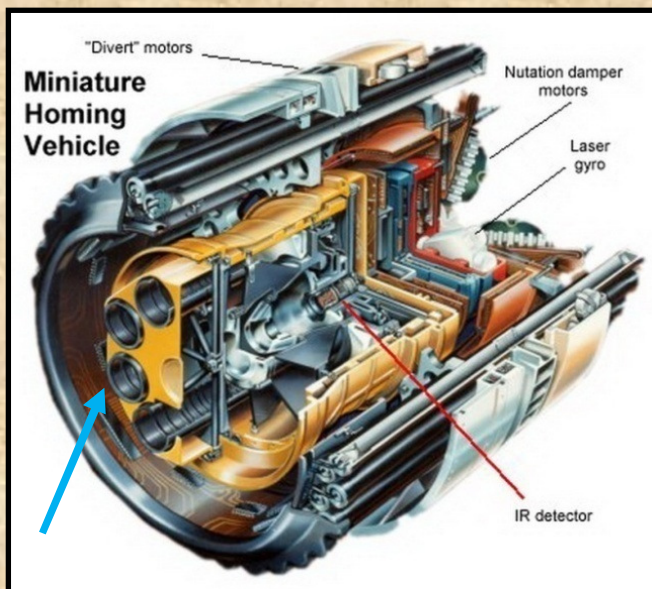
³²² Az induló tömegre több adatot is találtam, ekörül az érték körül szórtak.

³²³ <http://smq.photobucket.com/albums/1003/sonarmanb/Vought%20ASM-135%20ASAT/>



A második fokozat és az MHV (feltételezett) felépítése.

kereső hűtését már a földön megkezdték. Azonban a hordozó gép fedézetére is szükséges volt a folyékony héliumot biztosító rendszer beépítése, a gépágyú löszerdobjának kiépítésével biztosították a szükséges helyet. Végül a rakétában is helyet kapott egy kisméretű tartály, hogy az indítás és célba érkezés közötti időtartam alatt is rendelkezésre álljon a megfelelő mélyhűtés. Az MHV leválasztása előtt a 2. fokozatból kivezetett kriogén hűtőcsöveket visszahúzták a 2. fokozatba.



A második fokozat csúcsán foglalt helyet a harmadik fokozat, a valódi „harci rész”, ami nem tartalmazott semmiféle robbanóanyagot, mindössze 40 cm hosszú volt. A fegyver olyan pontos volt, hogy közvetlen ütközéssel semmisítette meg a célpontot. Az MHV tartalmazta a kriogén hűtésű infravörös célkövető- és vezérlőrendszert, és a végfázisban történő finom manőverezéshez szükséges miniatűr, manőverező „hajtóműveket”.

Az infravörös célkövető rendszer számára szükséges hűtést 4 Kelvin fokos (-269 fok) folyékony héliummal biztosították, az infravörös

Az MHV forgásstabilizált volt, a második fokozatról leválás előtt pörgették fel percenkénti harminc fordulatra az MHV-t. Ez egyben a célkövető rendszer számára is szükséges lépés volt.³²⁴

Az MHV 56+8 darab kis teljesítményű szilárd hajtóanyagú „hajtóművel” bírt. Nyolc darab patron csak fele annyi hajtóanyaggal bírt, mint a többi. 56 db hajtómű sugárirányban biztosította a tolóerőt (divert motors), ezek irányították, lökdösték irányba az MHV-t a végfázisban. A fennmaradó 8 darab hajtómű (nutation damper motors) funkciója nem teljesen világos. Egyaránt kompenzálhatta a forgásból adódó precessziós

jelenségek egy részét, az infravörös célkövető rendszer pontosságán javíthatnak,³²⁵ de elképzelhető, hogy ezeket is használták pályakorrekcióra. A szilárd tüzelőanyagú hajtóműveknél arra is figyelni kellett, hogy az égés a lehető legtökéletesebb legyen és el nem égett szemcsék ne zavarhassák meg az infravörös célkövető rendszert, miközben kiszóródnak az űrbe. A táguló gáz lehet, hogy az infravörös kereső látómezejébe

³²⁴ <http://www.svengrahn.pp.se/histind/ASAT/F15ASAT.html>

³²⁵ <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Praezession.png>

A „nutation damper” hajtóművek üzeme valószínűleg az ábrán látható azonos elnevezésű komponenssel van kapcsolatban, de hogy ennek milyen kihatása van magára a rendszerre, nem kideríthető. A fenti lábjegyzetben található forrás is sejtésekre és személyes tapasztalatra alapoz, konkrét műszaki megoldások valószínűleg okkal nincsenek említve.

juttathatott volna apró szemcséket. Mivel ezek nagyon közel lennének a célhoz képest, ezért infravörös jelük összemérhető lett volna egy kisebb műholdéval is.³²⁶

Nem teljesen világos, hogy nem szabályozható és nem újraindítható szilárd tüzelőanyagú hajtóművekkel hogyan végeztek a végfázisban a finom manőverezést. Az egyetlen épkezláb elképzelés számomra az, hogy a rakéta forgása miatt ezek vezérelt gyújtásával lehetett korrigálni. Tehát mindegyik hajtóművet csak egyszer lehetett „elsütni”, de nem feltétlen volt szükség az összes használatára. Az MHV forgása egyben megoldotta azt a problémát is, hogy egyazon irányba lehetséges volt többször is korrigálni, mert a megfelelő pozícióba foroghatott a még el nem használt miniatűr hajtóművek közül bármelyik. Persze figyelembe véve a közeledés sebességét, ez valószínűleg nem jelentette azt, hogy egy majdnem teljes fordulatot megvárt a rakéta a következő pályakorrekcióig. A korrekció lehetséges mértékéből kiviláglik, hogy az első két fokozat nagyon precíz pályán tolta fel a rakétát a végfázisig. Hogy ezt az elképesztő pontos pályatartást hogyan érték el, az szintén nem egészen tisztázott.

Már a 2. fokozat hajtóművének kiégése előtt olyan pontos sebességvektorral kellett „felruházni” a 2. fokozatot és MHV-t, hogy már csak az MHV minimális korrekciójának elméleti maximumával is eltalálható legyen a cél.

Adatátviteli rendszer alkalmazásáról néhány forrás tesz említést, tehát az 1. és 2. fokozat hasonló módon volt vezérelve, mint az AIM-120 légharc rakéta, MCG jeleket kapott az emelkedés során. Az adatokat egy földön működő radarállomás telemetrián keresztül szolgáltatta. Azt, hogy közvetlenül, vagy az indító gép közbeiktatásával, az nem részletezett.³²⁷ Azonban magát az adatátviteli rendszer használatát sem minden forrás erősíti meg. Tegyük fel, hogy nem volt ilyen vezérlés az 1. és 2. fokozat számára.

Tehát, ha indítás után nem kapott parancsokat és adatokat a rakéta, ment a „saját feje után”,³²⁸ tehetetlenségi navigációs rendszerrel ugyanis nem bírt a rakéta. Ez azt jelenti – legalábbis szerintem – hogy a célműhold infravörös jelét már több száz km távolságból is látta a rakéta, ezt a hideg világűr, mint égháttér tette lehetővé. Azonban a műhold hőmérséklete a háttérhez képest közel sem annyira eltérő, mint mondjuk egy repülőgép hajtóműből kiáramló gáz hőmérséklete és a környező levegő hőmérséklete, bár kétségkívül homogénebb és az eltérő hőmérsékletű rétegek hiánya miatt egyéb kellemetlen optikai jelenségek sem zavarnak be. Nyilvánvalóan nem véletlenül kapott szélsőségesen komoly kriogén hűtést a célkövető rendszer. Mi a gond? A minimális rendelkezésre álló információk szerint az MHV infravörös keresője csak a 2. fokozat kiégése után válik szabaddá, az orrkúpot csak akkor választják le az MHV-ről. Tehát a 2. fokozat gyorsítása alatt az infravörös célkövető rendszer semmiféle információt nem adhat. Hogyan oldották meg akkor az 1. és 2. fázis alatt a vezérlést, ha adatkapcsolat mégsem volt indítás után? Ötleteim vannak, tényeim sajnos nincsenek.

A legvalószínűbb az, hogy az ismert pályájú holdak estében az indítási ablak egy nagyon szűk idő- és hely tartományra korlátozódott. Ekkor egy fixen programozott pálya követése is elégséges a rakéta számára az indítás után, ha ismertnek tételezzük fel a célpont³²⁹ és a hordozó platform helyzetét az indítás pillanatában. Ehhez „csak” annyi a teendő, hogy a pilóta a géppel néhány másodpercnyi pontossággal érjen egy adott pontba, adott sebességgel, adott helyzetben. Csekélység...

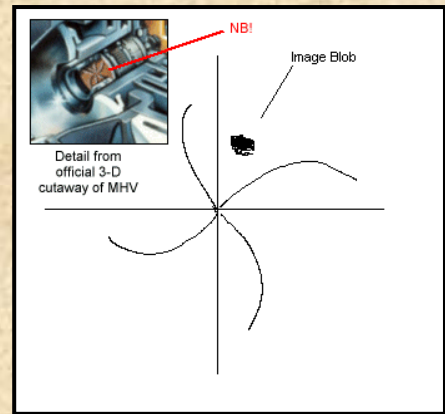
³²⁶ <http://www.youtube.com/watch?v=qjXvVOJBEOk> Láthatóak ilyen szemcsék, bár lehet, hogy csak leváló jégdarabok.

³²⁷ http://www.joebaugher.com/usaf_fighters/f15_16.html, Warbirdtech series, vol. 9

³²⁸ C-sávban működő válaszjeladóval fel volt szerelve a földről történő nyomon követésre.

³²⁹ Ez viszont nyilvánvalóan szembement azzal a követelménnyel, amit az igen rövid idejű célmegsemmisítést várta el. A célpont pontos pályadatainak meghatározásához egy keringés nem elég.

Az infravörös célkövető- és vezérlő rendszer alapja 8 darab miniatűr infravörös távcső által az infravörös érzékelőre leképzett – tükrözött (?) és fókuszált (?) – pontforrás helyzetének megállapítása alapján történt. Az érzékelőn kereszt és logaritmikus spirál alakban hőérzékeny indium-bizmut csíkok voltak találhatóak. Az MHV forgása miatt a hőforrás (vetületi pont) a csíkokon időben más-más helyeken haladt át. Ebből számolták a cél relatív helyzetét és ez alapján korrigált a vezérlés. Az, hogy a csíkokra vetült pontok helyzetét hogyan mérték és alakították át valamiféle jellé, az szintén ismeretlen számomra.



A rakéta sikeres alkalmazásához a repülőgépeken kisebb átalakítások voltak szükségesek. A céladatokat a NORAD³³⁰ központjából kapták volna kódoltan, az ehhez szükséges adatátviteli rendszerrel ellátták a gépeket. A Streak Eagle repülési profiljához hasonló pálya csúcsán hajtóműleállás előfordulhatott, ezért egy plusz tartalék akkumulátorral látták el, az adatátviteli rendszer számára. A fedélzeti számítógép funkcióját a HUD-dal együtt kibővítették, hogy képes legyen a pilóta számára megjeleníteni a pályát, hogy az pontosan az indítási pontja vezethesse repülőgépet a megfelelő pillanatban. Az rakétát hordozó F-15A lényegében a rakéta „0.” fokozata volt. Az ASAT manőverező-képessége korlátozott volt, figyelembe véve az MHV képességeit és az 1. és 2. fokozat manőverező képességét.



ASM-135A indítása a P78-1 Solwind műholdra

Tehát a repülőgépnek az adott pontban az adott sebességgel megfelelő helyzetben kellett leoldani a rakétát, hogy a „vakon” (?) gyorsító 1. és 2. fokozat kiégése után az MHV olyan helyzetbe kerüljön, ahol egyáltalán esélye van eltalálni a célpontot. Ez egyben azt is jelenti, hogy a célbefogás csak indítás után történik meg. Az ASM-135A hatalmas égésvégi sebessége miatt sejthető, hogy az adott pontot néhány másodpercnyi pontossággal kellett elérni. A rakéta indítása a ballisztikus emelkedés csúcspontjában történt, a profil lényegében a Streak Eagle 15 km feletti rekordkísérleteinél alkalmazott formát követte. ~10 km magasságban a pilóta lendületet gyűjtött és addig emelkedett, amíg a gép lendülete vitte.³³¹ Azonban nagy magasságban az igen ritka levegő miatt a kormányzervek szinte már hatástalanok, ezért ha túlságosan sok korrekciót végez, akkor a gép lefékeződik és soha nem éri el a kívánt helyzetet. Ha az emelkedést túl lassan vagy későn kezdte meg, akkor nagyobb magasságban teljesítménytartalék már nem állt rendelkezésre a korrekcióhoz.

A 76-084 és a 76-086 oldalszámmal bíró gépeket alakították át a kísérletkehez, ezek közül az első hajtotta végre az egyetlen valódi célpont megsemmisítését. Mivel szovjet műhold megsemmisítése szóba sem jöhetett és forrást ekkor nem biztosítottak célok felbocsátásra, ezért egy feláldozható műholdat kellett keresni. A választás végül a P78-1 Solwind tudományos célokat szolgáló műholdra esett, ami bár teljesítette az előzetesen kitűzött célt, de még továbbra is szolgált hasznos adatokkal. 1985. szeptember 13-án a Légierő Vandenberg támaszpontjáról felszállt F-15A 65 fokos

³³⁰ North American Aerospace Defense Command – Észak Amerikai Légtér- és Űrvédelmi Parancsnokság

³³¹ Vagy nem, lásd a keretes írást.

emelkedés közben 0,94 Mach sebességgel 38 ezer láb magasan (~11,5 km) oldotta le rakétáját. A rendkívül kisméretű célpontot – mindössze 3 méter nagyságú volt – a rakéta sikeresen eltalálta a szédületes nagy relatív sebessége ellenére. A célpont infravörös kisugárzása sem lehetett túl nagy, legalábbis egy nukleáris reaktorral felszerelt RORSAT műholdhoz képes biztosan nem. A műhold sebessége ~7,7 km/s az MHV sebessége ~4 km/sec. Persze nem tökéletesen szemben haladtak, tehát a közeledési sebesség ennél kicsit kisebb volt, de a dolog nagyságrendjén nem változtat. A kor technikai szintjén elképesztően pontos fegyver volt.

A források még ebben sem egyeznek meg, néhány helyen 80 ezer láb (~24 km) indítási magasságot adnak meg. Vagy szándékosan félrevezetés céljából adtak meg ezt magasságot vagy tényleg indítottak ekkora magasságból, de nem a műhold megsemmisítése, hanem a többi teszttindítás során. A bizonyíték erre maga a fotó. A fent látható fényképen az indítás pillanatában a két póttartállyal és a törzs alatti függesztési ponton levő hatalmas rakétával az F-15A véleményem szerint semmilyen körülmények között nem képes elérni a kb. 24 kilométeres magasságot. A Sas csúcsebesség négy légi harc rakétával M1,78, ezért két póttartállyal és egy böhömnagy rakétával nem hiszem, hogy képes lenne egyáltalán ezt a sebességet elérni. A Streak Eagle rekordrepüléseinél található adatokból látszik, hogy ezzel nemigen érné a 24 km-es magasságot.

Még ha a Sas elégséges teljesítménnyel bírt volna ehhez a mutatóhoz, a lendületből történő emelkedés során nagyon nehéz lett volna a gépek pozíciótartását kivitelezni 24 km-es magassáig, azonban 38 ezer láb magasságban a hajtómű részéről és a kormányozhatóság szempontjából is rendelkezik az F-15A mozgástérrel. A fotó színei alapján számomra nem eldönthető, hogy milyen magasan történt az indítás. A fényképezőgép optikájának és a két gép közötti távolság ismerete nélkül, a Földnek alig látható görbülete a képen – valójában a légkör felső része – nem ad elég támpontot ennek megítéléséhez. Összegezve, hihetőbbnek tűnik a 38 ezer lábon (~11,6 km), történt leoldás, vagy az ebből a magasságból történő lendületből emelkedés, de nagyon valószínű, hogy 24 km magassáig nem jutott el a gép.

Az ASAT maximális célmagassága kb. 1'000 km volt, de tervezték nagyobb hatómagasságú változat kifejlesztését is, ami képessé vált volna ~2'800 km pályamagasságon keringő műhold megsemmisítésére is. 1985. december 13-án két céltárgyat indítottak további tesztekhez, azonban az indítás utáni napon (!) a Kongresszus politikai okokból megtiltotta a további tesztet úrobjektumok ellen. Két további indítás történt még, de azokat nem műholdak vagy céltárgyak ellen. A két célpontként felbocsátott kisméretű célobjektum közül – mindössze 80 kilogrammot nyomtak – az első 604 nap keringés után 1987. augusztus 9-én, a másik 1245 napot követően 1989. május 11-én lépett be és égett el a légkörben. Az alábbi teszt indítások történtek a program során.

No.	Dátum	Cél és eredmény
1.	1984.01.21.	Sikeres indítás MHV nélkül.
2.	1984.11.13.	Sikertelen indítás, MHV a célpontként kijelölt csillagot nem követte.
3.	1985.09.13.	Sikeres indítás, P78-1 Solwind műhold megsemmisítve.
4.	1986.08.22.	Sikeres indítás, MHV követte a célként megjelölt csillagot.
5.	1986.09.29.	Sikeres indítás, MHV követte a célként megjelölt csillagot.

A Légierő 112 db ASAT rakéta és 20 db átalakított F-15A rendszeresítését tervezte a 48th TFS – Langley AFB – és a 318th TFS – McChord AFB – kötelékében. A századok három vagy négy átkábelezett gépet már megkaptak, amikor a programot politikai – tartván az esetleges negatív hatásoktól az éppen zajló fegyverzetkorlátozási tárgyalásokon³³² – és költségvetési okokból leállították. A programra addigra már több mint 5 milliárd dollárt költöttek el, messze túllépve az előzetesen becsült fejlesztési költségeket. Bár 1986 után több tesztindítás nem történt, hivatalosan csak 1988-ban állították le végleg a programot. A hidegháború légköre ekkor már enyhült, politikailag valószínűleg vállalhatatlan volt egy ennyire drága és már feleslegesnek tűnő fegyver rendszeresítése. Azonban 15 db előszériában gyártott rakéta és néhány kit is elkészült az Sasokhoz. Hogy ezekkel mi történt, arról nem találtam adatot. A már átkábelezett gépeket a MSIP modernizáció alatt visszaalakították, ezután a többi szériagéppel ismét azonosakká váltak.

6.3. F-15 STOL/MTD & ACTIVE

Lásd a mellékletek közt letölthető Aranyas és angol nyelvű cikkeket,

³³² Pedig Carter lényegében csak ezért engedélyezte a fejlesztését, politikai nyomásgyakorlásra alkalmas eszközként kezelte.

7. Külföldi Sasok

7.1. Izrael

Az első külföldi megrendelője a típusnak Izrael volt. Az 1967-es Hatnapos háború után a korábbi fő fegyverszállítójuk, Franciaország, többé nem adott el fegyvereket nekik, ezért már az 1973-as Yom Kippúr háborúban is amerikai eredetű technika vitte a prímet – F-4 Phantom II és A-4 Skyhawk gépek képében – de még továbbra is használtak francia eredetű gépeket, vagy azok alapján kifejlesztett hazai változatot (Kfir, Nesher). A '73-as háború nagy pusztítást vitt végbe mind az A-4, mind az F-4 flottában. Az IAF szokás szerint jól helytállt a légi harcokban, a veszteségek döntő hányadéért az akkori csúcstechnikát képviselő légvédelmi rendszerek – SA-6 Kub és ZSU-23-4 Shilka – voltak a felelősek, és az akkor megjelent vállról indítható SA-7. Véleményem szerint némileg ellentmondásos, hogy miért tekintették annyira fontosnak egy „szupervadász” beszerzését, mikor a háborús tapasztalatok nem indokolták ezt annyira, és a csapásmérő feladatkörben – különösen az alacsony támadó feladatkörben – szenvedtek igen súlyos veszteséget. Hogy mit segít ezen a problémán egy lényegében egyfeladatos csúcsragadozó vadászgép, az nem egészen tiszta...

A fenti állítás nem egészen pontos, itt most kicsit előreszalad az írás, a gépek éles bevetése közül már kettőt is megemlítek. Az F-16 beszerzése nem sokkal az F-15 után történt, jóval nagyobb mennyiségben, mint a Sasból. Lényegében hasonló elvet követtek, mint az amerikaiak, bár a csapásmérő feladatkör talán némileg hangsúlyosabb volt az IAF számára a F-16 gépekre vonatkozóan. Igen érdekes, hogy az épülő Iraki atomreaktor elleni támadás során – Opera Hadművelet – a Sólymok (8 darab) repültek a csapásmérő feladatkörben, a Sasok (6 darab) csak vadász kíséretet biztosítottak számukra. Ugye emlékszünk még arra, hogy a Sasok is gyakorlatilag ugyanazzal a „jóidős” csapásmérő képességgel bírtak, mint Sólymok? Igaz, hogy csak egy bombával, de a két darab szárny alatti póttartállyal a három póttartályos – 2x600 + 1x370 US gallon – F-16-nál kb. 15%-kal nagyobb tüzelőanyag-mennyiséggel indulhattak volna harcba. A Sas légellenállása vélhetőleg kisebb lett volna, mint a három nagy póttartállyal és két nagy Mk-84-gyel repülő F-16 gépeké, és a két hajtómű fogyasztása sem biztos, hogy meghaladta volna az F-16 egy hajtóművét, mert alacsonyabb fordulatszámon üzemeltek volna az utazósebesség fenntartásához. A Sólymok párban oldották le a bombákat, tehát még azt sem lehet mondani, hogy hibázás esetén a Sólymoknál megvolt a két bomba miatt a korrigálás lehetősége, ha nem találják el a célokat. Ellenben a kétszer nagyobb bombamennyiség kicsivel nagyobb tűzerőt jelent – mivel a bombák gyakorlatilag ugyanoda esnek ezért ez nem egészen dupla hatás – de akkor sem jön rosszul, ha esetleg a bombák egy része esetleg nem robban fel. Viszont az F-15 gépek elvileg rendelkeztek ECM-mel, a Sólymok meg nem. Mi a hosszú okfejtés lényege? Az, hogy tudtommal fel sem merült az, hogy csapásmérő feladatkörben is a Sas vessék be, pedig az F-16 a támadás idején kevesebb, mint egy éve volt rendszeresítve, tehát az F-15-tel több tapasztalatot szereztek már a pilóták. Bár ez valószínűleg csak légi harcra-kiképzésre áll, arról nincs adatom, hogy gyakorolták-e a csapásmérést.

Persze nagyon sok a feltételezés a fenti gondolatmenetben, de érdekes, hogy a másik igencsak híres bevetésén, amikor Tunéziában támadták terroristák kiképző bázisát, akkor már csak F-15C/D gépeket küldtek a feladat végrehajtására. Azt persze hozzá kell tenni, hogy az F-15D gépek ekkor már a precíziós GBU-15-tel támadták a célokat, és CFT tartályokkal a hatósugaruk jelentősen felülmúlta a Sólymokét, de így is kétszeri légitanakolásra volt szükség a feladat végrehajtása során. Ez az F-16 esetén is megoldható lehetett volna, a precíziós csapásmérő-képesség ellenben nem állt rendelkezésre. További hátulütő lett volna a Sasnál jóval szűkebb pilótafülke. Repültek már F-16-tal 8-12 órás bevetést is, de nem akkoriban, és ez nem az a dolog, amit feltétlenül erőltetni kell. A fenti két példa azt próbálja bemutatni, hogy mikor milyen esetben lehetett „még kevés az F-15” és milyen speciális esetben volt „már jó az F-15 és már kevés az F-16”. Ezt a különleges esetet leszámítva azonban tudtommal a vadász változatok soha nem repültek csapásmérő

bevetéseket. Az már tényleg csak margóra kívánkozik, hogy vajon lehetséges lett volna-e F-4E gépekkel végrehajtani a bevetéseket. A navigációs rendszereinek pontossága ezt szerintem kétségessé tette volna, ahogy a hajtóművek magasabb fajlagos fogyasztása és alacsonyabb tolóereje is, a gépek harcászati hatósugara lehetséges, hogy eleve elégtelen volt, légitankolás akkor sem az útvonal miatt szóba sem jöhetett és akkor talán még tankerrel sem rendelkezett az IAF. A gépek hatósugara azok beszerzése kapcsán is előkerül, mert finoman szólva gyanús kijelentések hangzottak el ennek kapcsán...

Amikor már mindkét új vadász rendszerbe állt, az F-4 Phantom II gépeket lényegében csapásmérőkké fokozták le. Mivel már csak egy feladatkörben kellett szerepelni, ezért a vadász F-15 beszerzés gyakorlatilag az F-4 csapásmérő flotta növelését jelentette, a sokkal sérülékenyebb és nagyobb veszteséget elszenvedett A-4 gépeket kivonták az első vonalbeli szolgálatból. Az F-15 gépek tehermentesítették az F-4 flottát a vadász-feladatok alól. (Ez részben magyarázza a fejezet első bekezdésének végén felvetett kérdést.) Az F-16 kettős célú volt, a F-15A/B-k tisztán vadász feladatokra lettek beszerelve. A későbbi F-15D gépek beszerzésénél már konkrét célként fogalmazták meg a nagy hatósugarú csapásmérő-képesség kiaknázását is. Az 5. arab-izraeli háborúban (1982) F-4 Phantom vadászgéppel már csak egyetlen légigyőzelmet értek el.

Térjünk vissza oda, hogy kell egy új vadászgép. A beszerzés okaként megfogalmazódhatott a MiG-25 megjelenése a Közel-keleten – bár akkor még csak felderítő változattal találkoztak – ami ellen az F-4 Phantom II + AIM-7E kombináció tehetetlennek bizonyult. Azonban, mint vadászgép – ezt sem tudhatták még akkor – a MiG-25 egy csődtömeg volt, vadászgépek közötti légiharcra totálisan alkalmatlan.³³³ Persze ezt felróni sem lehet neki, hiszen nem arra tervezték. Ezen felül némi előrelátást is mutatott ez a lépés, hiszen nem tudhatták, hogy a Szovjetunió idővel milyen fejlettebb vadászgépet fog exportálni az arab államok számára. Mindenesetre – mint utólag kiderült – ha számoltak is ilyennel, ezt a potenciált alaposan túlbecsülték.

A beszerzési folyamat még 1972-ben kezdődött a 4. arab-izraeli háború előtt. A Beni Peled³³⁴ által vezetett küldöttségnek 1972 augusztusában bemutatták a Haditengerészet által favorizált F-14-et és a Légierő által preferált F-15-öt is. 1973. október 4-én az Izraeli Védelmi Erők Főparancsnokságán tartott egyeztetésen átvették, hogy hol tart és hogyan halad a beszerzési program. Két nappal később Egyiptom és Szíria megtámadta Izraelt és megkezdődött a 4. arab-izraeli háború. A háború szerencsés kimenetele ellenére elég nagy pofon volt az IAF számára, ami egyben nagy lökést adott az új vadászgép beszerzésnek is. Legalább egy századnyi újgenerációs vadászgép mihamarabbi beszerzése mellett döntöttek. Azonban ennek politikai előfeltétele is volt.

A '73-as háborút csak fegyverszünet zárta le, békeszerződés nem, az Egyiptom és Izrael közötti békés állapotot ENSZ békefenntartó erők próbálták biztosítani. Az USA politikai vezetése feltételül szabta, hogy az Izrael és Egyiptom közötti feszült politikai helyzeten enyhítsenek. Izrael és Egyiptom is kölcsönös csapatkivonásokat hajtott végre a Sínai-félszigeten. 1974 júniusában Simon Peresz, izraeli védelmi miniszter benyújtotta az igényt az USA felé, hogy tesztelhesék az IAF által kiválasztott két fő aspiránst, amiből a IAF 50 darabot kívánt rendszeresíteni. A kérés ekkor már zöld utat kapott és 1974 szeptemberében – mai szemmel nézve elképesztően gyors döntés – már meg is érkeztek az Egyesült Államokba az IDF és az IAF mérnökei, és az IAF tesztpilótái. A feladatuk igen egyszerű volt, az F-14 és F-15 értékelése és ajánlás megfogalmazása, hogy melyik típust javasolják beszerzésre.

³³³ Ez a magánvéleményem.

³³⁴ <http://www.iaf.org.il/2564-30166-en/IAF.aspx>

Izraeli pilóta már repült a Sassal a hivatalos kiválasztási folyamat előtt, Beni Peled még 1974 elején utasként repült az akkor még TF-15 néven futó kétüléses gép elülső kabinjában az Edwards támaszponton. A kabinból való kilátás igen mély benyomást tett rá, de mivel még a gép fejlesztése nem fejeződött be, ezért a gép harcászati potenciáljának kiértékelésére nem volt lehetősége. Peled volt valószínűleg az első nem amerikai, aki a F-15-tel repült, még ha csak utasként is.³³⁵

David Ivrynek,³³⁶ az IDF/AF Air Department Group vezetőjeként már alkalma nyílt repülni az F-14 Tomcat típusal még 1974 elején, amikor Miramarban tett látogatást. Nem csak „sétarepülésekről” volt szó, A-4 Skyhawk gépek elleni imitált légiharcban is részt vett. Ő így emlékezett vissza:

„Mély benyomást tett rám a gép annak ellenére, hogy kicsit nehézkes volt egyes helyzetekben irányítani. A hajtóműveivel finoman kellett bánni, ami azt jelentette, hogy a géppel közel sem lehetett volna annyira agresszíven repülni, ahogy azt mi szerettünk volna”.

Amikor Ivry még csak első repüléseit tette a „Cicussal”, Irán már akkor kiválasztotta az F-14-et az F-15-tel szemben. Irán akkor még félig izraeli szövetséges, de minimum semleges országgént volt kezelendő, és hasonló fenyegetések ellensúlyozása végett – pl. MiG-25 – szerezte be a gépeket. Ezzel egyébként Irán lett az aranyérmes, az első külföldi megrendelője lett a „tinédzser” vadászgép-széria egy tagjának.

Az izraeli küldöttséget négy pilóta képviselte, akik együttesen 24 igazolt légi győzelmet értek el addig. Amnon Arad vezette a csoportot (F-4 Phantom II századparancsnok), Israel Baharav Mirage III vadással (12 légi győzelem), Omri Afek Aradhoz hasonlóan F-4-en repült, és végül Assaf Ben-Nun (öt légi győzelem) a Kfir program tesztpilótája volt. A kiértékelés során a Yom Kippur háború során előforduló három jellegzetes feladatkör követelményei szerint értékelték ki a gépeket:

- Légifölény kivívása a csatatér (frontvonal) felett.
- Nagy hatósugarú kísérő vadász feladatkör.
- Kis magasságú célok elfogásától kezdve – ez helikoptertől Tu-16-ig bezárólag bármi lehet – a szuperszonikus nagy magasságú célelfogásig, pl. MiG-25.

A Sas fejlesztése során már bemutatásra került, hogy mennyire eltérő szempontok szerint alkották meg a két vadászgépet, ezért az izraeli küldöttség szerette volna, hogy a gépekkel egymás ellen repüljenek. Ugye rémlik még a legutolsó kör az F-15N vs. F-14 csatájában? Na, ez az, ami nem történt meg akkor, és meglepő, de itt sem. Itt megint felsejlik az, hogy egyik csoportnak sem állt érdekében az, hogy esetleges „arcvesztéssel” távozzanak egy ilyen megmérettetés után.³³⁷ Ehelyett az izraelieknek be kellett érnie azzal, hogy mindkét vadászgéppel A-4 és F-4 gépek ellen repülhettek imitált légiharcot.

Az pilóták a Sassal kezdtek, egy kilenc felszállásból álló tesztsorozatot hajtottak végre. Némileg meglepő módon – legalábbis szerintem – a tesztek nem az Edwards támaszponton, hanem a McDD St. Louis melletti üzeméhez tartozó reptérről felszállva zajlottak. A pilóták minden esetben TF-15 géppel repültek, első ülésben foglalt helyet az izraeli pilóta, a hátsóban egy amerikai tesztpilóta. Eddigre már a harcászati

³³⁵ A gépet valószínűleg nem „ránghatta meg”, de valószínű, hogy átvehette rövid időszakokra a gép vezetését, rendelkezett a repülési tapasztalattal. Ez csak tipp, konkrét utalást erre nem találtam.

³³⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/David_Ivry

³³⁷ Ha a Streak Eagle a csúcspdöntéseit korábban hajtja végre az valószínűleg igen hamar eldöntötte volna a kérdést A harcászati hasznos magasságokban agyonvert minden más gépet úgy, hogy csak könnyítette a gépen, de nem „piszkálták fel” a hajtóművet, lásd a 6.1. fejezetben. Az F-14A gép labdába nem rúgott a repülési teljesítmény terén...

elektronikát is beépítették a kétüléses a 71-0290-es gyári számú gépbe. Mindegyik pilótát egyformán lenyűgözte a kabinból való panoráma-kilátás, a hajtóművek elementáris tolóereje és az addig soha nem látott színvonalú harcászati elektronika és kabin-ergonómia.



Az IAF kiértékelő csata a McDD pilótáival. A hátsó sorban balról a második Amnon Arad, az első sorban térdelők balról jobbra: Israel Baharav, Assaf Ben-Nun és Omri Afek

Assaf Ben-Nun két felszállás után – az első 55 percig tartott, a második 45 percig – így írta le tapasztalatait:

„Az első felszállásom előtt kétszer „repültem” az F-15 kabin-szimulátorában és kétszer a légiharc szimulátorában. Mindkettőt igen valóságosnak éreztem. Az első repülésem alkalmával a TF-15-tel végrehajtottam sikeres imitált BVR elfogást, és sikeres manőverező légiharcot imitált AIM-9 és gépágyú használatával. A gép gyorsulása és manőverező képessége teljesen más dimenziót képviselt az általam addig repült gépekhez képest. Az egyetlen kifogásom a gép nagy méretével szemben volt, ez manőverező légiharcban az észlelést és a vizuális azonosítást megkönnyíti az ellenség számára.”

Az F-14 gépeket Miramar támaszpontonról felszállva próbálhatták ki a pilóták. Mivel ez volt a másodiknak tesztelt gép, már nem az IAF akkori gépeihez mérték, hanem az TF-15-tel hasonlították össze. A kevés tesztrepülésből nem lehetett teljes képet kapni, de a jelentősen eltérő paraméterek kimutatásához bőven elég volt. Az izraeliek szemszögéből az F-14 nem teljesítette azt a három fő erényt, amit elvártak volna a géptől a Sassal összevetve. Az F-14-ből a kilátás előrefelé korlátozottabb volt, a kabinkeret kialakítása alulmúlta az F-15-ét. A gép tolóerő/tömeg aránya minden sebességen és magasságon elmaradt a F-15-től, az F-14 fegyverrendszere elsősorban az igen nagy hatótávolságú légiharcra volt optimalizálva és nem az IAF által megtapasztalt „sűrű” manőverező légihara. Israel Baharav így emlékezett vissza.³³⁸

„Az IAF mindig úgy jellemezte a legújabb (generációs) vadászgépet, hogy „felsőbbrendű”, míg a régebbi az „alárendelt”. Az új gépekkel ellentétben a régebbiekkal a fordulósugár és a forduló idő általában nőtt, a magasabb teljesítményt az „erőből” repüléssel érték el, vertikális manőverekkel. Tehát fordulva is a másik

³³⁸ Egyik idézet sem szó szerinti, az angolszász terminológia miatt picit szükséges volt kibővíteni és átfogalmazni őket.

gép fölé lehetett emelkedni, az nem volt képes követni minket, ami után a támadási pozíciót a magasabban levő gép vehette fel. A sebesség magasságra váltása és fordítva is a felsőbbrendű gép számára nyújtott előnyt, ő választotta meg az összecsapás helyét és idejét.

Amikor az F-15-tel repültünk az F-4 gépek ellen a fentiek szellemében azt tapasztaltuk, hogy működik a fent említett eset, azonban az F-15 nem csak tolóerőben és az „erőből repülésben” múlta felül az elődöt, de szakított a fent említett trenddel. Képes volt szűkebben fordulni azonos sebességen az F-4-nél – alacsonyabb szárnyterhelés, kisebb tömeg és magasabb állásszög miatti nagyobb felhajtóerőnek köszönhetően – de a forduló szögsebessége is felmúlta az F-4-ét gyakorlatilag minden tartományban. Az A-4 Skyhawk egyes sebességtartományban képes volt hasonlóan gyors vagy szűk fordulóra, mint az F-15, azonban emelkedő képessége meg sem közelítette az Sasét.

Mikor lehetőségünk nyílt repülni a Tomcat vadászgéppel és a TA-4 kétüléses Skyhawk gyakorló változattal, előtte a miramari haditengerészeti pilóták azt állították, hogy az F-14 minden helyzetben képes hozni az A-4 gépek által mutatott teljesítményszintet. Az valóság ezzel szemben szégyenletes volt a Tomcatre nézve. Fordulóharcban sikeresen az F-14 mögé kerültem és az annyira lelassult eközben, hogy én még emelkedni és képes lettem volna az F-14-nél nagyobb sebességgel. A TA-4-el repülve az éreztem, hogy az a Skyhawk a felsőbbrendű vadászgép és az F-14 az alsóbbrendű.”

Assaf Ben-Nun szintén repült TA-4 géppel – két órát – és hasonló tapasztalatai voltak. Ezek után ő átült egy F-14-be, Amnon Arad ellen repült. Ő így összegezte tapasztalatait és érzéseit:

Az F-14 nem rendelkezett elegendő tolóerővel, a gép fedélzeti elektronikája összetett és nem igazán volt felhasználó barát, a variaszárny ellenére nem volt egy aerodinamikai mesetermő sem. Akárhányszor nagy túlterhelésű vagy nagy állásszögű manőverbe vittem a gépet, az erősen rázkódott. Az Arad elleni imitált légi harc során az tapasztaltam, hogy szinte semmiféle előnnyel nem rendelkezik az F-14 a TA-4-gyel szemben.³³⁹

Az F-14 vs A-4-hoz hasonló eset történt Vietnámban is. Egy MiG-17-tel került összetűzésbe az A-1H Skyraider dugattyús-légcsavaros csapásmérővel repülő pilóta. Ha a MiG-17 megőrizte volna nagy sebességét és folyamatosan lecsapva-felhúzva egyik rácsapást a másik után intézte volna az amerikai gép ellen, az tehetetlen lett volna. A MiG pilótája viszont fordulóharcba bocsátkozott. Az amerikai pilóta itt pislogott egy nagyot – hiszen tudta, hogy innentől neki áll a zászló – majd beszállt a játékba. A szűken fordulni próbáló vietnámi gép egyre lassult, mert szűk fordulót csak így tudott végrehajtani, viszont abban a sebességtartományban, ahova a MiG lelassult, ott a Skyraider élvezett előnyt. Képes volt szűkebben fordulni, de a jelek szerint azonos fordulósugár esetén nagyobb sebességet tudott tartani (erősen nyilazott szárny kis sebességen pocsékul viselkedik). Az A-1H egyre közelebb került, a vietnámi lehet, hogy bepánikolt, folytatta a teljesen balga ötletét, nem próbált meg olajra lépni. Némi fordulózás után végül elég közel került az Skyraider, a pilóta a 4 db 20 mm-es géppuskájával cafatokra lőtte ellenfelét. Két MiG-17-et lőttek le Skyraiderek, a „Gondolatok” című írás mellékletében megtalálható mindkettő a légigyőzelmek felsorolásánál, még 1965 és 1966-ban. Nem tudom, hogy melyik esetre vonatkozik a fenti ismertető, egy régi Aranyas vagy Top Gun cikk-részletben megtalálható a történet.

Azt elismerték az izraeliek, hogy a pilóta/WSO közötti megfelelő együttműködés csökkentheti a Sas és az F-14 közötti különbséget, de ezt nem érezték döntőnek a Tomcat botrányosan gyenge teljesítménye

³³⁹ A „szinte” itt arra utalhat, hogy az F-14 azért szupersonikus, tehát képes elmenekülni egy szubsonikus csapásmérő elől, és arra, hogy adott esetben ezzel nagyobb emelkedő képességet érhet el. Esetleg a Tomcat BVR képességére.

miatt.³⁴⁰ Azt a véleményt is megfogalmazták, hogy csodálatos az F-14 nagy távolságú szimultán céllöküzdő képessége az AIM-54-gyel, csak nekik momentán erre nincs szükségük a kis hadszíntér és igen sűrű légtér miatt.

Összegezve, az F-14 rendelkezett egy képességgel, amire nem tartottak igényt, az „átlagos” BVR teljesítményük elvileg kb. azonos volt az F-15-tel – mindkettő AIM-7F-et használta ’70-es években – de ebben akkoriban a fejlődés ellenére azért annyira nem bíztak, ellenben manőverező képességben és a kabinból való kilátásban és ergonómiában az F-15 magasan felülmúlta. Ezek után elég egyszerű volt a döntés. Minden téren az F-15-öt ítélték jobbnak, és ezt nemcsak a pilóták gondolták így.

Bár szerintem a pilótákat nemigen érdekelte, de az már csak hab a tortán, hogy irgalmatlanul drága dolog volt az F-14 + AIM-54 BVR képessége, ez viszont a szárazföld felett nem is muzsikált túl jól, mert nem arra a környezetre tervezték. Még, ha a rakétákat nem is vették volna meg soha, a gép árában benne volt a gépbe épített avionikai csomag kifejlesztésének és legyártásának költsége is. Mondjuk az F-15 szintén nem volt olcsó. A tervezett 50 db F-14 ára 870 millió dollár táján lett volna, az F-15 esetében „csak” 628 millióba fájt volna az üzlet a becslések szerint. A közvetlen üzemeltetési költséget is kb. 60%-kal magasabbra taksálták a cicusnál. Azonban az izraeliek látták az F-15-ben levő továbbfejleszhetőségi potenciált, és e téren is igazuk is lett. Az F-14-et Iránt leszámítva sehova sem exportálták, 2006-ban a Haditengerészet is végleg nyugdíjazta még a fejlettebb többfeladatos változatát is (F-14D). Ellenben a Sas távoli leszármazottjaiból még a 2000-es években is értékesítettek számottevő mennyiséget, olyan országok is vásároltak belőle, ahol teljesen új típus volt, a vadász elődje nem szolgált, pl. Dél-Korea. A vadász változatával az USAF lehetséges, hogy egészen 2025-ig, vagy kicsivel tovább is számol.³⁴¹

A döntés tehát megszületett, azonban az IDF/IAF vezetőinek ez el kellett fogadtatni a politikai vezetéssel is, ugyanis egyáltalán nem kétfilés üzletről volt szó. Az ország vezetésének egyik legfőbb célja az ország védelmi képességének megerősítése volt a ’73-as háború után, azonban az ország gazdasága gátat szabott a féktelen költségeknek. A már korábban említett ok miatt – nevezetesen, hogy az IAF a légi harcban remekül helytállt, a légvédelem okozta a veszteségeket – többen nyíltan megkérdőjelezték, hogy mi szükség van az F-15-re, de legfőképpen, hogy miért 50 darabra. A politikai vezetés megoldozása érdekében Beni Peled megkérte az értékelésben részt vevő Israel Baharavot, hogy tartson vele egy a védelmi miniszterrel (Simon Peresz) tartandó megbeszélésre. Igen, azt a védelmi minisztert kellett győzködni, aki kérvényezte a diplomáciai csatornákon a gépek kipróbálását. Tehát ő nem feltétlen támogatta a beszerzést, de úgymond politikai okból belement abba, hogy legalább megvizsgálják azokat. Baharav így emlékszik vissza:

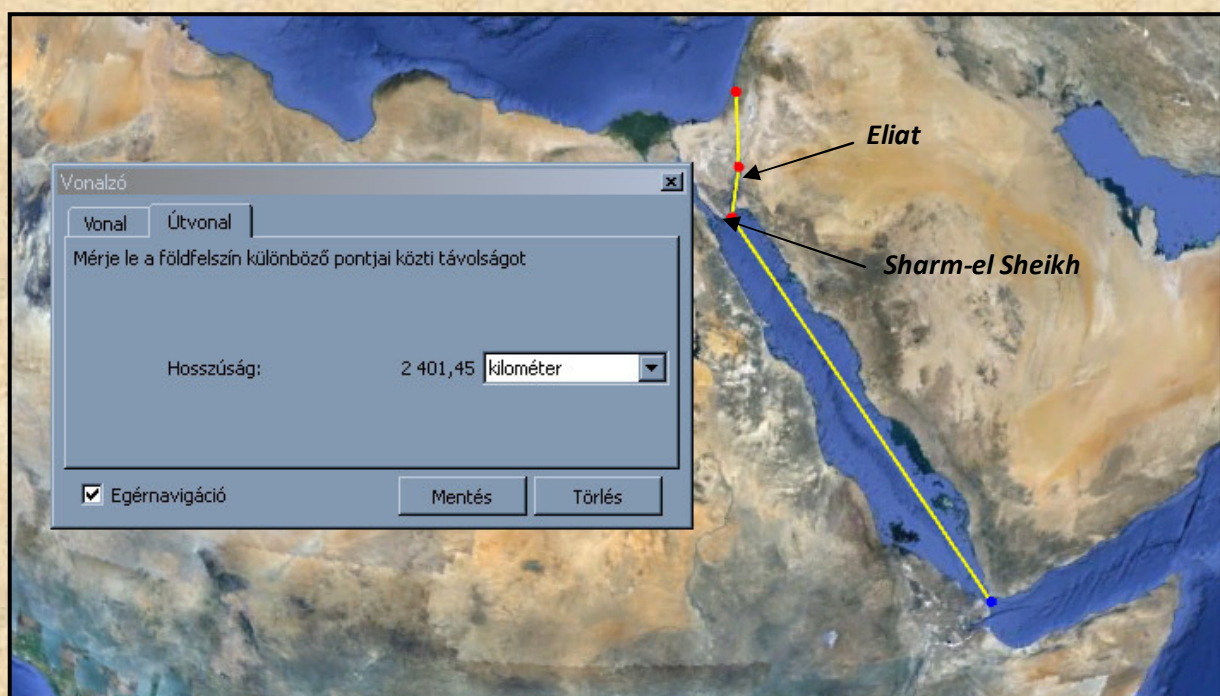
„A védelmi miniszternek körvonalaztam a gép főbb paramétereit és erényeit. Komoly erőfeszítésem ellenére sem tudtam azonban nem tudtam mély benyomást tenni rá. Ő azzal érvelt, hogy mindkét gép kéthajtóműves, mindkettő ugyanakkora mennyiségű légi harc rakétát hordozhat és a gépek csúcssebessége is azonos. Az én beszámolómmal arra épült, hogy bebizonyítsam, hogy az F-4 gépeink mennyivel alsóbbrendűek az F-15-tel összevetve, mennyivel jobb a manőverező képessége, mennyivel jobb radarja, stb. Némi hallgatás után a miniszter a következőt kérdezte: Képes az F-4 elrepülni légi utántöltés nélkül a Bab El-Mandeb szoroshoz – az Ádeni-öböl és a Vörös-tenger közötti szoros – majd vissza, és harci feladatot végrehajtani? A válaszom nemleges volt. Ezek után a következőt kérdezte. Képes az F-15 erre? Mire én azt mondtam, hogy igen, de... Ekkor kértem két hónapot arra, hogy tanulmányban bemutassam, hogy mire képes a gép. Ő két hetet adott erre. Két hét múlva vissza is tértem tanulmánnyal, ami bemutatta, hogy két

³⁴⁰ Amennyire meg tudom ítélni – ezt azért mégsem lehetett így leírni vagy nyíltan kimondani – manőverező légi harc szempontjából az F-14-et az IAF pilótái gyakorlatilag kiröhögték...

³⁴¹ Golden Eagle program, lásd a 9. fejezetet.

bomba hordozásával légiutántöltés nélkül HI-LO-HI profilla³⁴² a gép képes végrehajtani a feladatot légiutántöltés nélkül. Ironikus, de így sikerült meggyőzni a kormányzatot. A Sas csapásmérő képességével győztük meg őket, hogy beszerezzük a világ legfejlettebb légifőlény-vadászgépét.”

Azért látható, hogy a politikusoknak, annak ellenére, hogy egy részük védelmi területen mozog sokszor halvány gőzük nincs arról, hogy a „darab-darab” összehasonlításnak a minőséghez az égvilágon semmi köze sincs. Pont annyira értenek hozzá, mint az átlagpolgár, kb. semennyire. A csúcsebesség említése tökéletes példa, hiszen az elméleti maximum értéke nem írja le sem a gyorsulást sem azt, hogy ez egyáltalán harcászatiilag értelmezhető-e. A bibi az, hogy ellenben nekik komoly beleszólásuk van a döntésekbe, bár ez néha a választópolgárokra is áll, pl. Svájcban. A fenti összehasonlítás a tipikus „vérpistikés” húzás. Azzal igenis lehet érvelni, hogy nem kell új egyfeladatos vadász, azonban nem úgy, ahogy a miniszter tette. Egy Ladának és egy luxus Mercedesnek is négy kereke, egy motorja és egy szélvédője van. Valahogy mégsem ugyanaz a kettő...



Akkor itt most álljunk meg egy szóra és nézzük meg, hogy mit is állított az a bizonyos tanulmány. A Tel-Aviv – Akabai-öböl – Ádeni szoros távolsága csak odafelé könnyed 2'400 km, tehát oda-vissza kb. 4'800 km. Még ha az Akabai-öböl bejáratánál levő Eilat támaszpontról szállnának fel a gépek, akkor is kb. 2'100 km a távolság a szorosig. A Sas harcászati hatósugarának elemzésénél voltak kérdőjelek a távolságot illetően – 4.2.2. fejezet – de ekkora érték gyakorlatilag az átrepülési távolsága az F-15C/D változatoknak az illeszkedő póttartályokkal úgy, hogy elméletileg a légellenállás csökkentésére a szárnyak és a törzs alatti póttartályokat le kell dobni a kifogyasztásuk után. Még abban a hipotetikus esetben is, ha a megszállt területen levő – Sínai-félsziget csücske – Sharm-el Seikh repterről szállnak fel, még akkor is 1'930 km a távolság az Ádeni-öböl bejáratáig. Ráadásul azzal sem lehetett számolni (véleményem szerint), hogy a Sínai-félsziget mindörökké izraeli kézen marad.

³⁴² Lásd Haditechnikai összefoglaló cikkben.

A mellékletek között az 'A' változatra vonatkozó túlzónak ítélt átrepülési távolság értéke is „csak” 2'362 tmf, ami mindössze 4'375 km. A gépek tesztelésének idejében ráadásul az illeszkedő tartályoknak legfeljebb a prototípusa létezett, de azokat amúgy sem lehetett az A/B változatokra felszerelni, legalábbis akkor még nem, lásd a 4.2.2. fejezetet a illeszkedő tartályokra vonatkozóan. Erre jön még rá az a kijelentés, hogy „két darab bombával”. Véleményem szerint ez nem két darab 500 fontos (Mk-82) kategóriát, hanem legalább két db 1000 fontos (Mk-83), de inkább két darab 2000 fontos (Mk-84) bombát jelent. Mint láttuk, keményebb célok esetén akkoriban ez teljesen szokványos volt, amire két kisméretű bomba legfeljebb viccnek lett volna jó. A csapásmérő fegyverzet miatt még CFT használata esetén is a szárnyak alatti függesztési helyeket a csapásmérő fegyverzet foglalja el. A vadász változatok számára kifejlesztett CFT nem rendelkezett bombafüggesztésre alkalmas függesztési pontokkal, ezt a mellékletek között megtalálható (F-15A-C-összefoglaló-adatok) függesztési adatok is megerősítik, emiatt csak a törzsalatti póttartály függeszthető fel. Az F-15E változaton használt CFT (tudtommal) nem azonos a vadászokon használttal, annak módosított változatait használják. Nem tudom, hogy az 'E' modelleken használt CFT elvileg használható-e a 'C' gépeken, de ez csak elméleti kérdés, mert akkoriban biztos, hogy még nem gyártották azokat.

Israel Baharav tanulmány elkészítésekor feltételezte, hogy a CFT tartályok rendelkezésre fognak állni, a szerződés aláírásakor azonban ez még csak elméleti lehetőség volt, és legfeljebb csak a légi harc fegyverzet hordozására alkalmas illeszkedő tartályokat jelentette. A csapásmérő fegyverzet hordozására alkalmas CFT meg még odébb volt, lásd az Strike Eagle Demonstrátor első felszállásának dátumát. Az 1985-ös tunéziai légi csapás esetén a távolság oda-vissza kb. 4'700 km volt.³⁴³ Az illeszkedő póttartályos gépek csak levegőben végrehajtott tüzelőanyag-felvétellel tudták megoldani a feladatot. A bevetés 6 órás hossza messze túl van az átrepülési távolság esetén megadott maximális repülési időn.

Tehát, hogy az F-15A/B gépekre hogyan hozta ki a tanulmány a fent említett nagy hatósugarú csapásmérő képességet, az számomra rejtélyes, bár ebben közrejátszanak a gépek hatótávolságát taglaló fejezetben leírtak is. Hazudtak volna „felfelé” vagy maga a fenti történet egy szép, de utólagosan gyártott városi legenda? Vagy egyik sem? Ki tudja... Az első feltételezés elég meredek, viszont a prezentált képességet nem tudom alátámasztani a rendelkezésre álló adatokkal...

1974 decemberében az USA kormánya hivatalosan felajánlott Izraelnek 48 db F-15 vadászgépet, a szállítások 1975 végi megkezdésével, de a szállításokat továbbra is a politikai helyzet alakulásához kötötték. 1975 márciusában az Izrael és Egyiptom közötti tárgyalások megfeneklettek, ezért Gerald Ford az amerikai-izraeli kapcsolatok „átértékeléséig” felfüggesztette a szállítási folyamatot. 1975 szeptemberében a feleknek sikerült előrébb jutniuk, így az USA politikai vezetése engedélyezte a szállításokat, de ekkor már csak 25 darab gép eladásáról volt szó 625 millió dollár értékben. Ez mai árfolyamon számolva kb. 100 millió dolláros gépenkénti árat jelent. Döbbenetesen magas annak ellenére, hogy nyilvánvalóan a rendszeresítéssel járó plusz költségeket is tartalmaz. A szállítások felgyorsítása érdekében felajánlották, hogy a tesztelés során használt gépek közül néhányat harci változatokká építsenek át. Ezek azok a gépek, amiknek elvesztésével számoltak előzetesen, de nem következett be. Az izraeliek ebbe vonakodva, de belementek, attól félve, hogy a politikai helyzet megint megváltozik és a végén még nem kapják meg az új típust.

³⁴³ <http://jets.hu/news?id=227>

Az eladott 25 darab gép közül így négy darab átépített volt, bár a 31. oldalon található lista szerint csak három darab gépet adtak el a Peace Fox I³⁴⁴ keretében, a negyedik. gépet csak később, 1992-ben kapták meg.³⁴⁵ Itt lehet némi ellentmondás az átalakított gépeket illetően. Mindenesre az első átépített F-15A gépeket 1976 végén átvehette az IAF, ezeket követte még 19 db F-15A és két TF-15A a Peace Fox II keretében. A TF-15A gépek típusjelzése 1978 októberétől lett F-15B. Az újonnan gyártott gépeket 1977 végén kezdték összeszerelni az McDD üzemében. (Furcsa, hogy az első 4 darabos szállítás, és az azt követő 19+2 darab gépes szállítás szét lett bontva I és II fázisra.)

Az első pilóták típusátképzésre 1976 júliusában érkeztek meg az Egyesült Államokba, a csapatot öt pilóta alkotta.

- Eitan Ben-Eliyahu. 1964-ben végzett (44. osztály),³⁴⁶ '67 végéig Ouragan típuson repül, amiről Mirage IIIC típusra képezték át, ami után '69-ben következett az F-4 Phantom II. Ezt a típust hét évig repülte. 1973. október 13 és 1976. január 26. között századparancsnok, a 4. arab-izraeli háború közben vette át parancsnokságot. Mirage IIIC géppel egy, F-4-el két légigyőzelmet ért el. Az első pilótacsoport vezetője, később az első F-15 századparancsnok lett.
- Benny Zinker, 1967-ben végzett (55. osztály). A Hatnapos háború alatt (3. arab-izraeli háború) felfegyverzett Fouga Magister iskolagéppel repült annak ellenére, hogy még nem végzett, kadét volt. Később repült Mystere, A-4 és F-4 gépeken is.
- Moshe Melnik szintén '67-ben végzett (54. osztály), Ouragan, A-4 és F-4 gépeken repült.
- Yoel Feldsho. Vatour bombázón, Mirage IIIC és F-4 Phantom II típusokat repülte korábban.
- Saul Simon. F-4 Phantom II vadásszal repült kiválasztásakor. (Az apja még az első, '48-as háború idején egy B-17 navigátora volt.)

A fenti lista alapján kijelenthető, hogy a kiválasztott pilóták képességei az amúgy is igen magas szintet képviselő IAF szintje felett voltak. Az, hogy ilyen hamar került többségük a korszak csúcs-vadászgépére és ennyi típust repültek karrierjük során, az igen magas szakmai felkészültségüket és fizikai alkalmasságukat mutatta.

Az USAF eljárásainak megismerése érdekében az *Advanced Instrument School* által tartott képzéssel kezdtek a Légierő Randolph légitámaszpontján Texasban, ami után következhetett a típusátképzés a Luke bázison Arizonában. Az első szőlőrepülésükre 1976. szeptember 30-án került sor. Az 555. kiképző század hallgatóival végezték el a kurzust, amit 1976. november 15-én fejeztek be. A típusátképző kurzus befejezése után visszatértek az McDD központba, ahol tovább mélyítették ismereteiket a Sas fedélzeti rendszereiről és azok képességeit illetően.

³⁴⁴ A fegyvereladási program a Peace Fox nevet kapta. Az amerikaiak minden vadászgép eladási programot ugyanazon séma szerint nevezik el. A peace (béke) szó után – micsoda szemérmesség – még van egy hangzatos vagy éppen kevésbé jól csengő szó. Hogy mi alapján választják ezeket, azt nem tudom. Az amerikai fegyvereladások – *foreign military sales (FMS)* – nem közvetlenül a gyártó és vásárló között kötődnek meg, hanem felügyelő kormányzati szerveken keresztül. Ez politikai és titokvédelmi megfontolásokból is szükséges.

³⁴⁵ A források itt is ellentmondanak egymásnak. Az Aerofax szerint a 74-0114 szériaszámú gépet 1992-ben adták el Izraelnek, ez Eagle Engaged szerint a 74-0114, 116, 117 és 118 szériaszámú gépeket adták el 1976-ban, a 74-0120 számút 1982-ben. A mellékletek között letölthető listákban látható, hogy egyes források melyik gép sorsáról mit állítanak.

³⁴⁶ Ez valószínűleg a kurzusok sorszáma, a fentiek szerint évente két osztály indult.

Az IAF első F-15-tel repülő egysége a 133. „Duplafarkú” nevet viselő század volt, az alakulat támaszpontjául a Tel-Aviv közelében levő Tel Nof repteret jelölték ki. A századot hivatalosan 1976. november 28-án aktiválták. Nem sokkal ezután indult az Államokba a típusátképzésre kiválasztott pilóták második csoportja, ami szintén nem volt túl méretes, hat pilótából állt, Avner Naveh, Yoram Peled (az IAF akkori parancsnokának a fia), Alex Gan, Ram Caller és Guy Golan alkották a második eresztést. Yoram Peled a következőképp idézte fel a kezdeti időszakot:

„Az első öt pilóta által kitaposott ösvényen jártunk. Mi is a Randolph támaszponton kezdtünk T-38 gépeken, a minden időben bevethetőséghez szükséges műszeres repüléshez szükséges ismereteket itt sajátítottuk el. Apám szerint a jó vadászpilóta nem csak a „szeme és fenéke” után repül, gyakran idézte fel a saját típusátképzésnek emlékeit az '50-es évek elejéről, amikor az Angol Királyi Légierőnél végzett el a sugárhajtású gépre történő átképzése előtt.”

A már öt kiképzett és átképzés alatt álló pilótával az 133. század készen állt az első gépek fogadására 1976 végén, ezek voltak az átépített gépek. Az első négy gépet az USAF pilótái repülték át, a tervezett érkezési idő 1976. december 10-e, délután három óra volt, helyi idő szerint a Tel Nof támaszpontra. (Meglehetősen szokatlan volt állami eseményt / ceremóniát ennyire késői időpontra időzíteni.) Az utat két közbenső légitankolással tervezték lerepülni. A legkisebb késés is azt okozhatta, hogy a gépek érkezése a Sabbat kezdete utánra fog esni. Ez be is következett, délután 3-kor a gépekről még semmi hír nem volt. Mikor kicsivel később sikerült a gépekkel végre kapcsolatot teremteni, kiderült, hogy még 45 perce vannak a reptértől és az, hogy az egyik gép kisebb technikai probléma miatt félbeszakította az utat és Olaszországban szállt le. Ekkor már nyilvánvalóvá vált, hogy a gépek érkezése a Sabbat kezdete után fog csak megtörténni. Ekkor a meghívott vendégek egy része sietősen távozott, de a miniszterelnök Yitzhak Rabin megvárta a gépek érkezését, ahogy az IDF vezérkari főnöke Mordechai Gur is, hogy üdvözölje a gépeket és megtartsák ünnepi beszédüket. Mordechai Gur az következőképp fogalmazott:

„Izrael és az IDF az F-15-tel már egy másik haderő és másik nemzet.”

Igaza lett, csak nem egészen úgy, ahogyan ő elképzelte. A Sabbat előírásainak megsértése miatt a Munkáspártot addig támogató vallásos párt másnap este bejelentette, hogy kilép a kormánykoalícióból. Ezzel a kormánytöbbség megszűnt, a Munkáspárti kormányzat összeomlott. A 1977-es választásokon a Likud párt szerzett többséget, így a 29 (!) évig tartó folyamatos munkáspárti kormányok sorozata megszakadt. Az F-15 első áldozata végül nem egy ellenséges repülőgép, hanem a beszerzését keresztülverő izraeli kormány lett...

A fenti nagy politikai hacacaré ellenére a gépek üzemeltetése megkezdődött, a megérkezésük után a gépek a „Baz” nevet (héber nyelven Sas) kapták. A gépek átvétele után 48 órával Eitan Ben-Eliyahú egy rögtönzött „légbemutatót” tartott, a bázis felett demonstrálva az odalent szemlélődőknek a gép képességeit. Mikor már a gépekből többet átvettek és egyre több pilótának volt alkalma repülni vele, akkor a pilóták szélesebb rétege is megtapasztalhatta, hogy mire képes. A gyakorló légi harcok során régebbi gépekkel repülve az IAF legtapasztaltabb pilótái is esélytelennek bizonyultak a tapasztalatlanabb Sas pilóták ellen 1:1 vagy 2:2 elleni felállásban. Ilyet addig még nem tapasztaltak. A karrierjük során az újabb vadászgépek esetén érezték azok fölényét a régiekkel szemben gyakorló légi harcok során, de helyel-közzel a nagyobb tapasztalatukkal ezt képesek voltak kompenzálni. Az F-15 annyival állt a meglévő gépeik felett, hogy az egyes pilótákat szinte már frusztrálta a tehetetlenség érzése. Mirage IIIC gépekkel szemben 2:3 arányú légi harcokban rendszerint az F-15 gépek győzedelmeskedtek, és mindössze 2-3 perc alatt lezavarták az „ellenséget.” A helyzet az F-16 gépek érkezésével változott meg, Yoram Peled szerint az F-16 még a Sast is felülmúlta manőverező légi harcban.

A földi karbantartó személyzet számára nagy kihívás volt a gépek üzemeltetése az integrált rendszerek miatt, a szakterületek közötti határok elmosódtak, a BIT rendszer ellenére a karbantartó személyzettől megkövetelte a saját mélyebb szakterületükön kívüli új ismeretek elsajátítását. A Sas szolgálata izraeli színekben sem ment teljesen simán, a vezérsíkok és szárnyak méhsejt paneljai gyakran megsérültek, rendszeres volt a tüzelőanyag szivárgása, hasonló negatív tapasztalataik voltak a hajtóművel és a hajtómű újraindítással, mint az amerikaiaknak. A technikai problémák száma azonban erőteljesen csökkent, amint tapasztaltabb lett az üzemeltető személyzet.

Az első tervek 50 gép beszerzésével számoltak, de a gazdasági, bel- és külpolitikai helyzet ennek nem kedvezett, azonban a flotta bővítéséről nem tettek le. Anvar Szadat elnök történelmi látogatása és beszéde 1977 novemberében a Knesszetben nagyot lendített előre az Izrael és Egyiptom közötti békefolyamaton, ami végül a két ország közötti békekötéshez vezetett. Még a békeszerződés aláírása előtt az USA adott némi hátszelet a dolognak. Némileg vicces, de fegyvereladásokkal érte ezt el. 1978. február 17-én egy fegyvereladási csomagot jelentett be, ami a térség több államára vonatkozott. Egyiptom számára 50 darab F-5E, Szaúd-Arábia számára 60 darab, és végül Izrael számára 15 darab további F-15 és 75 darab F-16 beszerzését ajánlotta fel. Az Egyesült Államok Kongresszusa 1978. május 16-án áldását adta az elnök által felajánlott üzletre, ami valójában kőkemény diplomáciai „póráz” is volt egyben. Egyiptom F-4 Phantom II gépeket akart, amire az USA szintén rábólintott.³⁴⁷ Izrael és Egyiptom a camp david-i tárgyalások után 1979. március 26-án írták alá Washingtonban.

Az, hogy mennyi gépet szállítottak le, szokás szerint ellenmondásos, 15 és 26 darabos mennyiség között változik a leszállított gépek száma, a 26 darabos fordul elő a leggyakrabban, a gépek szériaszámát tartalmazó lista is ezt támasztja alá.³⁴⁸ Egy közös van a forrásokban, hogy ekkor már csak új gyártású 'C' és 'D' változatokat szállítottak. A 26 darabos mennyiség 18 darab 'C' és 8 darab 'D' változat szerint oszlott meg. Érdekes, hogy a 'C/D' változatok neve nem „Baz”, hanem „Akef” (ölyv vagy héja) lett. A 'D' változatok beszerzésének egyik fő oka azok precíziós csapásmérő képességének léte volt, amit az Izraeli leszállított egyetlen alkalmazó sem használt ki. A gépek átadása 1981 augusztusában kezdődött, de az 5. arab-izraeli háború miatt (Békét Galileának hadművelet) a szállítások egy időre félbeszakadtak és csak a háború után fejeződtek be. A '80-as években alakították át az 'A/B' gépeket, ekkortól váltak képessé az illeszkedő póttartályok használatára.

1989-ben öt darab F-15D gépet kaptak – ez volt elvileg a Peace Fox IV – azonban ezek már hibridek voltak. Az F-15C/D változatok gyártása már befejeződött, ezért F-15E sárkányszerkezetbe F-15D kabint és annak megfelelő avionikai csomagot építettek be.

A Sivatai Vihar után 1992-ben az általános leszerelési hangulat légkörében az USA igen nyomott áron felajánlotta 25 darab MSIP modernizáción át nem esett 'A/B' változat eladását, ezek főleg az ANG

³⁴⁷ Az 1973-as háborúban „mumusként” megismert Phantom II miatt Egyiptom presztízskérdést csinált abból, hogy nekik is legyen F-4-ük, nyugtatóként hatott rájuk, hogy rendelkeznek azzal a vadászgéppel, amivel az IAF.

³⁴⁸ Furcsa, hogy pont „Shlomo Aloni Israeli F-15 Eagle Units In Combat” című műve említi a 15 darabos mennyiséget, pedig egyes vélemények szerint ebben van a legpontosabb lista az IAF légyőzelméről. Ezek után meglepő lenne az, hogy ha a beszerzett gépek száma lenne pontatlan. Mivel a szállítások nem egyszerre történtek, azért lehet, hogy a különböző ütemezés miatt említ eltérő mennyiséget. Van olyan forrás is, ami pontosan (?) említi a 18+8 darabos mennyiséget, de a program nevét összekeveri és az F-16 szállítások során Peace Marble nevet használja. A 'C/D' gépek a Peace Fox III során kerültek Izraelbe.

<http://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/History/f15.html>

<http://www.aeroflight.co.uk/waf/aa-mideast/israel/af/types/eagle.htm> Eszerint a forrás szerint a félbeszakadt szállítások során felsorolt gépmennyiség pont 26 darab, tehát Shlomo Aloni csak félreérthetően fogalmaz, csak az 1982-ig leszállított gépeket említi, az 1984-ig leszállított gépeket már nem. A Peace Fox V szállításoknál ellenben ez 24 darab gépet sorol fel szériaszám szerint, 18 darab 'A' és 6 darab 'B' változatot, szerintem ez pontos.

állományában repültek. A gépek nyomott ára egyfajta ajándék volt a Sivatai Vihar alatt tanúsított izraeli semlegességért. Amikor Szaddam Husszein Al-Husszain ballisztikus rakétákkal – ezeket sokszor tévesen Scud-nak tituláltak, holott módosított Scud rakéták voltak – kezdte lőni Izraelt, akkor nem avatkoztak be közvetlenül, ami a koalíció (esetleges) széteséséhez vezethetett volna. A gépek szériaszámai alapján úgy tűnik, hogy ebből csak 23 darabot vettek meg, 5 darab 'B' és 18 darab 'A' változatot. Ez volt a Peace Fox V, bár egyes források a Peace Fox V/VI már a csapásmérő F-15I változatok szállításához van kötve.³⁴⁹ Az, hogy a gépek mire lettek használva szintén ellentmondásos. Slomo Aloni szerint hat darab F-15B – a rendelkezésre álló lista alapján nem is kaptak ennyit – megkapta a megfelelő módosításokat, hogy nagy hatótávolságú csapásmérőként lehessen használni őket. A Sivatai Vihar idején döbbsentek rá, hogy ennek a képességnek növelése szükséges, így tudták a leggyorsabban biztosítani, a valódi csapásmérő Sas változat – F-15E, ami végül az hazai ipar bedolgozása miatt F-15I típusjelzést kapott – beszerzése előtt. Más források szerint annak ellenére, hogy amerikai állítás szerint „jó állapotban” kerültek átadásra, a gépeket gyakorlatilag szinte azonnal szétbontották és egy kivételével pótalkatrészként használták fel. Ez utóbbi tűnik valószínűnek, mert nem sikerült fotót találnom izraeli színekben egyetlen átadott gépről sem. (Az F-15I típusal ez a cikk nem foglalkozik a továbbiakban.)

Az izraeli gépek módosított elektronikai rendszerekkel bírtak, ezeket a hazai ipar gyártotta le. Ilyen például az EL/L-8202 ECM pod, ami F-J hullámsávban (3-20 GHz) képes sugározni, a baloldali elülső Sparrow helyére lehet felszerelni. Az ALQ-135 és ALQ-128-at ők sem kapták meg, a radar képességei is némileg butítottak voltak. A katapultülések is a régebbi IC-7 típusúak voltak, a később leszállított gépek már ACES II ülésekkel kerültek Izraelbe. (Hogy később a régi üléseket lecserélték –e, azt nem taglalják a források, de ez igen valószínű.) A Python-3 légi harckréták integrációs munkálatai már a '70-es években az átadás előtt megvalósultak.



Az F-15 gépek korszerűsítésének az igénye természetesen Izraelben is felmerült, ez lett később az F-15 AUP (avionics program upgrade),³⁵⁰ az avionikai fejlesztési program, ami 1994-ben kezdődött. Az első korszerűsített gépet 1998-ban vették át. A program amerikai segítséggel valósult meg, az AMRAAM

³⁴⁹ Valahol elképesztő, hogy elvileg minőséginek tartott nyugati források totálisan ellentmondanak egymásnak úgy, hogy valamilyen meg egyeznek. A darabszám stimmel, a „címke” meg nem.

³⁵⁰ <http://articles.janes.com/articles/Janes-Aircraft-Upgrades/Boeing-McDonnell-Douglas-F-15--IAI-Lahav-Division-Improved-Baz-Upgrade-Programme-United-States.html>

integrációhoz hardvert és szoftveres támogatást biztosítottak. Az amerikai gépekhez hasonlóan megkapták az új adatbusz rendszert, az együléses változatokban az Elbit által gyártott színes többfunkciós kijelzőt – 'A' változaton egy darab, a 'B/D' gépek hátsó műszerfalán három darabot – az F-15E új botkormányát és a Python-4 rakéta integrációs munkái is ekkor történtek meg. Bár a modernizált B/D gépek képességei nem érik el az 'I' csapásmérő változatét – ezeket a '90-es évek végétől szerezték be, mindösszesen 24 darabot – szükség esetén ezekkel kiterjeszthetik a csapásmérő potenciált. A hazai gyártású Derby légiharcra készített tesztelték, azonban nem rendszeresítették az F-15 vadászgépeken. A gépeket egymás közötti kapcsolatot lehetővé tevő adatközlő rendszerrel is ellátták, ahogy GPS alapú navigációs rendszerrel is. A program során tehát részben amerikai eredetű eszközöket, részben a hazai ipar termékeit építették be.

Mivel a gépeket nem csak korszerűsítették, hanem új képességekkel látták el, ez annyi új eszköz beépítését tette szükségessé, hogy a gép belső elrendezését alaposan át kellett szabni, az LRU egységek sima cseréje nem volt megvalósítható. Az új LRU elemeknek pl. több hűtésre volt szüksége, már csak emiatt is át kellett „legózni” a gépeket belülről. Ez pl. olyan problémákat vetett fel, hogy az új elrendezésben a kábeleket hogyan vezessék át a meglévő kábelcsatornákon, mert a sárkányszerkezet teherbíró-képességét új lyukak vagy csatornák fúrásával nem gyengíthették. Még ha erre rá is szánták volna magukat, igen költséges és bonyolult feszültséganalízisnek kellett volna a gépeket alávetni, gyakorlatilag félig meg kellett volna tervezni a gép matematikai modelljét.

A másik dolog, amin meglepődtek a mérnökök a gépek „kipucolása” után, hogy annak ellenére, hogy külsőleg azonosak és adott esetben egymáshoz közeli szériákról volt szó, a gépek belső tere között kisebb méretbeli eltérések voltak tapasztalhatóak. Az összes izraeli gépet modernizálták kivéve az Peace Fox I során kapott első négy gépet. Minden egyes 'A', 'B', 'C' és 'D' változat első átépített példánya egyfajta prototípusként szolgált a többi azonos változathoz tartozó példány átalakítása előtt. Ahogy egy gépen dolgozó mérnök fogalmazott; „*minden gépet eltérő módon vettünk kezelésbe*”. A első korszerűsített gép egy kétüléses változat volt 1998 novemberében mutatták be. Az átalakítás változattól függően 7-9 ezer órát vett igénybe, ez lényegében MSIP mélységű munkákat jelentett. A gépeket szokás szerint a nagyobb mélységű (depot level) karbantartásokra ütemezték be, a fejlesztés és nagygenerál együttesen nagyjából 18 ezer munkaórát igényeltek, egy gép 6-7 hónapra esett ki a szolgálatból. Az utolsó, 280-as oldalszámú gépet 2005. november 28-án adták át. A gépekre tervezték integrálni a GPS vezérlésű JDAM család egyes változatait, nincs információ arról, hogy ez végül megtörtént vagy sem. További fejlesztésekről itt található információ, de ez már nem az egész Sas flottát érintette.³⁵¹

Az izraeli gépekben kikapcsolható az a rendszer, ami meggátolja a radar földön történő bekapcsolását. A futómű rugóstagjának összenyomódása alapján gátolja a WoW³⁵² rendszer a radar felkapcsolást. Így szigorúan ellenőrzött körülmények esetén – közelről a radar által kisugárzott energia egészségkárosodást okozhat a közelben tartózkodóknak – már a földön is képes célt keresni a Sas. A másik módosítás egy kommunikációs kábelcsatlakozó a törzs alsó felének baloldalán, így a torony képes célinformációval ellátni és kommunikálni a géppel rádiózás nélkül, még a földi állóhelyen.

1998-ig bezárólag kilenc gépet vesztek el balesetekben, a 2007-es és 2006-os kiadású kiadványokban szereplő listán nem szerepel elvesztett gép 1998 óta. Máshol sem találtam adatot gépvesztésre a Sas flottára vonatkozóan.

³⁵¹ <http://jets.hu/news?id=227>

³⁵² *weight-on-wheels – súly a futóműveken*

7.2. Szaúd-Arábia

A Szaúdi Királyi Légierő (RSAF – Royal Saudi Air Force) hagyományosan angol eredetű fegyverzetre támaszkodott, a korosodó English Electric Lightning vadászgépeik leváltására kerestek egy minden tekintetben korszerűbb utódot. A még az '50-es években tervezett angol vadászgép az iráni F-14 gépekhez képest szinte minden területen alulmaradt, elsősorban kis harcászati hatósugara és kis mennyiségű és koros harcászati elektronikája és légi harc-fegyverzete tette szükségessé leváltásukat. Tisztán csak a repülési teljesítményt nézve a brit vadászgép egyes mutatói megközelítették a 4. generációs típusokat jellemző értékeket.

Az RSAF vezetése kezdetben a Tomcat beszerzését fontolgatta, de végül nem ez valósult meg. Az iráni politikai irányváltás miatt az F-14 titkait az estleges potenciális ellenség is ismerhette, így végül az F-15-re esett a választás. Az, hogy az előző fejezetben említett, az egyiptomi-izraeli békeszerződés előtti felajánlás által azért tartalmazott F-15-öt, mert ezt kérték, vagy, mert ezt ajánlották fel az amerikaiak, az nem ismert előttem. Az is lehet, hogy az amerikaiak amúgy sem akartak F-14-et eladni máshova az iráni probléma miatt. A fegyverüzletet megfejelték öt darab E-3 Sentry légtérelenőrző megvásárlásával, amivel igazán kiteljesedhettek a Sas képességei, az F-15 + E-3 kombináció papíron olyan képességek kiépítését tette lehetővé, ami technikailag Szaúd-Arábiát a világ egyik legfejlettebb légierőjévé tette egy addig „futottak még” kategóriában számon tartotthoz képest. 46 darab F-15C és 16 darab F-15D változatot vásároltak. Ez volt a Peace Sun program. Természetesen ezek is butított TEWS rendszerekkel és butított radarral kerültek leszállításra.

A beszerzés tartalmazott egy kitéltet is az USA részéről, a RSAF nem állomásoztathatott 60 darab vadászgépnél többet otthon, ezért két darab gépet az USA-ban tároltak a jövőben bekövetkező, balesetben elvesztett gépek pótlására. A térség erőegyensúlyának megőrzése – no meg persze némi izraeli lobbizás is közrejátszott ebben³⁵³ – vezette az Egyesült Államok Kongresszusát erre a döntésre. A leszállított illeszkedő póttartályok mennyiségét is korlátozták.

Az első gépek 1981. augusztus 11-én érkeztek, a gépeket három századba osztották be, ezek a következő reptereken állomásoztak:

- 5. repülőgép-század: Fahd Király Légitámaszpont, Taif
- 6. repülőgép-század: Khaled Király Légitámaszpont, Khamis Mushayt
- 13. repülőgép-század: Abdulla Király Légitámaszpont, Dhahran

A gépek első éles bevetésére meglepő módon hamar sok került egy eléggé furcsa módon. Irán ekkor már háborúban állt Irakkal, és a felek kölcsönösen rombolták egymás olajiparát és tankerflottáját, amit egy idő után kiterjesztettek a Perzsa-öbölben közlekedő azon tankhajókra is, amik az ellenségtől szállítottak nyersolajat, vagy támogatták a máik felet. Egy ilyen incidens során egy szaúdi F-15D lelőtt egy iráni F-4E-t, egy másikat megrongáltak. Az említett eset még 1984. június 5-én történt. Az légi győzelem különlegessége az volt – ezt máig nem erősítették vagy cáfolták – hogy az F-15D fedélzetén a személyzet egy tagja amerikai volt. Azt, hogy milyen szerepben vett részt, az végképp nem tisztázott. Két gép a 6. repülőgép századból –

³⁵³ *Nem sikerült teljes pontossággal utána járni, de igen valószínű, hogy ez a camp david-i egyezkedés eredménye volt. Az kitétel mögötti elv húzódnak meg, hogy egy konfliktus felszámolása után – Egyiptom vs. Izrael – ne generáljanak közvetlenül egy újabbat. Szaúd-Arábia egyetlen korábbi Izrael elleni háborúban sem vett részt, ez lényegében egyfajta burkolt szándéknyilatkozat volt arra vonatkozólag, hogy nem is számolnak ezzel az opcióval. Az izraeli-szaúdi viszony mai napig rendezettnek mondható.*

egy 'C' és egy 'D' változat – gyakorlórepülésen vettek részt, amerikai KC-10 géppel gyakorolták a légitankolást, amikor az őrjáratzó amerikai AWACS jelezte a felbukkanó gépeket. A felbukkanó hajókra leselkedő követlen veszély miatt az AWACS utasította a gépeket – ez feltételezi azt, hogy előre lefektetett szabályok szerint tevékenykedtek, hiszen egy amerikai gépről utasítottak szaúdi gépeket – hogy szakítsák félbe a gyakorlatot és forduljanak a közeledő célok felé, ekkor elfogásról még szó sem volt. Feltételezhetően arra számítottak, hogy az irániak figyelnek, és visszahívják a gépeket, azonban ez nem történt meg. Az F-15D-n helyet foglaló instruktor – Bill Tippin százados – bátorította az szaúdiakat, hogy „ne tököljenek”, fogják el a gépeket és a jelek szerint ők követték a javaslatot. 48 mérföldre, északra az Al-Jubayl haditengerészeti támaszponttól a gépek szemből egy-egy rakétát indítottak a célpontokra. Az egyik iráni gép csak megsérült, Kish szigetén levő tartalék leszállóhelyen tette le a pilóta a súlyosan megsérült F-4-et. A másik gép személyzete, Hamayoun Hekmati és Seyed-Cyrus Karimi főhadnagyok életüket vesztették.³⁵⁴

A gépek közötti rádiózás alapján Irán azt állította, hogy amerikai gépek lőtték le a Phantomokat. Az esetet soha nem ismertették részletesen sem a szaúdiak, sem az amerikaiak. Lehetséges, hogy az oktató nem is a hátsó ülésben, hanem elől ült – bár ezt nehéz elképzelni – azonban ez azt jelentené, hogy ő hajtotta végre a rakétaindítást, mert a hátsó ülésről ez nem lehetséges az F-15/D gépeken.³⁵⁵ Politikailag igencsak kényes lenne beismerni, hogy békeidőben egy amerikai pilóta, egy amerikai gyártású géppel, szaúdi színekben lelő egy amerikai gyártású iráni gépet. Már önmagában az is kínos volt, hogy a pilóta buzdította az szaúdiakat, ez túlmélt azon a szerepen, ami politikailag elviselhetőnek látszott. (Ráadásul mindkét gép McDD által gyártott típus volt, ez volt mai napig az egyetlen eset, hogy két McDD által gyártott vadászgép egymással harcolt.) A későbbi Oliver North féle „Irángate” ügy fényében meg aztán még arcpirítóbb volt az eset. Amerika a fegyverembargó megsértésével titokban fegyvereket adott el Iránnak, és az abból befolyó összeggel pénzelték volna a nicaraguai antikommunista gerillákat.³⁵⁶ Az, hogy az elnök vagy egyéb magas pozíciót betöltők mennyit tudtak és mit vállaltak fel, az igencsak homályos terület, ugyanis, ha az elnök tudta nélkül zajlott, akkor lényegében az USA hivatalos külpolitikájával való szembemenés lett volna. Akkoriban néhány amerikai állampolgárt még túszként tartottak fogva Iránban. Ha ezzel a fegyverszállítással olajozták volna hazahozatalukat, akkor az ellenkező a „terroristákkal nem tárgyalunk” állásponttal, amit Ronald Reagan követett.³⁵⁷

1990. augusztus 2-án Irak lerohanta Kuvaitot. Mivel Irak további szándékai nem voltak ismertek, Fahd király, Szaúd-Arábia uralkodója segítséget kért az Egyesült Államoktól megvédeni országát egy esetleges iraki invázióval szemben. Bár az szaúdi légierő igen korszerűnek számított F-15C/D és Tornado csapásmérő gépeivel, azonban az iraki haderő méretéből kifolyólag egy esetleges „mindent bele” támadást valószínűleg csak lassítani lett volna képes, megállítani nem a szárazföldi erőkkel együttműködve. A 60 gépes korlátozást feloldották, az USA 17 darab F-15C és 4 darab F-15D vadászgépet adott át, a gépek a 32th TFS (Soesterberg)

³⁵⁴ Ez azon ritka esetek közé tartozott, amikor egy vadászgép túlélte egy AIM-7 méretű légi harc rakéta harci része által okozott sérülést. Gyakorlatilag nem is tudok más esetet felidézni, amikor ez megtörtént. Miden más esetben a találat a célpont megsemmisítését jelentette sőt, legtöbbször a pilótának esélye sem volt a katapultálásra, ha szemből történt a találat, a géppel együtt pusztultak el.

³⁵⁵ Ezt a forrás állítja, azonban kabin elrendezés alapján ebben kicsit kételkedek, bár a hátsó üléshez tartozó botkormányról és gázkarról nincs adatom.

³⁵⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Iran%E2%80%93Contra_affair

³⁵⁷ Fura módon a wiki nem említi, de szerintem a Logan act megsértése is fennállhatott, ugyanis arra fel nem hatalmazott személy alkudozott lényegében az USA kormányának jóváhagyása nélkül.
<http://legal-dictionary.thefreedictionary.com/Logan+Act>

és a 36th TFW (Bitburg) állományából származtak.³⁵⁸ Mivel a gépeket nagysebesen kellett átadni, ezért csak az AN/ALQ-128 rendszer kiszerezésére volt idő, a gép többi kritikus rendszerét valószínűleg nem butították vissza. Csak az elektronikát szerelték ki a gépekből, de a baloldali függőleges vezérsíkon levő gondola nem változott. A szaúdi gépek egy része augusztus és január között megkapta az ALQ-135 elektronikai zavarórendszert.³⁵⁹

A gépek átadása azért érdekes, mert egyetlen forrás sem említi árat. Ez addig lenne érthető, amíg csak „kölcsonbe” kapják a gépeket és visszaadják a háború után azokat. Azonban semmiféle utalást nem találtam arra vonatkozólag, hogy a gépeket visszaadták volna a Sivataji Vihar után. Ez azt jelenti, hogy ingyen megkapták őket a háború után – ez lehetséges, hogy egyfajta árucserre általi kompenzáció a szaúdi támaszpontok használatáért – és azt is, hogy bizony a radar képességeit tekintve a gépek elméletileg felülmúlták azokat a példányokat, amiket pénzért vettek. A következő szériaszámú gépeket adták át:³⁶⁰

F-15C – 79-0015, 79-0017/0019, 79-0023/0024, 79-0028, 79-0031/0033, 79-0038/0039, 79-0043,
79-0045, 79-0051/0052, 79-0055

F-15D – 79-0004/6, 79-0010

1991 közepén a McDD megkezdte az 1989-es rendelés teljesítését, ami további 12 darab gép leszállítását jelentette, 9 darab F-15C (90-0263/0271) és 3 darab F-15D (90-0272/0274) oldalszámokkal. Mivel ekkor már a C/D gépek gyártása megszűnt, ezek a gépek hibridek voltak. F-15E sárkányszerkezetbe építették be az F-15C/D változatokra jellemző avionikai- és elektronikai rendszer csomagot. Ezeket a gépeket St. Louisban tárolták, gépvesztés esetén repülték át őket Szaúd-Arábiába.

Az izraeli gépektől eltérően röviden a csapásmérő változatokról néhány szót, mert szolgálnak némi érdekességgel. 1992-ben Szaúd-Arábia további 24 darab F-15 gépet rendelt, ezek a soha meg nem valósult F-15F változatok lettek volna. Az 'F' változat az 'E' sárkányszerkezetét és F100-PW-229 hajtóművét kapta volna meg, az AN/APG-70 radarral, a Strike Eagle változatra jellemző „glass cockpit” és HOTAS rendszerrel, de csak egyfős személyzettel. (Nem csak Szaúd-Arábiának ajánlotta fel ezt a változatot a McDD.) A Kongresszus megvétózta a gép exportálását. 1992 végén szóba került F-15H változat – ez szintén egy módosított 'E' gép lett volna, ezt is megvétózták. Végül 1993 májusában 72 darab F-15XP – későbbi típusjelzésük F-15S – gép eladásába egyeztek bele, amik alapvetően kismértékben butított – pl. csak az AN/APG-70S típusjelzésű, degradált radarváltozatot kapták meg – F-15E változatoknak feleltek meg. Az üzlet akkori áron 9 milliárd dollárba került, ami az addigi legnagyobb értékű külföldi fegyvereladást jelentette az FMS programok között. 48 gépet csapásmérő feladatkörre optimalizáltak, megkapták a korszak csúcstechnikáját jelentő LANTIRN lézeres célmegjelölő rendszer mindkét konténerét. (Lásd a Haditechnikai összefoglalóban.) Az első F-15S 1995. június 19-én szállt fel és ugyanazon év szeptember 15-én adták át a szaúdiaknak St. Louisban. Az eredeti gyártási ütem két gép/hónap volt, amit azonban anyagi megfontolások miatt havi egy gépre csökkentettek. A szállítások 2000 körül fejeződtek be, nagyjából ekkor fejeződött be a C/D gépeken a MSIP modernizáció.

³⁵⁸ Szokás szerint ebben sem egyeznek a források, 20 és 24 darabos mennyiséget is említenek. Igen jellemző, hogy a 20 darabos mennyiséget emlegető kiadványban a szériaszámok stimmelnek, de az összeszámolás során már hibát ejtett a szerző...

³⁵⁹ Ezek szerint ezeket nem kapták meg, tehát erősen butított elektronika csomaggal adták el a gépeket. Mivel ezek elsősorban támadó hadműveletek során fontosak, ahol ellenséges SAM is fenyegetést jelent ez egyértelműen utalt arra, hogy csak védelmi célokra

³⁶⁰ http://www.joebauqher.com/usaf_serials/1979.html

A sivatagi királyságban a Sas flotta további, igen masszív bővítés és modernizáció elé néz, amivel az előző, 9 milliárdos rekord is megdőlt.³⁶¹ Ez a csomag nem csak új gépeket, hanem a meglévő F-15S flotta modernizációját, és hatalmas mennyiségű hajtóművet, lézeres célmegjelölő konténereket és fegyverzet leszállítását is tartalmazza. Az SA változatok fejlesztése folyamatban van.³⁶²

Annak ellenére, hogy a szaúdiak csúcstechnikával rendelkeznek, az üzemeltetés terén személyzeti gondokkal küszködnek mind minőségi, mind mennyiségi téren.³⁶³ Az USAF több országgal tart fent pilóta csereprogramot, ami lehetővé teszi, hogy más országok légijerében tapasztalatot szerezzenek és az ottani eljárásokat megismerje néhány amerikai pilóta. Egy ilyen csereprogram kapcsán egy USAF pilóta igen vegyes érzésekkel tért haza. Ottjártakor lehetősége nyílt a legtapasztaltabb szaúdi pilóták ellen repülnie, ketten közülük 3'000 óra feletti repidővel rendelkeztek sugárhajtású repülőgépeken. Elmondása szerint az említett két pilóta tényleg a repült óráknak megfelelő kvalitásokkal bírt, ahogy ő fogalmazott „*a legjobbak közé tartozóak, akikkel valaha is módomban állt repülni, akár velük, akár ellenük (gyakorló légiharcban)*”. Azonban nem csak pozitív tapasztalatokkal tért haza. A szaúdi pilóták képességei szerinte nagy szórást mutatnak, és az átlagpilóta színvonala elmarad az USAF szintjétől. Amennyire ő meg tudta ítélni, a gyakorlatok komplexitása és hossza nem éri el a Légierőnél látott szintet. Értette ezalatt azt, hogy a Légierőn belül nem szokatlan az, hogy egy felszállás során manőverező- és BVR légiharcot is gyakorolnak és kétszeri légitankolást hajtanak végre, egyet-egyét mindkét feladat előtt. A pilóták mentális és fizikai állapota más, különösen egy agresszív manőverező légiharc után.³⁶⁴ A szaúdi pilóták jellemzően nem repülnek ennyire komplex gyakorlatot, a légiutántöltések száma alacsonyabb, repidőre vetítve „hígabb”, kevésbé intenzívek a gyakorlórepülések.

Az békebeli szolgálat során látottakon túl a Sivatagi Pajzs hadművelet alatt a RSAF egyik pilótája igen kellemetlen élménnyel gazdagította a koalíciót, ezért a Sivatagi Vihar hadműveletben a szaúdi gépek igen visszafogottan szerepeltek. Erről bővebben a 8.2. fejezetben lesz szó.

A Sasok rendszeresítése óta legalább egy tucat gépet vesztek el balesetekben, ennél pontos adattal több forrás összehasonlítása után sem tudok szolgálni sajnos. A flotta méretéhez és becsült repóráihoz képest ez nem tűnik az USAF átlagánál sokkal rosszabbnak.

³⁶¹ http://htka.hu/2011/12/30/megkottetett-a-szaudi-megazulet/www.dsca.mil/pressreleases/36-b/2010/Saudi_Arabia_10-43.pdf

³⁶² <http://goo.gl/ae1uu>

³⁶³ <http://htka.hu/2010/08/29/nincs-eleg-pilota-szau-arabiaban/>

³⁶⁴ <http://www.youtube.com/watch?v=w1f6e27iRTU> 4:30 után jól hallható, hogy milyen fizikai igénybevételt jelenthet, ez 5-10 perces légiharc órákig tartó fizikai munkával egyenértékű terhelést jelenthet.

7.3. Japán

A '70-es évek közepén gazdaságilag felívelő ország az USA egyre szorosabb szövetségese lett. Bár az F-4 Phantom II programjuk még javában zajlott, már ekkor elkezdtek az utód és egy esetlegesen párhuzamosan szolgáló vadászgép keresését a piacon. Az elsődleges cél az F-104 Starfighter gépek leváltása volt. A piac akkori méretére és sokszínűségére jellemző, hogy tizenhárom vadászgépet vettek vizsgáltak meg, ezek között volt az F-15 is. 1975 júniusában és júliusában az Edwards támaszponton kiválasztást segítő kiértékelő repülések zajlottak. A kiválasztási procedúra 1977 decemberében zárult le a győztes kihirdetésével. A döntés értelmében a Japán Önvédelmi Erők (JSDF)³⁶⁵ 187 darab gép rendszerbeállítását tervezte. Az együléses változatok típusjelzése F-15J, a kétüléseseké F-15DJ lett.

A szaúdi és izraeli megrendelésektől eltérően azonban a japánok nem teljesen „kulcsrakész” megoldást választottak, a Sasok nagy részét hazai üzemekben tervezték legyártani és összeszerelni, ahogy ez az F-4 Phantom II gépekkel is történt. A tervezett mennyiséghez képest a források elképesztően nagy szórással adják meg a legyártott gépek mennyiségét. Van olyan könyv, ami önmagának is ellentmond a törzsszövegben és a függelékben...

A források többsége 213 darab legyártott F-15J és DJ változatot említ. 12 darab DJ és 2 darab J változat még a McDD, a fennmaradó gépek többsége – 199 darab – Japánban, a Mitsubishi Heavy Industries Komakiban található üzemében készült. A források másik fele ennél kisebb mennyiséget közöl. A lenti ³⁶⁶ link szerint a teljes mennyiség 211 darab, a következő szerint³⁶⁷ 173 darab – bár ennek semmit sem hinnék el, gyakorlatilag egyetlen változat legyártott mennyisége sem egyezik semmilyen más forrással – a következő állítása szerint³⁶⁸ meg 223 darab a J és DJ gépekből leszállított mennyiség. A hab a tortán az Eagle Engaged könyv, ahol a szövegtörzsben 213 darab gépet említ, aztán a könyv függelékében meg összesen csak 164 darabos hazai gyártást tüntet fel. A 213 darabos mennyiség – 169 darab F-15J és 44 darab DJ – fordul elő a legnagyobb gyakorisággal, ezt tekintem mérvadónak. A gépek gyártása 1998-ban befejeződött.

Az McDD által legyártott gépek 1980 júniusában és júliusában elkészültek, amiket az Edwards támaszponton próbáltak ki. A két F-15J együttesen harminckilenc felszállást teljesített, a tesztek között éleslövészet is szerepelt, ezek után 1981 márciusában repültek át Japánba (Peace Eagle program). A kétüléses változatok leszállítása 1981 decemberéig megtörtént. Az első nyolc Japánban gyártott gép még erős amerikai segítséggel készült, „kitekből” szerelték össze a gépeket. Az első helyben összeszerelt Sas 1981. augusztus 26-án szállt fel. 1990-ben a gépek darabárát (unit cost) 55 millió akkori dollárra becsülték, ami jóval meghaladta az USAF által vásárolt gépekét. Ez volt az ára a saját ipar felfuttatásának, a licenzgyártásnak. A gépeket teljes egészében Japánban gyártották, azonban az egyes főbb elemek gyártástechnológiáját – például a hajtóműveket – megvásárolták.

A hazai gyártás miatt a gépek elektronikai és önvédelmi rendszere eltér a többi exportált géptől, japán fejlesztésű elektronikával készültek. Az AN/ALQ-135 helyett J/ALQ-8, az AN/ALR-56 RWR helyett a J/APR-4 rendszerrel bírtak. Annak ellenére, hogy a beépített elektronikai zavaróeszköz eltérő, a '90-es években az antennák elrendezése igen hasonló volt az USAF gépeihez.

A japán gépek rendelkeznek adatátviteli rendszerrel, de annak képességei csak a földi radarhálózat által irányított elfogásra alkalmasak, nem mérhető képességekben vadászgépek és központ között felépített

³⁶⁵ *Japanese Self Defence Force*

³⁶⁶ <http://www.aerospaceweb.org/aircraft/fighter/f15/>

³⁶⁷ <http://www.aeroflight.co.uk/aircraft/types/boeing-f-15-eagle.htm>

³⁶⁸ http://www.airvectors.net/avf15_2.html#m5

hálózathoz, amire az USAF gépek képesek voltak (még, ha csak igen kevés gép volt rá képes). Az adatkapcsolaton keresztül érkező adatokat a HUD és a VSD kijelzőkön jelenítik meg a MPCD hiányában. Mai napig a japán gépek kb. felén található csak meg ez a kijelző, a flotta másik felének műszerfalán még a régi elektromechanikus fegyverzetkezelő panel használatos. Azokon a gépeken, ahol rendelkezésre áll az új kijelző, a funkciója korlátozott, egyfajta fejlettebb fegyverzetkezelő panelként használatos, nincs adatkapcsolaton keresztül kapott információ megjelenítés és semmi egyéb „extra”. (Valószínűleg a fejlettebb BIT is használja a MCPD-t az amerikai C/D és MSIP gépekhez hasonlóan.)

Összességében a japán gépek képességei a korai 'C/D' változatokéhoz voltak hasonlóak. A MSIP program szoftvermódosításait kb. 30-40 gép kapta meg. A MSIP műszaki tartalma kicsit homályos, hiszen a gépek szenzitív elektronikai rendszereinek egy része japán, tehát az amerikai fejlesztés ezekre nem vonatkozhat.

A japán pilóták G ruhája, mentőkészlete, ejtőernyője és sisakja is eltér az amerikaitól, mind hazai gyártású. Ezt valószínűleg az átlag japán pilóta eltérő testfelépítése (magasság és tömeg) is indokolhatja.

A japán gépek kezdetben F100-PW-100 hajtóművet kaptak, ezeket az IHI Corporation gyártotta. Az F100-PW-100 erőforrások cseréje 1991/92 táján kezdődött a -220 változatra, 1996 után már a -220E változatokat építették be a régebbi hajtómű helyett. (Arról nincs adatom, hogy mekkora mérvű amerikai segítséggel valósult ez meg.) 2007-re a flotta nagy része – az arányt nem részletezi pontosan a forrás – megkapta az újabb hajtóművek valamelyikét, azonban a kiképző alakulatnál néhány gép még mindig az -100 változattal repül.

A japán Sasokat a fegyverzetet leszámítva – lásd a légiharc-fegyverzetet taglaló fejezetben – a rendelkezésre álló adatok szerint elkerülte a komoly korszerűsítés.³⁶⁹ A radar gyakorlatilag még mindig a '80-as évek eleji színvonalat képviseli. A pilóták mai napig nem rendelkeznek JHMCS, vagy azzal egyenértékű rendszerrel, ahogy éjjellátóval sem.³⁷⁰ Annak ellenére, hogy az első F-4EJ-vel repülő alakulat átfegyverzése már 1986-ban megtörtént az új vadászgépre, az F-4EJ Phantom II mai napig – bár egyre csökkenő mennyiségben – még mindig használatban van.

Justin „Ringo” Fletcher őrnagy hasonlóan a szaúdi gépeknél említett módon csereprogram keretében szolgált Japánban, még 2006-ban. Az ő tapasztalatai szerint annak ellenére, hogy egyes japán pilóták többet repülnek, mint az amerikaiak, a képességeik nem egészen mérhetőek hozzájuk.³⁷¹ Elmondása szerint a japán pilóták hozzájuk képest elenyészően kevés manőverező légiharc tréningen vesznek részt, többnyire csak elfogásokat vagy a BVR légiharcot gyakorolják. Ezt az Aranysasban néhány éve megjelent F-16 pilótakiképzésről szóló cikksorozat is megemlíti, ahol egy japán pilóta is részt vett. Arra a kérdésre, hogy hogyan lőtték le imitált manőverező légiharcban olyan gyorsan azt mondta, hogy ő nem ehhez szokott, mikor „ripsz-ropsz” rárontottak a Falcon pilóták. (A szokásos vicces-nagyfiús stílusban a Súlyom-pilóták kicsit mosolyogtak is rajta.) Összességében az őrnagyot lenyűgözte a japán professzionalizmus, de egyes módszereken meglepődve, a fent említett gyakorlatok nem kellő mennyisége miatt nyilatkozta azt, amit.

³⁶⁹ <http://forum.keypublishing.com/showthread.php?t=71468&page=5> Itt található egy lista, de nem részletezi, hogy ebből mennyi valósult meg.

³⁷⁰ 2007-es adat, de azóta sem találtam arra utaló nyomot, hogy ez változott volna. Tesztekét lefolytattak, rendszerítés nem történt meg. Radar esetében ugyanez a helyzet. Két gépbe beépítettek egy fejlettebb eszközt, de ezt nem követte semmi.

³⁷¹ Naná, mi mást is mondana... :)

1983 és 1995 között 10 darab gépet vesztek el balesetekben, 1995 utáni időszakról nem találtam összefoglaló anyagot. Három további gépvesztésről találtam információt. 9 év (!) szünet után történt egy eset 2008-ban³⁷² – tehát volt egy 1999-ben is – és egy további 2011-ben.³⁷³

A JASDF is felállított agresszor századot, a gépek igen dekoratív és változatos festést kaptak az elmúlt években, ezekből néhány alatt látható. Az 5. fejezet végén, a festések ismertetésénél levő lábjegyzetben hagyományosabb mintázatok is megtalálhatóak.



³⁷² <http://www.airliners.net/aviation-forums/military/read.main/96331/>

³⁷³ <http://forum.keypublishing.com/showthread.php?t=44988&page=5>

8. Ragadozók akcióban

8.1. Sasok az olajfák földjén

8.1.1. A Baz bemutatkozik

Az 1964-ben az Arab Liga által létrehozott Palesztin Felszabadítási Szervezet (PFSZ) tevékenysége 1970-re csaknem teljesen ellehetetlenült. Az év szeptemberében ugyanis Husszein, Jordánia királya, országa elhagyására kényszerítette a szervezetet. A fegyveres harc folytatása mellett elkötelezett PFSZ egységei ekkor Libanonba települtek át. Libanon, a szomszédos Szíriához hasonlóan, az I. Világháború végétől a függetlenség 1943-as elnyeréséig francia mandátumterület volt. A szír vezetés a függetlenség kikiáltásától kezdve folyamatosan Libanon területének megszerzésére törekedett. Libanon stabilitásának megingatása érdekében a sírek folyamatosan szították a keresztények és muszlimok közötti ellentétet.

A PFSZ Libanonba települését követően a vallási ellentétek még tovább éleződtek, a felekezetek között hat évig tartó harc bontakozott ki. A polgárháborús helyzetet kihasználva Szíria 1976-ban megszállta a ország nagy részét. Ezzel Libanon-szerte megerősödtek a muzulmán csoportok, ami a PFSZ-t Izrael elleni gerillaháborújának kiterjesztésére bátorította. Március 11-én a Fatah tizenhárom fegyverese szállt partra az izraeli Magaan Michael város közelében. A Libanonból induló palesztinok motorcsónakjaik elhagyása után a közeli országúton elfoglaltak egy buszt. A jármű visszafoglalására indított izraeli akció (melyet a későbbi miniszterelnök, Ehud Barak vezetett) során kilenc terrorista mellett harmincnyolc utas is életét veszítette, több tucatnyian pedig megsebesültek.³⁷⁴

A terrorakcióra válaszul az izraeli hadsereg (IDF) március 15-én megindította a Litani hadműveletet, melynek célja a PFSZ erőinek távoltartása volt Izrael határától Dél-Libanon megszállása révén. Az IDF alakulatai hat nap alatt elérték kitűzött céljaikat, majd a libanoni keresztény kisebbségre támaszkodva zárt biztonsági övezetet hoztak létre a határ mentén. A Litani-hadművelet ideje alatt a Duplafarkú század a földi erők és a csapásmérő kötelékek biztosítására harci őrzőparancsokat (CAP) teljesített Dél-Libanon légtérében. Az izraeli sajtó nagy figyelmet szentelt a Baz tűzkeresztségének, a tudósításokban kiemelve, hogy a vadászoknak 'légi radarállomásként' is hasznát vette a légierő (IDF/AF).

A Baz tényleges légiharcokban való bizonyítására azonban végül csak egy évvel később került sor, mivel a Litani hadművelet idején sem a libanoniak, sem a sírek nem kockáztatták meg harci gépek emelését az izraeli légierő ellen. Ez a helyzet azonban radikálisan megváltozott 1979. áprilisára, amikor az arab országok körében általános felháborodást kiváltó izraeli-egyiptomi béke megkötésére válaszul – tizenhat nappal az aláírást követően – a Szír Légierő vadászai elkezdtek berepülni az addig az IDF/AF felségterületének számító libanoni légtérbe.

A libanoni és a szír határ mentén telepített kiterjedt radar- és elektronikai felderítő hálózatoknak köszönhetően az izraeliek pontos – és, ami fő, valós idejű – helyzetképpel rendelkeztek a Szír Légierő Libanon feletti tevékenységéről. Mindemellett fejlettebb zavarórendszereiknek köszönhetően arra is képesek voltak, hogy a döntő pillanatban megvakítsák a szír radarokat és elvágják a Szír Légierő vadászgépei és földi rávezetői közötti kapcsolatot.

Információs fölényére építve az IDF/AF nem csak a csapásmérő gépek hatékony kíséretét (protective CAP) tudta biztosítani, hanem egyszersmind csapdát is állíthatott a szír elfogóvadászoknak (ambush attack). A rajtaütések végrehajtása rendszerint három vadászköteléket vett igénybe. Az első a csapásmérők közvetlen biztosítását látta el, a második távolabb repülve várakozott, míg a harmadik egy közeli bázison állt

³⁷⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Coastal_Road_massacre

készültségben.³⁷⁵ Maga a felállítás tehát egyszerű volt, a taktika sikerességét valójában két nehezen számszerűsíthető tényező biztosította. Egyrészt az, hogy a légierő e rajtaütésekre kizárólag a legtapasztaltabb – gyakran már több légygőzelemmel rendelkező – pilótáit küldte, másrészt pedig az, hogy ezek a bevetések mindig prioritást élveztek, azaz végrehajtói mögött minden alkalommal ott állt a teljes izraeli felderítő- elektronikai hadviselési arzenál támogatása.

Habár az IDF hajózái kezdettől fogva szívesen megütköztek volna a szír gépekkel, a légierő vezetése kivárt. 1979. június 27-én, két hónappal a berepülések kezdete után, az egyre bátrabbá váló szír pilóták végül megkíséreltek elfogni egy, a PFSZ állásait támadó izraeli köteléket. A csapásmérők közeli kíséretét aznap Benny Zinker századparancsnok vezetésével a Duplafarkúak négy Sasa látta el. Zinker kísérője Moshe Melnik, a légierő vadász kiképző századának parancsnoka volt, míg a 3-as számú gépet Eitan Ben-Eliyahu, a Duplafarkúak előző századparancsnoka vezette. Ben-Eliyahu kísérője a rangidős századparancsnok-helyettes, Zoel Feldsho volt. A távoli kíséretet biztosító kötelék Yoram Peled – a másik századparancsnok-helyettes – és Guy Golan két F-15-öséből, illetve két Kfirből állt.

Az izraeli lehallgatóállomások tanulsága szerint a szír radarok 11:07-kor mérték be az IDF gépeit. A szírek három MiG-21-es köteléket vezettek célra, de az izraeli gépek visszahúzódása után az arab földi irányítók a MiG vadászgépeiket is visszafordították. 11:20-kor azonban a szírek újabb célokat derítettek fel és a huszonegyeseket újra elfogásra utasították. Egy perccel később az IDF zavaróeszközei minden kommunikációs csatornát elváltak a MiG-ek és a vadászirányítók között, így hiába észlelték hamarosan az utóbbiak a Sasok jelentette veszélyt, nem tudták figyelmeztetni a vadászokat.

A MiG-ek közelébe elsőként érő Zinker és Melnik radarjai gyorsan befogták a szír gépeket. A Sas első légi harcának nyitányaként mindketten egy-egy AIM-7F rakétát indítottak látótávolságon túlról. A Sparrow rakéták azonban célt tévesztettek és az ellenfelek hamarosan látható közelségbe belülrre kerültek egymástól. A huszonegyeseket Melnik pillantotta meg először, így az IDF/AF előírásainak megfelelően ő vette át a géppár parancsnoki szerepet. Melnik ezután egy Python 3-as rakétát indított az egyik szír gépre. Miközben tovább közeledett ellenfeleihez, második rakétája célba talált és kettétörte a Sas mögötti MiG-21-est.

Bár Melnik addigra Phantom II vadásszal már 5,5 légygőzelmet elért ász volt, a lángoló gép látványa annyira magára vonta figyelmét, hogy teljesen megfeledkezett a másik szír vadászról. Szerencséjére azonban az első géppár hátát biztosító Zoel Feldsho egy AIM-7F-el még azelőtt megsemmisítette a MiG-21-est, hogy az tüzelőhelyzetbe került volna Melnik mögött.

A Yoram Peled vezette Sasok és Kfirek ekkor Melnikék mögött 30 mérföldre, alacsony magasságon őrzáratoztak. Eredeti utasításait figyelmen kívül hagyva a távoli kíséretet ellátó kötelék az első összecsapás után azonnal a másik négy szír vadász elfogására indult. Mire megkapták a földi irányítás (GCU) utasítását a második szír egység megsemmisítésére, gyakorlatilag már a nagy magasságban az első AIM-7-eseket éppen ekkor indító Melnikék alatt repültek. Mivel a GCU nem szabta meg, hogy ki melyik ellenséges gépet támadhatja, Peledék azonnal harcba vetették magukat, amint az első kötelék rakétái célt tévesztettek.

³⁷⁵ A Baz kiemelkedő teljesítménye miatt természetesen a Duplafarkú század volt a Libanon feletti CAP-ek főszereplője, ám a többi vadászalakulat harci szellemének fenntartása érdekében az IDF gépei általában vegyes kötelékekben repültek a rajtaütéseket. Egy-egy ilyen kötelék általában a vezér és kísérője F-15-ből (1-es és 2-es gép), valamint a kötelék helyettes vezetőjének és annak kísérőjének Kfirjéből vagy F-4 Phantomjából (3-as és 4-es gép) állt.

„Két, jobbfordulót végrehajtó 21-est megpillantva arra jutottam, hogy mindkettőt lelőhetem, szépen egymás után. Már elkezdtem utánuk fordulni, mikor észrevettem, hogy egy magányos Baz üldözi őket. Mivel én jobb pozícióban voltam, mint az ismeretlen F-15 pilótája, egy AIM-9G rakétát indítottam a hátul repülő MiG-re. A Sidewinder épp akkor találta el a célt, amikor a másik Sas is tüzelni készült. A Baz pilótáját nyilván meglepte célpontja megsemmisülése, de gyorsan a vezér huszonegyes után fordult - és a 20 mm-es gépágyú rövid sorozatával le is lőtte, miközben én hátulról fedeztem.”

Peled aztán csak a leszállás után tudta meg, hogy Ben-Eliyahu volt a magányos Sas pilótája. A tűzkeresztség példátlan sikert hozott a Sasok számára, hiszen a „Duplafarkúak” pilótái a mindössze 60 másodpercig tartó közeli légi harcban összesen négy légigyőzelmet szereztek, egyet-egyét AIM-7F-el, AIM-9G-vel, Python 3-mal, és egy további gépágyúval. Egy további, megosztott győzelmet a légierő vezetése végül az egyik Sast repülő Guy Golan helyett Shai Eshelnek (Kfir) ítélte.

Kettős győzelem

A Baz rendszerbeállítása hatalmas képességnövekedést hozott az izraeli légierő számára. Ugyan a Sas által hordozható légi harc-fegyverzet gyakorlatilag megegyezett a F-4E-ével, fejlettebb elektronikájának és jobb manőverező-képességének hála mégis valódi generációs ugrást jelentett. Az IDF történetében a Baz volt az első vadász, amelynek radarja a földi irányításhoz mérhető, sőt, bizonyos helyzetekben jobb helyzetképet biztosított pilótája számára.

Az IDF/AF ezzel behozhatatlan előnyre tett szert a Szír Légierővel szemben. A Szír Légierő számára az egyoldalú június 27-i összecsapás nyilvánvalóvá tette, hogy a MiG-21-esek reménytelenül elavultak, így a számukra elérhető legjobb gépeket, a MiG-23MSz-eket (Flogger-E) küldték Libanon fölé a PFSZ-célpontokat támadó izraeli csapásmérők és az őket támogató felderítők ellen. Az egyik Flogger hamarosan kis híján le is lőtt egy RF-4E-t. A felderítő csak intenzív manőverezéssel és jó adag szerencsével tudta elkerülni a rá indított három rakétát.

Az IDF/AF e támadásra válaszul szeptember 24-ére újabb rajtaütést készített elő. Benny Zinker vezetésével egy Baz géppár játszotta a csali szerepét, míg a kíséretet Avner Naveh századparancsnok-helyettes négygépes köteléke adta. A szírek két MiG-21-et küldtek Zinkerék elfogására, négyet pedig Naveh köteléke ellen. 77 másodperccel az összecsapás kezdetét követően a Sasok pilótái a hatból négy huszonegyest lelőttek. Naveh volt először eredményes egy Python 3-al, majd Dedi Rosenthal és Relik Shafir lőtt le egy-egy MiG-et AIM-7F-el, illetve AIM-9G-vel. Végül Naveh ért el még egy győzelmet egy jól célzott 20 mm-es sorozattal.³⁷⁶

Az első Baz veszteség

Az elsőként átképzett Baz-pilóták egyike, Guy Golan négy nappal később éjszakai készséget adott a sűrű köddel borított Tel Nof bázison. Golant szeptember 29-én, hajnali fél háromkor emelték egy végül eredménytelenül végződő elfogásra. Mindössze 20 perc repülést követően, a Tel Nof támaszpontra visszatérőben, a gép átesett és lezuhant. Golan nem élte túl a becsapódást. A vizsgálat nem tárt fel műszaki hibára utaló jeleket a 676-os gépen,³⁷⁷ így a katasztrófát pilótahibának nyilvánították.

³⁷⁶ Naveh, az első kétgyőzelmes Baz-pilóta, később még három MiG felett diadalmaskodott, Shafir pedig később az egyetlen izraeli pilóta lett, aki F-15-ön és F-16-on repülve is elért légigyőzelmet.

³⁷⁷ A 676-os egyébként az eredményes gépek egyike volt az öt nappal korábbi összecsapásban.

További összecsapások

1979 októberétől az IDF/AF csaknem egy évre felfüggesztette a libanoni PFSZ-célok elleni légitámadásokat. A Sasok addigra a 9-0-ás győzelmi aránnyal kivívták a Libanon feletti légi fölényt, így az izraeliek csökkenő aktivitását követve a Szír Légierő is visszafogta Libanon feletti tevékenységét. A szírek eddigre teljes tudatában voltak a Baz MiG-21 feletti dominanciájának, illetve az izraeliek fölényének a vezetési és irányítási rendszer terén. Ezen a helyzeten azonban a MiG-23-asok és MiG-25-ösök bevetésével sem változtatathattak érdemben, hiszen az újabb MiG vadászok csupán korlátozott mennyiségben álltak a Szír Légierő rendelkezésére, ráadásul még ezek sem érték el a Sasok harcértékét. Az igazság az, hogy ebben az időszakban a Szovjetunió semmit sem tudott felajánlani szövetségeseinek, ami ellensúlyozhatta volna az F-15 fölényét. Sőt, annak ellenére, hogy papíron a MiG-23MSz újabb gép volt, annyira degradált változat volt, hogy harcértéke alig múlta felül a MiG-21bis vadászt. (Lásd később az Öböl-háborúval foglalkozó fejezetben.)

Egy PFSZ-akcióra válaszul aztán Izrael 1980. augusztus 19-én újraindította a palesztin szervezet bázisainak bombázását, így a Sasok következő légi harcára is hamarosan sor került. Augusztus 24-én délután a szírek négy MiG-21-est vezettek két izraeli felderítő RF-4 Phantom elfogására Dél-Libanon felett. Az RF-4 gépek kíséretét ellátó vegyes F-15 és Kfir kötelék vezére az elől repülő köteléket próbálta meg elfogni, de a két MiG kitért a harc elől. Kísérőjének, a 696-os lajstromú Bazt repülő Ilan Margalitnak azonban több szerencséje volt a másik két huszonegyessel: a továbbra is közeledő géppár vezérét gond nélkül eltalálta AIM-7F rakétája.

E későnyári összecsapást követően a szírek nem próbálkoztak újra az izraeli gépek elfogásával egészen az év utolsó napjáig. December 31-én a Szír Légierő négy huszonegyest emelt a PFSZ-célpontokat támadó izraeli csapásmérők ellen. A vadász kíséretet ellátó két Baz és két Phantom közül először a kísérő (646-os) Sas vezető Yair Rachmilevic lőtt le egy MiG-et Python 3-assal. Egy másik MiG-21-re az egyik Phantom és a köteléket vezető Yoav Stern (696-os Baz) összesen négy AIM-9G-t indított, amelyek közül egy-egy talált is, így ezt a győzelmet a két pilóta megosztva kapta.

Az első MiG-25 skalp

A szírek egyre növekvő veszteségeik ellenére sem akarták teljesen átengedni a Dél-Libanon feletti légtérrel az izraelieknek. A Szír Légierő bármilyen halvány esélyt kész volt megragadni egy légi győzelem eléréséért, ezért a legkönnyebbnek ígérkező zsákmány, a fegyvertelen RF-4 felderítők megsemmisítésére elsődleges prioritásként tekintettek. A gyorsan és nagy magasságban repülő Phantomok elfogása azonban csaknem lehetetlen feladatnak bizonyult a mindössze kis hatótávolságú infravörös irányítású rakétákkal felszerelt MiG-21-esek számára, még az elméletileg sokkal veszélyesebb MiG-23MSz gépek sem tudtak sikert felmutatni a felderítőkkel szemben, ugyanis nem rendelkezett BVR képességgel. Ennek fényében nem meglepő, hogy 1979-ben Szíria lett a Szovjetunióból beszerezhető legjobb elfogó vadász, a MiG-25P első külföldi megrendelője. Amint az arab pilóták 1980 végére megfelelő jártasságot szereztek a Foxbaton, a légierő azon nyomban harcba küldte őket a felderítők ellen.

Az Izraeli felderítés folyamatosan nyomon követte a MiG-25-ösök tevékenységét. Amikor az általuk jelentett kockázat elért egy kritikus szintet, az IDF vezetése 1981. február 13-ára újabb rajtaütést készített elő. A csali ezúttal is egy RF-4 volt, amelyet 672-es lajstromú gépben helyet foglaló Benny Ziner századparancsnok vezetett duplafarkú-kötelék kíséretében. A földi rávezetés segítségével Ziner már 70 mérföldről befogta a Phantom elfogására érkező szír vadászgépet, Ziner ekkor a Genezáreti-tó felett repült. Miközben a felderítő visszafordult – az Sas géppár ekkor már kb. 25 km-re északabbra, Kiryat Shmona felett járt –

Zinker 50 ezer lábra (~15 km) emelkedett, majd elkezdett visszasüllyedni, hogy földhátteren kívül tartsa a szír gépet. Mikor a távolság 25 mérföldre csökkent, egy AIM-7F-et lőtt ki a közeledő MiG-25-re, majd 21 mérföldről még két Sparrow rakétát indított. Zinker már Szíria felett repült, amikor a szír vadász pár pillanat múlva egy hatalmas tűzgömbben megsemmisült. Azt, hogy MiG-25-öst lőttek le, azt csak két héttel később erősítették meg.

A F-15 igen magas ára miatt az IAF ugyanúgy egy vegyes vadászgépflootta üzemeltetésére volt kényszerítve, ahogy az USAF. A Sasok mellé 75 darab F-16A/B gépek szereztek be. Az F-16 gépek közeli légiharc képessége bizonyos szempontból még az Sasét is meghaladta. Az első Sólymokat – Izraelben „Netz” néven állították szolgálatba őket – 1980 júliusában vehették át, és amint lehetett, be is vetették őket Libanon felett. 1980 elején IAF csak egyetlen 4. generációs géppel repülő alakulattal rendelkezett, 1981 végére azonban ez már négy századnyi erőre nőtt. Az Irán által megrendelt gépeket az iráni forradalom miatt nem szállították le, ezekből a gépekből is kapott Izrael, így volt lehetséges az alakulatok gyors át- illetve felfegyverzése. 1981 folyamán F-15-tel kettő, míg F-16-tal három légigyőzelmet arattak az IAF pilótái bár azt hozzá kell tenni, hogy ebből két győzelem egy Mi-8 géppár lelövését jelentette, ami nyilvánvalóan nem akkora fegyvertény, mint egy vadászgép elleni siker.

Oszirak

Az Egyiptommal történő békekötés után az arab világ elvesztette az Izrael elleni háborúk során a legnagyobb terhet viselő országot. Ennek betöltésére nem igazán akadt jelölt. Irak ugyan bizonyos fokú segítségadással részt vett a korábbi háborúban, de mivel messze esik Izraeltól és nem is határos vele, ez korlátozta lehetőségeit. Ettől függetlenül Szaddam Husszein nem tett le arról, hogy országát jelentősebb tényezővé tegye, és ennek egyik lehetséges útja az volt, hogy Irakot atomhatalommá teszi. Ehhez azonban szükséges volt az ahhoz szükséges ipari háttér kiépítése, ehhez a franciáktól kaptak segítséget.³⁷⁸ A reaktorokat 1979-ben kezdték el építeni Bagdad közelében, attól délkeletre. Izrael finoman szólva nem örült ennek a fejleménynek, nem ringatták magukat abba a hitbe, hogy Husszeinek békés céljai lennének az erőművel. Először diplomáciai eszközökkel próbálták meggátolni az üzletet, de mivel ez sikertelennek bizonyult, nem maradt más hátra, a politikai vezetés katonai megoldás mellett döntött. Az első reaktor beindítását 1981 végére saccolták, még azok üzembe helyezése előtt el kívánták pusztítani, elkerülvén a nagymértékű radioaktív szennyezést.

Akkoriban csak néhány tankerral rendelkeztek, ezen felül még egy maroknyi A-4 Skyhawk „buddy-buddy” konténerrel volt képes légitankolásra. Az első számú csapásmérő akkor az F-4E Phantom II volt, de annak harcászati hatósugara elégtelen volt. Mivel CFT nem állt rendelkezésre a Sasok számára, így egyetlen lehetséges jelölt maradt a nagy hatótávolságú csapásmérésre, az F-16A.

Mikor megérkeztek az első Sólymok azonnal tesztelni kezdték a gép nagy hatósugarú csapásmérő képességének határait két Mk-84-es bombával. A gépek akkori szinten igen precíz ballisztikai számítógépe és fedélzeti rendszerei kis magasságból lehetővé tették a CCIP üzemmód használatával a pontos célzást – kis magasságon ez alig 10 méteres körkörös szórást jelentett – jó látási viszonyok mellett. Az F-15A/B gépek is rendelkeztek a szükséges bombacélzó üzemmóddal, amik majdnem olyan pontosak voltak, mint az

³⁷⁸ *Politikailag igen érzékeny téma az, hogy mihez is nyújtottak segítséget a franciák. Ugyanis az NNPT szerződést Irak már 1969-ben aláírta és ratifikálta is. Tehát csak békés célú alkalmazása jöhetett szóba a nukleáris technológiai transzfernek. Azonban azt igen nehéz elhinni, hogy a véreskezű diktátornak csak (?) békés céljai voltak az atomtechnológiával. Ha az infrastruktúra kiépült és már üzemel a reaktor, akkor a szerződés megszegése árán Irak képes lett volna plutóniumot termelni a reaktorokkal. Persze ennek valószínűleg lett volna politikai/gazdasági ára is, de az már erősen a „mi lett volna, ha” eszmefuttatás...*

Sólymoké. A IAF parancsnokának ezért a Baz század parancsnoka kifejtette a légierő parancsnokának (David Ivry), hogy a Sas lenne a legalkalmasabb a csapásmérésre. A főparancsnok azonban rámutatott egy „apró” problémára. Legyenek bármilyen csodálatosak is az Baz képességei, azonban addig az időpontig – 1980 eleje/közepe – összesen csak 9 darab illeszkedő póttartályt adtak át. Ez azt jelentette, hogy legfeljebb négy darab Sas vehetett volna részt csapásmérőként, gépenként 2-2 darab Mk-84-gyel a szárnyuk alatt. A rendelkezésre álló gépek száma elégtelen volt a célpontok mennyiségéhez képest.

Az akkor zajló iraki-iráni háborúban Irán már a konfliktus elején, 1980 szeptember végén is támadta már az épülő erőművet, részleges sikerrel. Két F-4E által ledobott 12 db Mk-82 túl gyengének bizonyult a „kemény” célpontozáshoz képest. Ez jó és rossz hír is volt az IAF számára, mert bár késleltette az üzembe helyezést, de így az irakiak ezután így várhatólag erősebben védték a célpontot. Abból a szempontból szerencsés volt, hogy némi csereüzlet keretében – ellenségem ellensége a barátom vezérfonál mentén – Irán Izrael számára átadta a rendelkezésére álló felderítési adatokat, így az izraeliek jobban felkészülhettek a támadásra.³⁷⁹ A magasabb szintű védelem feltételezése azzal járt, hogy a csapásmérő kötelék mellé kísérő vadászgépeket is szükséges biztosítani, így az Sasokra hárult ez a feladat. A tervek szerint hat darab F-15 (3x2) kísérte el a nyolc (2x4) F-16-ost, a támadást 1981 május elejére tervezték, amit többszöri halasztás után 1981. július 7-én hajtottak végre.

*Itt van egy kis zavar, ugyanis nem igazán magyarázza meg, hogy honnan lett hirtelen elég CFT hat gépre. Az eredeti szövegben „CFT packs” kifejezés szerepel, ami szerintem kilenc **készletet** takar, tehát 9-9 darab bal- illetve jobboldali illeszkedő tartályt. Azonban ebből nem világos, hogy hogyan vezette le a forrás, hogy csak négy darab F-15-öt lehetett volna bevetni. Az is lehet, hogy 4+4 kísérő vadással és csapásmérővel számoltak, csak a felét elhagyta, vagy magától értetődőnek tartotta a szerző.*

A másik lehetséges megoldás, hogy valóban csak 9 db tartály volt 1980 elején. Ez esetben az jön ki, hogy a bal- és jobboldali tartályokból nem azonos mennyiség volt, ami meglehetősen furcsa. Hat darab rendelkezésre álló Sas 1981 közepén azonban csak úgy volt lehetséges, ha időközben szereztek be még tartályokat és további gépeket alakítottak át, mert az A/B gépek átalakítás nélkül nem tudták használni azokat. Erről azonban a forrás egy szót sem ejt...

A vadászkiéretként kijelölt gépek személyzete és általuk hordozott függesztmények korántsem voltak átlagosak. A Baz kötelék vezére Moshe Melnik, a kísérője Benny Zinker volt. Melnik F-15B-vel repült, a WSO a hátsó ülésben Yair Rachmilevic volt. A két gép teljes légiharcfegyverzettel, négy AIM-7F és négy AIM-9G rakétával indult útnak. A másik kétgépes kötelék F-15B gépe elektronikai zavarókonténerrel és különleges, csak a bevetés miatt beépített nagyfrekvenciájú kommunikációs rendszerrel volt ellátva, aminek az antennáját az kabintető oldalára ragasztották fel. A hátsó ülésen Aviem Sella az IAF/IDF Harcászati Részlegének (Operations Department) ezredese volt. Ez az F-15 működött átjátszó állomásként a parancsnokság és a támadó kötelék között. A harmadik kétgépes Sas kötelék pilótái Eitan Ben-Eliyahu és Yoram Peled voltak. Látható, hogy igencsak elit csapatot küldtek, a fenti nevek többségével már találkozhatott az olvasó a gép rendszeresítése és tesztelése kapcsán. A bevetés gyakorlatilag eseménytelenül telt a Sasok számára, semmi dolguk nem volt, iraki vadászokkal nem találkoztak, a légvédelem sem volt aktív.

³⁷⁹ További részletek olvashatóak előkészületekről illetve magáról a bevetésről az Aranyas 2011 novemberi számában.

Az második MiG-25 skalp

Az Oszirak elleni támadás politikai hullámai még el sem ültek, Izrael tekintete újra dél Libanon felé fordult, folytatta a PFSZ bombázását. A bombázások hevesége július folyamán egyre nőtt. A Szír Légierő egyetlenegyszer próbált csak közbelépni, ami az elfogásra küldött MiG-21 elvesztésével járt, ezt egy F-16A lőtte le. Július végén az USA nyomására fegyverszünet lépett életbe a PSZF és Izrael között, a légitámadásokat Izrael leállította, a felderítő berepüléseket azonban csökkentett intenzitással, de folytatták Libanon felett.

A Szír Légierő megint csak alkalmat látott abban, hogy megmutassa azt, hogy képes visszavágni – a PFSZ elleni csapásokat nem tudta megakadályozni – ezért ismételt az RF-4 felderítőket elfogásával próbálkoztak. 1981. július 29-én 2-2 MiG-21 és MiG-25 vadászgépet irányítottak egy feladatát éppen befejező izraeli felderítő ellen. Természetesen a Sasok szokás szerint készen álltak. Shaul Simon a 673 oldalszámú gépben egy AIM-7F rakétával le is szedte az egyik MiG-25-öt. A szír gépek nem sokkal a rakéta becsapódása előtt váltak szét. A két MiG-21-es keletre, a szír határ felé repült, a Sasok nem érték őket utol, ezért visszafordultak Izrael felé.

A másik Foxbat még nem adta fel, türelmesen arra várt, hogy mikor fordulnak vissza az izraeli gépek. Amikor azok dél felé fordultak akkor szír pilóta utánuk fordult és nagy sebességre gyorsítva két rakétát indított, amik elől az izraeliek sikeresen kitértek. A Sasok visszafordultak és megpróbálták utolérni a szír pilótát, de az nagy magasságban kihasználta a nagyobb sebességét, a Sasok bottal üthették a nyomát.³⁸⁰ 1981 végére a Sasok 10,5 MiG-21-est és két MiG-25-öst lőttek le.

8.1.2. Békét Galileának hadművelet³⁸¹

1982. június 3-a estjén három arab férfi közeledett a londoni Dorchester Hotel felé, ahonnan Shlomo Argov, Izrael nagy-britanniai nagykövete éppen egy díszvacsoráról távozott. Az egyikük előhúzott egy pisztolyt és közvetlen közlőről fejbe lőtte a nagykövetet. Argov súlyosan megsérült, és bár túlélte az esetet, csak három hónap kóma után tért magához és részlegesen lebénult. A merényletet az Abu Nidal terrrorszervezet követte el, ami a PFSZ-nek is ellensége volt.³⁸² Ennek ellenére a merénylet jó ürügy volt arra, hogy a PSZF elleni hadműveletet indítsanak Libanonban. Izrael 24 órán belül „válaszcsepásokat” indított Libanon területén PSZF célpontok ellen, ami lényegében az 1981 júliusa óta fennálló tűzszünet végét jelentette. A légitámadásokra rakétatámadásokkal válaszolt a határ közelében található izraeli települések ellen, az első bombatámadások után ez a fajta ütésváltás folytatódott a felek között. Izrael mozgósította szárazföldi erőit is és felkészült a Libanon területére történő bevonulásra. A hadművelet célja a nyilvánosság felé pusztán annyi volt, hogy 40 km mélységű ütközőzónát hozzanak létre, hogy az Izrael elleni rakéta- és aknavető támadások megszűnjenek. A valódi cél és a helyzet – ahogy a Közel-keleten ez megszokott – ennél jóval komplikáltabb volt. A dolog politikai és egyéb aspektusait nem részletezem mert nem tartozik szorosan témához, ám, ha valakit érdekel a közel-keleti iszapbirkózás, a lenti linken tágíthatja horizontját.³⁸³

³⁸⁰ *A történetben az a rejtélyes, hogy a MiG hogyan indított rakétát a nála alacsonyabban haladó, elvileg földhátterben levő gépekre. Az ismertetett forgatókönyv alapján az IR változat szenzorjának érzékenysége biztos, hogy kevés volt a távolságok miatt, a radarvezérlésű R-40 rakétát földhátterben elvileg nem voltak képesek használni, vagy csak rendkívül korlátozottan a MiG-25 vadászok. Ne feledjük, valószínűleg degradált exportváltozattal rendelkeztek a szírek.*

³⁸¹ *5. arab-izraeli háborúnak is szokták hívni a konfliktust.*

³⁸² *A palesztin szervezetek gyakran még egymással sem tudnak megegyezni és adott esetben még egymást is gyilkolják.*

³⁸³ http://katpol.blog.hu/2012/08/28/libanon_1982_i_resz

Szíria kezdetben igen visszafogottan és óvatosan reagált – ne feledjük, akkor Libanon elég nagy részét megszállva tartották – megpróbálta felmérni, hogy az IDF hadműveletinek mi a célja, csak a PFSZ elkergetése, vagy a szír erők kipaterolása is Libanonból egy átfogó hadművelettel. Izrael kezdetben teljesen elkerülte a szír célpontok bombázását, azonban mivel Szíria nyilvánosan elkötelezett volt a „palesztin ügy” iránt, ezért kényszerhelyzetbe került, politikailag vállalhatatlan volt, hogy ne nyújtson a PSZF számára valamiféle védelmet. Július 4-én Szír Légierőt készenlétségbe helyezték és másnapról őrjáratolni kezdtek a libanoni határ mentén, később már Libanon felett is.

A hadművelet alatt a Baz vadászok kizárólag vadászbevetéseket repültek, a csapásmérő kötelékeket kísérték – kezdetben szigorúan a Libanonban található légvédelmi egységek megsemmisítési zónáján kívül – és őrjáratoltak a határhoz közel. Jellemzően egy négygépes kötelék volt a levegőben, azonban Tel Nof támaszponton akár nyolc további gép is a készenlétségben volt tartva a megerősített betonfedezékekben, szükség esetén gyorsan képesek lettek volna felszállni.

Miközben Szíria még mindig azt próbálta felmérni, hogy mekkora léptékű is az izraeli hadművelet, addig is mindkét fél megpróbálta elkerülni, hogy bármiféle módon összeakaszkodjon a másikkal. Azonban csak idő kérdése volt, amíg a harc téren – mármint a levegőben – elő nem áll olyan helyzet, ahol az egyik fél „nem bír magával” vagy egyszerűen politikailag tarthatatlanná válik a passzív magatartás. Ez a pillanat végül július hetedikének délutánján érkezett el, délután 3 óra magasságában. Az esetre az abban résztvevő Offer Lapidot százados így emlékszik vissza:

„Bejrúttól délre őrjáratoltunk. A szír légvédelem ekkor még teljesen érintetlen volt, keletről a szír-libanoni határtól nyugat felé, egészen a Libanon hegység keleti lejtőjéig,³⁸⁴ távol tartottunk magunkat ezektől az egységektől, a tengerpart közelében repültünk. A vadászirányítók figyelmeztettek a szír vadászokra, de hamarosan a radar kijelzőjén is feltűntek. A gépek túlságosan megközelítették a csapásmérő gépeinket, ezért az rájuk vezetett bennünket. Felhős idő volt, végig a majdnem zárt felhőzet felett repültünk.

Valami miatt – már nem tudom felidézni, hogy hogyan történhetett – a négygépes kötelékünk – aminek én voltam a 4. gépe – elvesztette a célt a radaron, ami felé tereltek a vadászirányítók. Amikor már nagyon közel kerültünk a szíriai légvédelemhez, akkor visszafordultunk nyugat felé. Éppen csak befejezem a manővert, szabad szemmel kiszúrtam egy MiG-23-at, ami kicsit alattunk repült, a felhőzet felett repülve tisztán kivehető volt a gép sziluettje, a MiG minimális szárnynyilazással haladt. Ahogy mi keletről, dél majd nyugat felé fordultunk, a MiG nyugatról észak felé fordult. Befogtam a radarral, jelentettem, hogy azonosítottam a célt és készen állok a rakétaindításra. Néhány pillanat múlva megkaptam az engedélyt, majd indítottam egy AIM-7F Sparrow rakétát.

(A konfliktus alatti egyik legnagyobb probléma az volt, hogy a Sparrow rakéta képességeit nem tudtuk kihasználni az azonosítási előírások miatt, szinte mindig csak látótávolságon belül indíthattuk a rakétát vizuális azonosítás után. Számomra egy kivételes eset volt, amikor a vadászirányítás engedélyezte a rakétaindítást, de én úgy döntöttem, hogy inkább jobban megközelítem a célpontot és még nem indítok rakétát. És milyen jól tettem, mint kiderült saját gépet vettem célba...!)

Visszatérve a fenti esetre, a rakéta nem találta el a MiG-et, annak ellenére, hogy minden paraméter megfelelt a kritériumoknak és a megsemmisítési távolságon belül volt. Mikorra tudatosult bennem, hogy a Sparrow nem talált, addigra már olyan közel jártam, hogy a Python 3 rakétám indítási távolságán belül került a szír vadászgép. Kb. 1,5 mérföldnyire lehetett tőlem, úgy 1-2 ezer lábbal alattam, ami a rakéta

³⁸⁴ Lényegében az ország középső részét átszelő Bekaa-völgyről van itt szó.

számára megnehezítette a célpont követését. Rakétaindítás után villámgyorsan, keményen behúzva kelet felé fordultam, hogy ne repüljek a légvédelem közelébe és a MiG kísérőjének lőtávolóba, már ha volt olyan. Nem is láttam a légigyőzelmemet, a kötelékem tagjai erősítették meg a találatomat.”

Lapidot ezzel a hadművelet első légigyőzelmét érte el, amit hamarosan több is követett. Ugyanezzel a géppel két nappal később egy másik pilóta szintén lelőtt egy szíriai gépet, Lapidot a hadművelet alatt még egy további légigyőzelmet ért el.

Június 8-án az IAF gépei Libanon területén megkezdték a szír csapatösszevonások bombázását, azonban továbbra is csak a légvédelem megsemmisítési zónáján kívül hajtották végre a bevetéseket. Innen már nem volt visszaút, a Szír Légierő egyre nagyobb erővel lépett fel. A rádió-elektronikai háború is egy sebességgel feljebb kapcsolott, mindkét oldal próbálta zavarni a másik rádió-kommunikációját.

Június nyolcadikának reggelén ismét légiharcra került sor. Az elsőben a „Palace” hívójelű kétgépes kötelék vett részt Bejrúttól keletre, a kötelék 2-es számú gép pilótája Yoram Hoffman volt. A radar a várostól 15 mérföldnyire keletre, a Sas köteléknél alacsonyabban repülő gépet derített fel. Az érvényben levő RoE érelmében nem kezdeményeztek látótávolságon túli légiharcot, ezért megközelítették a szír vadászgépet. A vezérgép – ami történetesen egy F-15B volt – pilótája Shaul Schwartz a radar és a HUD-ra vetített célkijelölő négyzet segítségével öt mérföldről – a célpont méretéhez képest meglepően nagy távolságról – észrevette és azonosította is a gépet, amit egy MiG-21-es volt. Ekkor úgy tűnt, hogy a szír pilóta is kiszúrta a IAF vadászait, egy keményen húzott manőverrel dél felé fordult. Mindkét izraeli gép egy-egy AIM-7F rakétát indított mindössze két mérföldről, a MiG pillanatokon belül hatalmas tűzgolyóvá vált.

A második légiharcra aznap néhány órával később került sor, ekkor Shaul Simon Dedi Rosenthallal aratott megosztott légigyőzelmet, egy MiG-23-as volt az áldozatuk, itt is mindkét Sas egy-egy Sparrow rakétát indított. A Sasok mellett a Sólymok is jól dolgoztak, három szíriai gépet lőttek le. A hadművelet első 72 órájában az IAF hét MiG-21 és MiG-23 vadászt lőttek le.

Azonban a hadműveletben nem ez volt az igazán „nagy dobás”, hanem a Bekaa-völgyben levő szíriai légvédelem felszámolása. Az IAF gépei nyilvánvalóan technikai fölényben voltak a szír vadászok felett. A hagyományosan jól képzett, géppárban vagy négyes kötelékben repülő pilótákkal szemben semmi esélyük nem lehetett a magányosan vagy géppárokból harcba bocsátkozó szír ellenfeleiknek. Lapidot így fogalmazott:

„A tipikus légiharc úgy zajlott le, hogy a földi irányítás a célok felé irányított minket, radarral befogtuk és megközelítettük őket, vizuálisan azonosítottuk a célt, indítottuk a rakétát, majd kifordultunk. Néhány rakéta nem talált, de többségük igen. Manőverező légiharc nem is történt az első néhány napban.”

Mivel a valószínűleg a szírek is tisztában voltak az IAF vadászainak minőségi fölényével, és az 1973-as háborúban az új légvédelmi rendszerek súlyos veszteséget okoztak az izraelieknek, ez lehetett az oka annak, hogy a Bekaa-völgyben mennyiségileg igen jelentős (mobil) légvédelmet telepítettek – főleg Kub típusúakat (SA-6) – már a konfliktust megelőzően 1981 tavaszán. Ahhoz, hogy Izrael a Libanon feletti légi fölényt megszerezze nem a Szír légierő, hanem az országot kettészelő völgybe befészkelő légvédelmet kellett először megtörnie.³⁸⁵

³⁸⁵ <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj89/win89/hurley.html>
<http://www.southcom.com.au/~qrining/h4/scenarios/bekaa.html>

Az IAF készen állt arra, hogy megsemmisítse a légvédelmet, azonban a hadművelet további intenzitásának emelése politikailag kényes volt, és nem egykönnyen szánták rá magukat. A fegyverszűnethez képest természetesen már igen forró volt a helyzet, azonban a 1973-as háborúhoz képest még rendkívül korlátozott és kényelmes tempóban zajlott. Felmerült, hogy csak korlátozott csapást mérjenek, csak néhány légvédelmi állást semmisítsenek meg, amolyan figyelmeztetésképpen, de ezt végül elvetették és egy „mindent bele” támadás mellett döntöttek.

Mivel a Sas csapásmérő képességét nem használták ki, ezért a légvédelem elpusztításában közvetlenül nem vett részt, csak őrzáratoztak, azonban a támadást követően a szír válaszlépés miatt hirtelen főszereplővé léptek elő. A légvédelmet ért elképesztően hatékony csapást követően – a 19 légvédelmi ütegből legalább 14-et sikerült megbénítani és részlegesen megsemmisíteni – a Szír légierő tucatszám zavarta be a völgy fölé a korábban visszarendelt vadászait, hogy próbálja menteni a menthetőt. Csak aznap 25 légyőzelmeket ért el az IAF, ebből 11-et a Baz pilóták szereztek. Június 9-én az első szír gépet Ronen Shapira lőtte le még reggel, amikor egy Bejrút és Raják (Rayak) között repülő MiG-21-est talált el, még a légvédelmi rendszert ért csapás előtt. Ő így emlékszik vissza az esetre:

„A kötelékünk négyes számú tagja voltam. Reggel őrzáratoztunk, amikor a földi irányítás tőlünk 35 mérföldnyire ellenséges gépre hívta fel a figyelmünket, Bejrúttól délkeletre. Feljűk fordultunk és befogtam egy alacsonyan haladó, 650 csomóval nyugat felé tartó gépet. Jelenttem a vezérnek, aki közölte, hogy én vezetek, ő fedez. Hat mérföldnyire jártam a célponttól, amikor balra fordult, vissza kelet felé. Egészen addig nem tudtam azonosítani, amíg kb. 3 kilométernyire meg nem közelítettem, egy MiG-23-as volt. A forduló közben láttam a maximál utánégető teljesítményen üzemelő hajtómű hosszú lángcsóvját. Ekkor már tőlem balra volt a szír vadász, egy 6G túlterhelésű fordulóval ültem be mögé. 1,5 km-es távolságból befogtam a radarral, majd indítottam egy Sparrow rakétát. A rakéta keresztülhaladt egy felhőn, nem tudtam nyomon követni, ezért indítottam egy másikat. Ezután egy pillanattal később újra észrevettem az első rakétát, ami elkapta a MiG-et, a második rakéta a robbanás tűzgömbjén keresztül sűvített.”

Néhány perccel később, a kötelék másik tagja Gil Rapaport is lelőtt egy MiG-23-ast. A nap folyamán délután a Sasok további kilenc légyőzelmeket szereztek, de ezek közül néhány fegyverhasználat nélkül történt. Akkoriban ezeket győzelmeket többnyire a légi harcban résztvevő pilótának is jóváírták, régebben csak a század győzelmei közé számították be azokat. Egy ilyen kettős légyőzelmeket könyvelhettek el aznap délután. A Sasok egy MiG-21-es kötelék felé közeledtek, mire azok berepültek egy felhőbe, ami szerencsétlenségükre a közeli hegycsúcsot takarta el. Az eredmény végül két elvesztett szír vadászgép lett... Ezt a két gépet egyik pilótának sem írták jóvá, mert harcérintkezés nem történt.

A Sas bevetések különböztek az előző háborúk vadász-bevetéseitől. A régebbi vadászok alig múlták felül, vagy gyengébb teljesítménnyel bírtak, mint az arab országok szovjet gyártású vadászgépei. Tüzelőanyag kapacitásuk kisebb volt és jóval többször kellett kipurítani a gépekből a maximumot. A manőverező légi harcok után többnyire visszatértek a támaszpontra, a Sasok teljesítménye azonban annyira lehengerlő volt és olyan rövidek voltak a légi harcok – az 1973-as háború légi harcaival ellentétben – hogy azok vége után is képesek voltak folytatni az őrzáratozást.

Moshe Melnik által vezetett négygépes kötelék aznap délután négy gépet lőtt le, ezután visszafordultak az őrzárati zóna felé. Ekkor két MiG szinte a semmiből tűnt fel és egy-egy rakétát indított a Sasok felé. Szerencsére egyik sem talált, a két MiG közül az egyiket végül manőverező légi harcban Python 3 rakétával, a másikat gépágyúval semmisítették meg. (Az egész hadművelet alatt mindössze két légyőzelmeket értek el gépágyú használatával.)

A fenti légi harc során jártak legközelebb a gépveszteséghez addig légi harcban, amit csak egy aznap később bekövetkezett eset múlt felül súlyosságában. Yoram Peled egy négygépes köteléket vezetett Libanon fölé – a másik három pilóta Ronen Shapira, Eitan Ben-Eliyahu és Oran Hampel voltak. A gépek délután fél hatkor szálltak fel Tel Nof támaszpontjára, a Bekaa-völgyben levő légvédelmet ekkorra már alaposan leépítették. Felszállás után a Földközi-tenger felett észak felé haladtak, majd keletre fordultak és a Libanont kettészelő völgy felé tartottak és Raják felett őrzőjáratot kezdtek.

Nem sok idő telt el, amikor a vadászirányítás tőlük 20 mérföldnyire ellenséges vadászokat észlelt, a fenyegetésre a Sasok természetesen reagáltak. Ben-Eliyahu észlelte először a két MiG-21-et, amikor 3 mérföldre csökkent a távolság közöttük, ezáltal átvette a kötelékben a vezér szerepét. Ő és kísérője léptek akcióba, mindketten egy-egy AIM-7-et indítottak, Hampel rakétája eltalálta a célt. Ben-Eliyahu rakétája célt tévesztett, a csöves légvédelmi tüzérség egy igen pontos sorozata után kitérő manőver végrehajtása közben a Sparrow rávezetése megszakadt. A másik MiG-et Yoram Peled szedte le a 686-as oldalszámú géppel egy Python 3 rakétával. A légvédelmi tüzérsége felett zajló alacsony magasságú légi harc felkeltette a csöves légvédelmi tüzérség figyelmét, ami igazán rázendített ezután, ezért a kötelék parancsot kapott, hogy hagyja el légtér.

Miközben Shapira végrehajtotta a parancsot egy szemből közeledő MiG-21 a gépe mögé fordult, ezt Shapira is észrevette. Levette a gázt, majd nagy túlterhelésű fordulókkel a gyorsan repülő MiG-et maga elé engedte, aki túl későn reagálta le a helyzetet. Ekkor indított egy rakétát, ami nem talált, de a másodikkal indított Python 3 már jobb munkát végzett és eltalálta MiG-et, ami bár nem robbant fel, de magasságot veszítve a föld felé tartott. Shapira ekkor tipikus hibát vétett, a légi helyzetképét feláldozta a légigyőzelem igazolása oltárán, követte a gépet tekintetével, amíg az a földnek nem csapódott. Másodpercekkel a MiG lezuhanása után, egy addig senki által nem észlelt MiG egy légi harcra kitérővé vált manővert egyáltalán nem végző F-15-öt. A Sas egy R-60 légi harcra kitérővé vált talála el, a gép kigyulladt, a jobb oldali hajtómű tönkrement és le kellett állítani, viszont szerencsére – no meg a gép túlélőképességének hála – a bal viszont rendben működött. Egy hajóművel kényszeresen, de sikerült 17 ezer lábra felkapaszkodnia Shapirának, így sikerült kikerülni a légvédelmi tüzérség megsemmisítési zónájából és átrepülnie a Libanon hegység felett. Mindeközben társai fedezték az esetleges további támadástól – Peled balról, Ben-Eliyahu jobbról, Hampel hátulról követte a gépet – ezért a MiG sikeresen megpattant, nem üldözték.

A Földközi-tenger fölé érve Shapira úgy döntött, hogy nem katapultál, a Baz vezethető maradt, annak ellenére, hogy a gép folyamatosan égett. A legközelebbi izraeli repteret, a Ramat Davit támaszpontot vette célba. A leszállást óvatosan hajtotta végre fékek használata nélkül, tartott attól, hogy a fékek melegedésekor keletkező hő esetlegesen újabb tüzet szítana fel. A gépet végül a kifutópálya végén felállított biztonsági háló állította meg, ahol a tűzoltók már várták a gépet és pillanatok alatt megfékeztek a tüzet. A gépből kiszállva Shapirát elég megrázó kép fogadta. Az F-15-ös sárkányán több száz sérülés keletkezett a rakéta repeszeitől, a törzshátsórész jobb oldala alul szinte teljesen kiégett, azonban a titán válaszfal elvégezte a dolgát, a gép legfontosabb rendszerei üzemképesek maradtak. A gépet kevesebb, mint két hónap alatt kijavították, egy fődarab cseréjével megúsza az esetet, később egy fél légigyőzelmet is elértek vele.

1982. június 10-e a Sas legmozgalmasabb napját hozta, ezen a napon 13 légigyőzelmet értek el, amivel felállították a típus „napi rekordját” is. Mivel a „nehéz”, radarvezérlésű szír légvédelmet szinte teljesen felmorzsolták előző nap kora délután, ezért a Szír Légierő bevetése maradt az egyetlen opció a IAF légi csapásainak megfékezésére. Az IDF erőivel szemben az arab csapásmérő gépek – Szu-22 és MiG-23 BN vadászbombázók – és harci helikopterek is bekapcsolódtak. Bár ezek közül többet lelőttek, azonban helyi sikerek felmutatására ezek képesek voltak. Az IAF gyorsan és alacsonyan repülő Szuhoj csapásmérőket

sokszor csak a támadás végrehajtása után, hazafelé voltak képesek lelőni. A Sasok feladata változatlan maradt, azonban most már egészen Libanon felett lényegében szinte zavartalanul kísérhették a csapásmérőket, a légvédelem által jelentett fenyegetés nagyságrendileg csökkent.

A 10-én elért első sikert egy F-15B-vel érte el Avner Naveh és Michael Cohen méghozzá nem is akárhogyan, hármas légygőzelmeket értek el egyetlen bevetésen. Ez nem csak a hadművelet alatt, de mai napig egyedülálló a típussal. A triplázás azt is megmutatta, hogy a Szír légierő aktivitása csak tovább fokozódott, célokban gazdag környezetben repülhettek az IAF vadászai. Egyébként ezzel a hármassal Naveh lett az első F-15 ás, aki az összes légygőzelmét F-15-tel repülve érte el.³⁸⁶ Korábban, még 1979. szeptember 24-én két MiG-21-est lőtt le, egyet Python 3 rakétával, egyet meg gépágyúval. Nem sokkal később egy ismét csak különleges esemény történt, az egyetlen F-15 által lelőtt helikoptert semmisítette meg Ziv Nadivi, áldozata egy Gazelle volt, a győzelmet Python 3 rakétával érte el.

Bár több pilóta is ért el légygőzelmeket, azonban egyesek szerencsésebbnek tűntek a többinél, valahogy ők gyakrabban kerültek a „sűrűjébe”, míg egyes pilóták arról panaszkodtak, hogy amikor rájuk került a sor és Libanon felett repültek, mintha a szír vadászok egyszerűen felszívódtak volna. Ilyen szerencsésebb pilóta volt Moshe Melnik, szinte minden egyes bevetésén látott légiharcot, vagy ő maga is ért el légygőzelmeket. Az F-15 század egyik magasabb rangban levő pilótája Mickey Lev a kevésbé szerencsések közé tartozott, ezért Melnik úgy döntött, hogy vele repül egy bevetést, hátha a szerencséjéből ragad rá valami, Lev a kötelék 3-as számú tagja volt. A húzás bejött, ezen a bevetésen is találkozott Melnik köteléke ellenséges vadászokkal, a kezdeményezést átengedte, így Lev is megszerezte első skalpját, egy MiG-21-est lőtt le egy Python 3 rakétával. Azonban egy kis gikszer történt, a felrobbanó MiG látványa egy pillanatra megigézta Levet, aki elfelejtett kifordulni, a MiG szétrepülő darabjai közül egy nagyobb eltrafálta a pilótafülkét, ami elég rendesen összezúzta azt. A gép szerencsére komolyabb károsodás nélkül megúszta, képes volt visszatérni és biztonságosan landolni.

Ronen Shapira is a szerencsésebbek közé tartozott. Nemcsak túlélte azt, hogy előző nap kis híján ledurrantották, de 10-én ő is tovább gyarapította lelövési listáját, bár ezt nem pilótaként, hanem a 708-as számú Baz navigátoraként szerezte, a pilóta Shaul Schwartz volt. Ezzel Shapira lett az egyetlen olyan Sas pilóta, aki pilótaként és a hátsó ülésben is légygőzelmeket ért el

Érdekes, hogy az IAF gyakran küldte harcba a kétüléses gépeit. Ugye emlékszünk még, hogy az F-15 fejlesztése idején eljátszottak a gondolattal, hogy vajon egy- vagy kétszemélyes vadászgépet alkossanak? Elevenítsük fel ezt a gondolatot és nézzük meg a hadművelet statisztikáját. Az első körben beszerzett 25 darab közül mindössze 2 darab volt F-15B, azonban a hadműveletben fegyverhasználattal elért 31 lelövésből 7-et kétüléses géppel értek el. A kétüléses változattal, az összes légygőzelem 22%-át érték el, mikor az akkor már csak 24 darabos flotta 8%-át tették ki, ha nem számítjuk a seggelőtt, és így a további harcokból kieső gépet. Azt persze nem tudom megmondani, hogy a bevetéseket milyen arányban repülték az A/B változatok gépek, de ekkora különbség esetén statisztikailag nem nagyon lehet torz eredményt kapni. A hadművelet után alig két héttel szerzett dupla légygőzelmeket is egy F-15B-vel érték el, ami még tovább javítja az F-15B mutatóját. Bár lehet, hogy csak a szerencse hozta így, de nem lehet kizárni, hogy az a plusz szempár ennyit jelentett a légiharcokban, az egyetlen hármas légygőzelmeket is F-15B-vel érték el. Lehet, hogy a kétüléses F-15 volt a vadászgépek királya, csak ezt nem volt alkalma demonstrálni? Ugyanis az USAF a Sivataji Vihar alatt csak F-15C gépekkel repült Irak felett.

³⁸⁶ Volt olyan ászpilóta, aki korábban már ért el légygőzelmeket más típussal, de a Sassal repülve érte el az 5. győzelmét. Bár nem tartozik szorosan a cikk témájához, de a hadművelet alatt született az utolsó F-4 Phantom II típussal elért légygőzelem, a gép pilótája azzal a légygőzelemmel lett az utolsó Phantom II típussal repülő ászpilóta.

Június 11-én déltől tűzszünet lépet életbe, azonban délelőtt még további harcokra került sor, a Baz pilóták további öt szír gépet lőttek le. A különleges események közé volt sorolható, amikor Yoram Peled gépe 63'000 láb magasságban, még a Földközi-tenger felett repülő célt derített fel radarjával. Az információt továbbította a vadászirányítóknak, akik utasították, hogy folytassa az őrzőjáratot, és hagyja figyelmen kívül az kontaktust. Peled később jött rá, hogy egy amerikai U-2-es felderítőgéppel hozta össze a soros, ami a közelgő tűzszünettel összefüggésbe hozhatóan felderítést végzett.

Negyed órával a fenti incidenst követően a földi irányítás Rajak felett ellenséges gépeket észlelt. Peled Bejrút felett repült, amikor az alacsonyabban repülő célok már csak 25 mérföldnyire voltak keletre. A Sasok közeledésére a MiG-ek menekülni kezdtek, közelebb érve MiG-23-as vadászokként azonosították őket. Az üldözés közben nem sikerült két mérföldnél közelebb kerülni, ami a nagy sebesség miatt azt jelentette, hogy a Python 3 indítási távolságán kívül volt a célpont. Peled indított egy AIM-7F-et, de nem igazán számított rá, hogy talál is, földhátterben repülő célok ellen nem igazán remekelt még ez a Sparrow sem addigi tapasztalataik szerint. A rakéta azonban eltalálta a MiG-et, amin Peled meg is lepődött. Ezek után viszont nem sokat töprengett, a másik MiG-re is indított egy rakétát, ami szintén talált, a szír vezérgép is megsemmisült. A kettős légyőzelem után Peled lett a második Sas ászpilóta.

A „Duplafarkú” század a hadművelet ideje alatt 316 bevetést repült és 33 légyőzelmeket szerzett a két hegynél repült gépet is beszámítva. A 33 gépből 29-et légiharcra kétével lőttek le, kettőt gépágyúval. A 29 rakétával elért lelövésből 19-et Python 3 használatával értek el, a többit AIM-7-tel. Annak ellenére, hogy BVR fegyverhasználatra szinte nem is került sor, a szír légvédelem kiiktatása előtt a Sparrow rakétával elért légyőzelmek aránya 5:1 arányban felülmúlta az infravörös rakétákkal elértéket, ami június 9-ére megfordult 18:5 arányban a Python 3 javára.

Az F-16 gépek több légyőzelmeket értek el, mint a Sasok, azonban több is volt belőlük. A rendelkezésre álló gépek számára vetítve – 75 darab F-16 és 24 darab F-15 – a Sas fajlagos mutatója kb. kétszer jobb volt, a Sólýmok kb. 40 légyőzelmeket értek el.³⁸⁷ Ez nem meglepő annak fényében, hogy a Baz volt az elsődleges vadászgép. Igaz, hogy a F-15 BVR képességét erősen korlátozták, de szemből közeledő célokra mégis nagyobb távolságból indíthattak rakétát, és üldöző helyzetben is jóval nagyobb távolságról volt képest rakétát indítani, mint a csak a kis hatótávolságú rakétákkal repülő Sólýmok. A radar segítségével követték nyomon a célokat, ami lehetővé tette a közeledő gép minél hamarabbi vizuális azonosítását, hiszen tudták, hogy merre kell keresni azokat. A légiharcok jellemző magasság- és sebesség-tartományában az AIM-7F elől nem lehetett „elfutni”, a célok a NEZ-en belül voltak.

A századparancsnok, Moshe Melnik így kommentálta a hadművelet végeredményét:

„Jól küzdöttünk, és a háborút végül veszteség nélkül fejeztük be. Ez köszönhető volt a Sas kiváló túlélőképességének ...és egy kis szerencsének is.”

³⁸⁷ <http://aces.safarikovi.org/victories/victories-israel.html>

8.2. A második Öbölháború³⁸⁸

8.2.1. A konfliktus előzménye

Irak 1980 és 1988 között elhúzódó és véres háborút vívott Iránnal. Ezt részben saját olajbevételeiből, részben hitelből finanszírozta, amit a szomszédos Kuvaittól is kapott. A háborút gyakorlatilag változatlan határokkal és politikai helyzetben zárta mindkét fél, bár az iráni veszteségek jóval súlyosabbak voltak élőerő tekintetében. A háborút Irak ipara is megsínylette, ráadásul a '80-as évek közepétől az olaj ára is esett, ami Irak állami bevételeit csökkentette.³⁸⁹

1991. július 16-án Tarik Azíz iraki külügyminiszter közleményében az Egyesült Arab Emírátsokat és Kuvaitot Irak elleni „agresszióival” vádolta meg, állítva, hogy Iraknak hatalmas anyagi kárt okoztak az olajkitermelés fokozásával, ami alacsonyan tartotta a kőolaj világpiaci árát. Ezután – Virág elvtárs szavaival élve – a nemzetközi helyzet fokozódott. 18-án Irak ismételten igényét jelentette be egyes Kuvait által birtokolt területekre és azt állította, hogy a vitatott olajmezőkről 2,4 milliárd dollár értékű olajat lopott – termelt ki – Kuvait.³⁹⁰ Másnap Kuvait az Arab Ligát kérte fel, hogy segítsen a két ország közötti vitás kérdések tisztázásában és megoldásában. 23-án Szaúd-Arábia magasabb készültségi fokozatot rendelt el fegyveres erői számára. Július 25-én az USA iraki nagykövete (April Glaspie) tolmácsolta James Baker, az USA külügyminiszterének üzenetét egy Szaddam Husszeinnel folytatott találkozáson. Kijelentette, hogy az Egyesült Államoknak nincs véleménye az ügyben, és reméli, hogy a rendelkezésre álló diplomáciai csatornákon az ügyet hamar és békésen megoldják. 26-án az OPEC országok megállapodtak a kitermelési és export kvótákban, ami Irak számára elfogadhatatlan olajárat eredményezett volna. Másnap Irak nyomására módosították a kvótákat, de ők még ezzel sem voltak elégedettek. Július 31-én a az USA hírszerző szolgálatai jelentették, hogy iraki csapatok közelednek a kuvaiti határ felé. Úgy gondolták, hogy ez csak erőfitogtatás, hogy a tárgyalásokon javítsanak alkupozíciójukon. Augusztus elsején Kuvait visszautasította a Bubiyan és a Warabah szigetekre vonatkozó területi követeléseket és 5,5 milliárd dollárnyi hitel jóváírását,³⁹¹ amit Irak követelt arra hivatkozva, hogy a nyolcéves háború alatt Kuvaitot is megvédték a „perzsa hordáktól”. Irak erre kivonult a zajló tárgyalásokról.

Másnap hajnali két órakor az Iraki Köztársasági Gárda átlépte a határt, megkezdődött Kuvait iraki megszállása. A kuvaiti emír és más vezetők elhagyták az országot és Szaúd-Arábiába menekültek. A következő napon megszületett az ENSZ 660-as határozata,³⁹² amiben felszólította Irakot, hogy vonja ki csapatait és kezdjenek azonnal tárgyalásokba Kuvaittal. Augusztus 9-én Szaddam Husszeint kijelentette, hogy Kuvait nem önálló állam, hanem Irak 19-ik tartománya, a kivonulás szóba sem jöhet. Az USA befagyasztotta az amerikai pénzügyintézetekben levő iraki és kuvaiti vagyont, ezen felül megtiltotta a két országgal való bármiféle kereskedést. Az ENSZ 661-es határozata kiterjesztette a kereskedelmi szankciókat és egyben meghatározta a humanitárius kivételeket.

³⁸⁸ A források között nem egyértelmű az elnevezés. Egyes nyugati források a 2003 utáni iraki eseményeket hívják másodíknak, és az 1991-es háborút elsőnek, azonban a másik része az Irak és Irán közötti nyolcéves háborúnak adják az Első Öbölháború titulust, és az 1991-es eseménynek a kettes sorszámot. Az előbbi valószínűleg némi egoizmus eredménye. Mit nekik egy nyolcéves véres háború, ha ők nem voltak ott..

³⁸⁹ http://cdn3.chartsbin.com/chartimages/l_oau_8c93a5dc1b778e56964b4ac6bc9864bb

³⁹⁰ Amennyire ki tudtam deríteni; egyes olajmezők átnyúlnak a két ország határai alatt és a két ország közötti megállapodás szerinti mennyiséget termelhetek ki a felek. Voltak arra utaló jelek, hogy Kuvait tényleg nem tartotta be a megállapodást, azonban az, hogy ennek mértéke mekkora volt, az már számomra kideríthetetlen.

³⁹¹ Irak mai napig nem fizette vissza a hiteleket, több állam is elengedte tartozásainak jelentős részét.

³⁹² <http://www.un.org/Docs/scres/1990/scres90.htm>

Augusztus 6-án Fahd szaúdi király segítséget kért országa megvédéséhez egy esetleges iraki invázióval szemben. George Bush (idősebb) elnök elrendelte a Sivatagi Pajzs hadművelet megkezdését. (Később más országok is csatlakoztak az akcióhoz, de a külön név alatt futottak az ő katonai műveleteik.)³⁹³

8.2.2. A Sivatagi Pajzs

Az elnöki parancs után az első alakulatok megkezdtek a felkészülést az áttelepülésre a világ túlsó felére. Elsőnek az F-15C/D változatokkal rendelkező egységeket riadóztatták, egy esetleges iraki invázió esetén ezek akadályozták volna meg azt, hogy az iraki légierő támogassa a szárazföldi csapatok előrenyomulását, és lehetővé tették volna, hogy a szaúdi csapásmérők ritkíthassák a támadókat az iraki vadászgépektől nem zavartatva. A gyors áttelepülés ellenére a szaúdi és amerikai légierő gépei és csapatai egy igazi „mindent bele” iraki támadást augusztusban nem tudtak volna megállítani, csak lassítani.

Az első alakulat, ami végrehajtotta az áttelepülést az 1. ezred 71. százada volt (1st TFW 71th TFS). Már az iraki invázió másnapján megkezdtek a felkészülést, így a parancs kiadása után lényegében azonnal indulhattak. Augusztus 7-én megérkeztek Dhahran támaszpontra. Az áttelepülést teljes fegyverzettel hajtották végre. A hatgépes kötelékek 30 perces időközökkel érkeztek, azonban két gép minden csapatból a levegőben maradt biztosítani a légteret, egy meglepetésszerű támadás kivédésére. A következő csoport érkezésekor szállt le az első kötelék két gépe és vette át a biztosítást a következőé. Mikor az utolsónak érkezők is leszálltak, addigra az első érkezők gépei készülségi szolgálatra kész gépekkel várták a parancsot. Az első nap 24 darab F-15C-t egy nappal később ugyanennyi követte, az ezred másik alakulata, a 27th TFS is megérkezett. A szintén ezen a támaszponton állomásozó szaúdi 13. század gépeivel együttesen igen tekintélyes vadászereő összpontosult.³⁹⁴ Később, a századokhoz csatlakozott 3-3 db F-15D is. A 27. század akkori parancsnoka, Don Kline alezredes így emlékszik vissza az eseményekre:

„Mikor az iraki csapatok Kuvait felé masíroztak magasabb készségre álltunk át, ahogy ez válsághelyzetekben megszokott volt, de úgy gondoltuk, hogy most sem nem fog történni semmi, ahogy eddig is így volt ez ilyen helyzetekben. (A 71. század egy nappal előttünk kapta meg az áttelepülésre való felkészítést tartalmazó parancsot.) Augusztus másodikán már mindenki azt kérdezgette, hogy most mi van. Megyünk, nem megyünk? Harmadikán mindenestre felszereltük gépekre a póttartályokat (mindháromat). Augusztus 6-án már indultunk haza, mikor visszahívtak minket és közölték, hogy szedelőzködjünk, mert megjött a parancs, megyünk. Furcsa érzés kerítette hatalmába a fiúkat. Senki nem szeret háborúba menni, de annyi év kiképzés után úgy végre valami komoly dolgot bíznak ránk, amire mindig is készültünk. Profik voltunk, tudtuk a dolgunkat. A 71. század egy nappal előttünk indult a Perzsa-öbölbe. Leszállás nélkül 14-14,5 órás repülési idővel kalkuláltunk, többszöri levegőben történő tüzelőanyag-felvétellel. Amennyire emlékszem kilenc légitankolást hajtottunk végre, ez valamennyire megtörte az egyébként eseménytelen utat.³⁹⁵ (Az utántöltések magas számát az óceán feletti repülés és az esetleges műszaki meghibásodás miatti tartalék biztosítása indokolta.)

Az áttelepülés legveszélyesebb részének az érkezés számított, annak ellenére, hogy a 71-esek már vártak minket. A hírszerzés információi nagyon vázlatosak voltak, nem tudtuk, hogy mire számítsunk. Mindenre fel voltunk készülve, teljes légi harc-fegyverzettel hajtottuk végre az áttelepülést. Szerencsére nem kellett utat törni magunknak, minden gép épségben megérkezett. Egy nap pihenőt kaptunk, eztán megkezdtek öbölbeli szolgálatunkat.”

³⁹³ http://en.wikipedia.org/wiki/Op%C3%A9ration_Daguet

³⁹⁴ Az ugyanitt, a Sivatagi Vihar előtt állomásozó 42. század a már említett USAF készletből átadott gépekkel került feltöltésre. Hogy a gépek átadása mikor történt meg, azt nem tudtam kinyomozni.

³⁹⁵ Egyes források „csak” 6-7 utántöltés említenek.

A fent említett egységekkel együtt a lent felsorolt F-15-tel felszerelt alakulatok települtek át a következő támaszpontokra a Sivatagi Pajzs és a Proven Force hadművelet alatt:³⁹⁶

- 1st TFW, 27th és 71th TFS, Langley AFB, Virginia, (TAC) – Dhahran, Szaúd-Arábia, '90. aug.
- 33th TWF, 58th TFS, Eglin AFB, Florida, (TAC) – Tabuk,³⁹⁷ Szaúd-Arábia, '90. szept.
- 36th TFW, 53th TFS, Bitburg, Németország, (USAFE) – Al Kharj, Szaúd-Arábia, '91. jan.
- 36th TFW, 525th TFS, Bitburg, Németország, (USAFE) – Incirlik, Törökország, '90. jan.
- 4th TFW, 335th és 336th TFS, Seymour Johnson AFB, Észak-Karolina (TAC) – Al Kharj, Szaúd-Arábia, '90. dec. (335th), '91. jan. (336th).

A 4th (ideiglenes) TWF két százada F-15E csapásmérő változattal repült, a törökországi Sasok az Operation Proven Force keretében kerültek a támaszpontra az újonnan létrehozott ideiglenes 7440. vegyes ezred kötelékébe. Az ezredhez tartozó Sasokat a bitburgi és soesterbergi alakulatok állományából szedték össze.³⁹⁸ A törökök kezdetben nem engedélyezték az itt állomásozó gépek bevetését, ezért csak egy napos késéssel vettek részt a Sivatagi Vihar hadműveletben, ezzel nyitották meg a „második frontot”. Összesen 96+24 darab F-15C és 48 darab F-15E települt át Irak közelébe január közepéig. (A vadászváltozatok közül az AN/APG-70 radarokkal rendelkező gépekből annyit telepítettek a térségbe, amennyit csak tudtak.)

Megérkezés utáni időre a 27th TFS parancsnoka a következőképp emlékszik vissza:

„Eleinte egyszerű feladatot kaptunk, pusztán a támaszpont és annak környező légtérének védelmét kellett biztosítanunk. Felszállás után 40-60 mérföldnyire eltávolodtunk vagy akár egészen az iraki határ közelében járőröztünk, miközben szaúdi E-3 gépek irányítottak minket. A nap 24 órájában mindig volt fent legalább egy kötelék. Időnként előfordult „macska-egér játék”, az irakiak tesztelték a reakcióinkat. Nagy sebességgel elindultak a határ felé, néha csak a határt átlépve fordultak vissza. Mi természetesen követtük és néha be is fogtuk őket radarral, hogy tudják, nem alszunk. Az ilyen „játszadózások” alkalmával sem kerültünk egymáshoz soha közelebb, mint 17 mérföld. A RoE szigorú és egyértelmű volt számunkra, nem üldözhattük a gépeket, Irak vagy Kuvait légtérébe tilos volt behatolni számunkra.

Az őrzárakat október előtt géppár-kötelékek, utána jellemzően már négygépes kötelékek adták. Átlagosan 2,5-3 órát töltöttünk el odafent és 2-3 légitankolást hajtottunk végre egy-egy ilyen felszállás alkalmával. A többszöri tüzelőanyag felvételt az indokolta, hogy az őrzárak végén is rendelkezésre álljon manőverező légiharchoz és a hazatéréshez szükséges tartalék még akkor is, ha az adott CAP turnus végén közelítene ellenséges vadászgép. Az őrzárak 15 és 25 ezer láb közötti magasságon repültek lóversenypálya alakú pályán. Eleinte 10 mérföldenként fordultunk vissza – mindig balfordulóval – ezt később 20 mérföldre növeltük, hogy kevésbé menjen az agyunkra a monotonitás... Egy idő után már ehhez sem ragaszkodtunk és elnyújtott '8' formára hasonlító pályát karcoltunk az égboltra, fordulókkal és orsókkal színesítettük ezeket a manővereket, mert valamivel le kellett foglalnunk magunkat ezeken a nagyrészt dögunalmas repüléseken.

³⁹⁶ Az alakulatok nem mindig 1:1-ben települtek át, néha több század gépeit keverve új, ideiglenes alakulatokat hoztak létre. Hogy melyik század mennyi gépet küldött és hova az nem tudtam kideríteni, és azt sem, hogy miért és milyen rendszer alapján történik ez a „mixelés”. A létrehozott alakulatok hadrendi száma egyezik a békeidőbelivel, azonban az új alakulat jelölve van, hogy csak ideiglenes titulus (provisional).
<http://www.scribd.com/doc/59442613/Gulf-War-Air-Power-Survey-Series-Vol-5>, 53.(elektronikus) oldaltól.

³⁹⁷ Egyes forrásokban Faisal Király Légitámaszpont.

³⁹⁸ Két teljesen egyező forrást nem találtam arról, hogy ki küldött gépet és hova, az általam legvalószínűbbek ítélt esetet ismertettem.

Egy vadászpilóta azonban ennyivel nem éri be, szeptember vége felé kénytelenek voltunk belátni, hogy hosszútávon ez tarthatatlan, ez a fajta üzem óhatatlanul a képességeink erodálásához fog vezetni. Az őjrátra nem beosztott pilóták, ettől kezdve gyakorló légi harcokban vettek részt. Először csak 1:1 elleni gyakorlatokkal kezdtünk, hogy hozzászoktassuk magunkat újra a nagy túlterhelésű manőverekhez, később azonban nagyszámú kötelék részvételével végrehajtott harcászati gyakorlatokat is tartottunk. Ezekon nyílt lehetőségünk F-16, F-15E, Tornado, Mirage-2000 és Mirage F.1 vadászgépek ellen, vagy velük egy oldalon repülni. Gyakoroltuk a kísérővadász feladatkört (escort) és a szabad vadászatot (sweep/OCA) ezekkel a gépekkel, néha azonban csak úgy felzavartak Sasokat egy kis egymás elleni fogócskázásra. A bázis védelmére kidolgozott forgatókönyvet is ekkor alkottuk meg, szerencsére élesben ez utóbbira soha nem volt szükség.”

Ahogy telt-múlt az idő egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy Szaddam Husszein nem fog meghátrálni és semmiféle diplomáciai nyomásra vagy fenyegetésre nem vonja ki csapatait Kuvaitból. Eddigre már bőven elegendő szárazföldi- és légi erő települt át, hogy elhárítson egy esetleges iraki offenzívát. Bár nem verték nagydobra, de már november elején megkezdődött a Sivatagi Vihar kidolgozása, a Koalíció felkészült arra, hogy erőszakkal szerez érvényt a Kuvait elhagyására felszólító ENSZ határozatnak. Ekkor már a Koalíció gépei játszották el azt, hogy megindultak a határ felé, és az elektronikai felderítők figyelték az iraki radar- és légvédelmi rendszer reakcióját. Persze az iraki felső vezetésnek is feltűnt, hogy mire megy ki a játék, ezért parancsba adták, hogy semmiféle komoly ellentevékenységet nem szabad folytatni.

November 11-én egy szaúdi pilóta Szudánba dezertált egy F-15C vadászgéppel, állítása szerint nem kívánt muzulmán testvérei ellen harcolni, bár egyesek szerint az országba érkező amerikai katonák, a külföldi katonai jelenlét elleni tiltakozásként követte el tettét. Ez az esemény enyhén szólva rombolta az RSAF profizmusáról alkotott képet. Bár ezt soha nem ismerték be nyilvánosan, de valószínűleg ennek köszönhető az, hogy a szaúdi F-15 gépek a Sivatagi Vihar alatt csak defenzív bevetéseket (BARCAP, HAVCAP) repültek. Amennyiben bevetés-tervezők a szaúdi gépekkel úgy számoltak mint támadásra alkalmas vadászereő, akkor ez a rendelkezésre álló F-15 gépek számát gyakorlatilag megfelezte, ha az USAF által átadott gépeket is számoljuk. Ekkor még „csak” 72 darab gép települt át, a szaúdi flotta kb. 60+20 gépből állt ekkor. Ahogy közeledett az ENSZ határozat által megjelölt idő Kuvait kiürítésére, úgy hízott a Koalíciós erők létszáma és a Szaúd-Arábiába küldött nehézfegyverzet mennyisége.³⁹⁹ Egyébként nem ez volt az egyetlen olyan húzás, ami a szaúdi erőket megbízhatatlan színben tüntette fel, az országban tartózkodó amerikai katonákra ismeretlenek többször is rálőttek. Később a szárazföldi hadművelet alatt is vegyes képes mutatott a szaúdi szárazföldi erők teljesítménye.⁴⁰⁰

A dezertált pilótát érdekes módon nem rúgták ki, a gépet három hónappal később 40 millió dollárért vásárolták vissza. Igen érdekes kérdés, hogy vajon exportváltozattal vagy az amerikaiak által átadott géppel hagyta el az országot a pilóta. Valószínűleg az előbbi, mert máskülönben az amerikaiak valószínűleg igen komoly erőfeszítéseket tettek volna a gép mielőbbi visszaszerzésére vagy megsemmisítésére.

1991. január 15-én a Kuvait elhagyására felszólító ENSZ határozatban megjelölt határidő lejárt, azonban a Koalíció ekkor még nem lendült támadása. Husszein ekkor talán azt gondolta, hogy a II. Világháború óta nem látott erőkoncentráció ellenére az ellenfél elszántsága nem állt arányban a térségbe telepített nehézfegyverzet mennyiségével.

³⁹⁹ Persze szokás szerint az USA adata a légi erő és a nehézfegyverzet döntő részét...

⁴⁰⁰ <http://qoo.qj/4MSnu>

8.2.3. A szembenálló erők

Irak fegyveres erejének mennyisége és minősége körül sok kérdőjel volt, nem is szólva az azt üzemeltető személyzet képzettségét és elszántságát illetően. Irak 8 évig tartó háborút vívott Iránnal, ahol számtalan légi harc történt különféle vadászgépek között. Érdemi információkhoz azonban nagyon nehezen juthatott harmadik fél, hiszen mindkét állam diktatórikus berendezkedése és a háborús propaganda miatt értékelhető publikus adat nemigen állt rendelkezésre. Irak korábbi fegyverszállítói „őszinteségi rohamukban” – gondolok itt a Szovjetunióra és Franciaországra – esetleg felvázolhatták, hogy mit adtak el – vagy igazat mondtak vagy nem – de azt, hogy a háborút követően ebből mi maradt meg és mennyi volt üzemképes, az már ők sem tudhatták. Irak a háború alatt légierejét, légvédelmét és hadseregét szinte teljesen szovjet, francia és kínai eredetű eszközökkel látta el.

A cikk szempontjából Irak légvédelme és légiereje lényegesen. Kezdjük a légvédelemmel, de csak igen tömören.⁴⁰¹ Irak a becslések szerint 75-90 db üteget kitevő különféle változatú Sz-75 (SA-2), Sz-125 (SA-3)⁴⁰² és Kub (SA-6) légvédelmi rendszerekkel bírt, ezek képezték a „nehezebb” kategóriát. A csapatlégvédelmet részben szovjet 9M33 (SA-8), 9M31 (SA-9), részben francia eredetű Roland légvédelmi rendszerekkel látta el. A csapatlégvédelmet erősítette a becslések szerint ezres nagyságrendben rendelkezésre álló vállról indítható légvédelmi rakéta, ezek nagy részét valószínűleg a nem túl korszerű Sztrela-2 (SA-7) tette ki és kis számban az újabb Sztrela-3 (SA-14) és Iglá (SA-16). A légvédelmi tüzérség több ezer különféle szovjet eredetű légvédelmi ágyúval (Sz-60, KSz-19, ZU-23-2, stb.) és ismeretlen számú radarvezérlésű ZSU-23-4 önjáró légvédelmi komplexummal rendelkezett.

Az iraki vadász-, csapásmérő-, bombázó- és felderítógépekből álló flotta méretéről a különféle források elképesztően tág becsléssel dolgoznak. A források kb. 350 darabos mennyiségtől kezdve egészen a 700 darabos mennyiségig szórnak, de a kiképző- és szállítógépekkel és helikopterekkel a teljes géppark meghaladhatta az ezer darabot.⁴⁰³ A 700 darabos harcigép-állománnyal számolva Irak légiereje a 6. legnagyobb volt a világon,⁴⁰⁴ darabszámra gyakorlatilag az akkori Királyi Légierőhöz (RAF) volt mérhető. Milyen gépek alkották ezt az erőt? A lenti táblázatban a felső becslésre vonatkozó mennyiségek láthatóak:

Típus	darab	Típus	darab
Tu-16	3	MiG-21/F-7 változatok (vadászgép)	236
H-6 (kínai Tu-16 másolat)	4	MiG-23ML (vadászgép)	39
MiG-23BN (vadászbombázó)	38	MiG-23MF (vadászgép)	14
Szu-20 (vadászbombázó)	18	MiG-23MSz (vadászgép)	15
Szu-22R (felderítő)	10	MiG-25PDSz (vadászgép)	19
MiG-25RB (felderítő)	9	MiG-29 (vadászgép)	37
Szu-22M2 (vadászbombázó)	24	France Mirage F.1K (zsákmány Kuvaitból)	8
Szu-22M3 (vadászbombázó)	16	Mirage F.1EQ*	76
Szu-22M4 (vadászbombázó)	28	* A gépek közül csak kb. 20 volt vadászváltozat, a többi csapásmérő volt. (Aranysas magazin 2011/03)	
Szu-24MK (csapásmérő)	30		
Szu-25 (csatarepülő/alacsonyátadó)	66		
Összesen	690	Vadászgép összesen	~400

⁴⁰¹ <http://www.ousairpower.net/Analysis-ODS-FW.html>

⁴⁰² <http://forum.index.hu/Article/viewArticle?a=121672739&t=9120320>

<http://forum.index.hu/Article/viewArticle?a=121672951&t=9120320>

⁴⁰³ www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ada484530, 373. oldal (elektronikus), 353. oldal (nyomtatott)

⁴⁰⁴ A Szovjetunió, USA, Kína, Nagy-Britannia és valószínűleg Franciaország vagy Németország gépparkja lehetett nagyobb.

A géppark igencsak vegyes volt, ez az üzemeltetést igencsak megnehezíthette, ami alacsony hadrafoghatósági mutatót eredményezhetett, de ennek számszerű mértéke legalább annyira bizonytalan, mint a gépek darabszáma. Ez részben magyarázat lehet arra, hogy a számszerűen nagynak tűnő erő miért nem volt képes Irán légierjét és légvédelmét legyűrni, bár ebben a személyzet képességei és maga az egész iraki vezetési struktúra is vastagon benne lehetett. Az is kérdéses, hogy Irak rendelkezett-e egyáltalán elegendő pilótával és karbantartó személyzettel. A 8 évig tartó háború összességében alacsony intenzitásúnak volt mondható. Irak légiharcban összesen kb. 250 gépet veszített, ami a 1990-es iraki flotta teljes feltételezett méretét nézve nem tekinthető végzetesnek, bár ezen felül az iráni légvédelem is okozott veszteséget és a reptereken is elpusztítottak az irániak több tucat gépet. A háború alatti veszteségek ellenére a légierő mérete folyamatosan nőtt. Az elért eredmények is arra utalnak, hogy a rendelkezésre álló eszközpark kihasználtsága és eredményessége is (rendkívül) alacsony volt.

Az Irán elleni háborúban nyújtott iraki teljesítményt is nehéz volt megítélni az tervezett Koalíciós hadművelet szemszögéből nézve. Az Irak és Irán közötti háborúban Irak támadólag lépett fel Irán ellen, az iráni erők „hazai pálya” előnyét élvezhették, bár azért végrehajtottak néhány igen merész támadóbevetés mélyen Irak felett is. A Sivatagi Vihar alatt azonban Irak légvédelmével és légierjével kellett farkasszemet néznie a Koalíciós támadóerőnek. Ezen felül egyes iráni vadászgépek több szempontból felülmúlták az iraki ellenfeleiket, gondolok itt a iráni Phantom II, de elsősorban F-14 vadászgépekre. Annak ellenére, hogy az amerikaiak távozásukkor egyes elektronikai blokkokat kiszereleltek a „cicusokból” és magukkal vittek az iráni forradalom után, az F-14 gépek BVR képessége olyan szintű volt mind az AIM-7F, mind az AIM-54A rakétával, amihez foghatóval Irak nem rendelkezett. A két ország közötti légiharcok során ezt a saját bőrükön tapasztalhatták meg az irakiak.⁴⁰⁵ A Sivatagi Vihar során – az iráni háború alatt szerzett tapasztalatok miatt – egyes iraki pilóták annyira tartottak az amerikai vadászok BVR képességétől, hogy ha egy ellenséges vadász „befogta” radarjával – tűzvezető üzemmódban használta a radart – már az elég volt egyes esetekben, hogy az iraki vadászpilóta menekülőre fogja a dolgot.

Az iraki vadászgéppark nagyjából felét különféle MiG-21 változatok és annak kínai másolatai tették ki. Ezek olyan szerény harcértékkel bírtak, hogy azokat nekizavarni bármely kicsit is komolyabb vadászgépnek öngyilkossággal egyenértékű húzás lett volna, hacsak nem lettek volna komoly számbeli fölényben az adott helyzetben. A régebbi gépek légiharcra képtelenek már a vietnámi háborúban is szinte teljesen hasznavehetetlenek voltak vadászok és taktikai csapásmérők ellen. Valódi manőverező légiharcra termett 4. generációs vadászgépek ellen legfeljebb akkor lehetett esélyük, ha a megtámadott fél nem volt tudatában a rakétaindításnak, vagy már szinte képtelen volt manőverezni. Az F-15 teljesítményét ismertető részek alapján látható, hogy ilyen repülési helyzet lényegében csak akkor fordulhat elő, ha az F-15 pilótája már teljesen kifáradt a nagy túlterhelésű manőverek sorozatában, de még ekkor is számíthatott arra, hogy infracsapdákkal sikerül megzavarni a közeledő rakéta infrafejét. Manőverező légiharc konfigurációban az F-15 4-5G-s manőver végrehajtására a manőverező légiharc jellemző magasság- és sebesség-tartományában szinte bármikor képes.

⁴⁰⁵ Amennyire lehet tudni az AIM-54A rakéták a szárazföld felett csak 30% körüli találati arányt értek el nagyrészt olyan gépek ellen, amik semmiféle aktív/passzív védelemmel nem rendelkeztek. Mint minden esetben, kideríthetetlen, hogy a rakéták mekkora része indították a NEZ távolságon belül vagy a DLZ szélén. Hogy a 30% az jó vagy rossz eredmény, azt mindenki ítélje meg saját szájíze szerint. A '70-es évek elején kb. 6 darab AIM-54A ára egy F-4E vadászgépével vetekedett. Ezért az árért lehet, hogy többet várt volna az ember, bár nem éppen olyan helyen és olyan célpontok ellen használták, ami ellen tervezték a fegyverrendszert. A Sparrow 10%-os vietnámi eredményével összevetve egyáltalán nem rossz, azonban a Sivatagi Vihar AIM-7M eredményéhez képest elég haramatos.

A MiG-21/J-7 gépek BVR képességgel nem rendelkeztek, éjszakai alkalmazhatóságuk rendkívül korlátozott volt az akkori szemmel elképesztően gyenge képességű radar- és fegyverzet miatt. Tömeges nappali bevetéseken kívül túl nagy sanszuk nem lett volna, hogy a géppel sikert érjenek el, de ekkor is csak abban reménykedhettek, hogy katasztrofális veszteségek felvállalása mellett esetleg elérnek néhány légygőzelmét a gépek nagy száma által keltett zűrzavarban, lásd AIMVAL / ACEVAL teszt tapasztalatait. (Bár megjegyezendő, hogy tesztorozatban tett megállapításokat a szíreknek nem sikerült igazolni az 5. arab-izraeli háborúban.) Nappal esetleg még az egyfeladatos csapásmérőket hajkurászhatták volna – F-111, Tornado, Jaguar, A-10, A-7 stb. gépeket. – amíg a komolyabb harcértéket képviselő vadászok lefoglalták volna a koalíciós vadászgépek „nagyágyúit”, gondolok itt az F-14 és F-15 vadászgépekre. Az F/A-18 Hornet és F-16 gépek főként csapásmérő bevetéseket repültek, azonban még ezek „vegzálása” is halálos veszélyt jelentett a '21-esekre, ugyanis a 4. generációs vasak minden szempontból felülmúlták őket. A póttartályok és csapásmérő fegyverzet vészleoldása után – a Sivatagi Vihar alatt ezek a gépek túlnyomórészt (90%+) buta bombákat hordoztak, amelyek „hamburgerárába” simán belefért a vészleoldás – repülési teljesítményük más dimenziót jelentett, ahogy az általuk hordozott légi harc-fegyverzet, gondolok itt a szemből is indítható AIM-9M rakétára, a Hornet még BVR képességgel is rendelkezett. Az egyfeladatos csapásmérők közül még a Jaguar is a siker reményével bocsátkozhatott fordulóharcba ellenük.

A bisz variánst leszámítva a MiG-21/J-7 gépek csak a „kőkorszaki R-3Sz (AA-2A Atoll) légi harcra kétértéket vagy azok kínai másolatait használhatták. (Néhány forrás szerint a francia R.550 Magic rakétákat integrálták egyes gépekre, de az, hogy a flotta mekkora része volt képes erre, az teljes homály.) A MiG-21bisz elméletileg képes volt a félaktív radarvezérlésű R-3R (AA-2C) hordozására, de ennek képességei sejtethetőek voltak... Szemből indítva sem érte el az indítási távolsága a jellemző harc helyzetben közepes magasságban a 7-8 km-et, hiszen csak az infravörös változat rakétatestével és hajtóművével létrehozott fegyver volt. Az, hogy volt-e ilyen Iraknak, az megint a „tudja fene” kategória. A bisz képes volt használni az egy generációval fejlettebb infravörös irányítású R-60-at (AA-8 Aphid), extrém tolóerőn üzemelő hajtóművével esetleg lehetett keresnivalója egy tömeges összecsapásban a 4. generációs vadászgépek ellen ezzel a rakétával, de szintén csak létszámfölény esetén. Amennyire lehet tudni, egyetlen '21-es változat sem rendelkezett dipól/infracsapda szóróval. Irak kb. 70 db F-7, 60 db bisz, 40 db MF, 55 db PFM és 90 db PF változatot szerzett be, az F-7 gépek egy részét Egyiptomból, egy részét Kínából, a többit változatot a Szovjetunióból. Ezekből balesetekben és harctevékenység közben nyilvánvalóan vesztek oda gépek, a fenti ~230 darabos becslés így adódik ki, ezen felül sejtethető, hogy a legrégebbi változatokat kivonták (pl. a legkorábbi F-13 változatot 1988-ban).

A MiG-23 különböző változatai közül az ML képviselte a legnagyobb harcértéket, azonban még ezek harcászati elektronikai rendszerei sem voltak mérhetőek egyetlen 4. generációs gépéhez sem. BVR képességgel ugyan bírtak, de a radarvezérlésű R-23/24R rakéta kinematikai távolsága elmaradt az AIM-7F/M-től, ahogy vélhetőleg az elektronika minősége is (érzékenység, szűrés, zavarvédelem.) Földhátterben repülő célpontok ellen legfeljebb az ML változatra lehetett építeni, de az exportváltozat képességei ezen a téren vélhetőleg nem érték el a szovjetek saját használatra szánt alapváltozatát, pedig még azoké is korlátozott volt.⁴⁰⁶ Az, hogy Irak rendelkezett-e az R-23/24 infravörös változatával, az kérdéses volt. Éjszakai elfogásra képesek voltak, de rá voltak szorulva a földi radarhálózatra. Az MSz változata a MiG-23-asnak olyan katasztrofális volt – erősen butított változat, csak a MiG-21bisz harcászati elektronikájával, BVR képesség nélkül, gyengébb RWR, stb. – hogy az 5. arab-izraeli háború után az arab világ fegyvervásárlási bojkottal fenyegette a Szovjetunót, ha nem ad el korszerűbb típusokat. Az MSz változat harcértéke lényegében a MiG-21bisz-hez fogható, a nagyobb repülési teljesítménye alig

⁴⁰⁶ A mellékletben található iraki rakétaindítások szerint igen, mert ilyen fegyverhasználatot legalább egy forrás bizonyítottnak vélt.

használható ki. Hiába jobb a gép manőverező képessége, gyorsulása – a MiG-23ML változat hajtóművének tolóereje egyáltalán nem volt rossz a maga idejében – ha a harcászati elektronika és a fegyverzet nem idomul ahhoz. Ezen felül a variaszárny minden előnye ellenére egyáltalán nem volt az a „húdeszuper” a manőverező légi harc szempontjából. Az izraelieknek lehetőségük nyílt egy dezertált gépet tesztelni, az izraeli pilóta az F-4E-t jobbnak tartotta manőverező légi harc szempontjából, bár az általam ismert egyetlen forrás sem részletezi, hogy milyen magasság- és sebességtartományban. Aktív zavarvédelemmel egyetlen változat sem bírt, hogy az irakiak saját maguk átalakították és ellátták-e infracsapdákkal a gépeket, az bizonytalan.

Irak MiG-25PDSz vadászgépei nem vadászgépekre vagy alacsony támadó/csapásmérő gépekre jelentettek igazi veszélyt, hanem a B-52 bombázógépekre – amennyiben nem „stand-off” kategóriájú fegyverzetet alkalmaztak és behatoltak mélyen Irak légterébe – és a fegyvertelen támogató, tanker-, légtérelőőrző-, elektronikai felderítő gépekre. Az a magasság, ahol a MiG-25 képes elérni és kihasználni az M2,0+ sebességét, az messze esik a légi harcok jellemző tartományától, ezen felül földhátterben repülő célok ellen nem vagy csak nagyon korlátozottan alkalmazható a gép fegyverzete. A Foxbat nagy sebessége közeledő aspektus esetén az ellenfél indítási zónáját is drámaian megnöveli. Vadászgépek ellen a rakéta nagy kinematikai hatótávolságát – nagy indítási sebességét számításba véve messzebbre „hajíthatta” el a rakétát – nem volt kihasználható a reálisan elképzelhető harc helyzetekben, mert az ellenséges vadászgépek alacsonyabban, tehát földhátterben repültek volna. A MiG-25 ellenük valószínűleg tehetetlen volt, viszont pl. egy alacsonyabban repülő F-15 által indított Sparrow rakétába könnyen beleszaladhatott, ha túlságosan erőltette a támadást és folyamatosan fenntartotta a közeledő irányt. Márpedig erre szükség volt, mert az R-40R félaktív vezérléssel bírt az AIM-7-hez hasonlóan. A nagy magasságon őrző nagyobb gépek ellen kihasználható volt a rakéta nagyobb indítási távolsága, már ha feltesszük, hogy a MiG-25 radarja és az R-40R rakéta képességei elégségesek az ellenség aktív és passzív elektronikai zavarásának leküzdésére nagyobb távolságból is. A gépek aktív zavarvédelemmel nem, passzív zavaró eszközökkel viszont rendelkeztek, az F-15 pilóták találkoztak olyan MiG-25-tel, ami használt infracsapdát.



Egy MiG-25 roncsa sok évvel a Sivatagi Vihar után. A szárny felső részén látható a KDSz-155 zavarótölteteket tartalmazó kazetták helye.

A hírszerzők szerint a képességek kiegyensúlyozottságát és maximumát egyaránt nézve a MiG-29 és a Mirage F.1 EQ gépek voltak Irak legnagyobb harcértékű vadászgépei. A MiG-29 földhátterben is képes volt célokat leküzdeni az R-27R rakétával, azonban annak indítási zónája némileg kisebb volt, mint az AIM-7F/M rakétával operáló koalíciós vadászgépeké. A Fulcrum manőverező légi harcban a siker valódi reményével vehette fel a harcot bármelyik koalíciós vadászgép ellen, sőt, az arra alkalmas pilóta kezében a

sisakcélzóval kombinált R-73 olyan képességeket adott, amivel egyetlen koalíciós vadászgép sem rendelkezett. A Mirage F.1EQ szintén képes volt földhátterben célokat leküzdeni radarjával és Super 530F légiharcrakétával, de ez csak vízfelszín vagy nagyon sík terep felett volt lehetséges. Az R.530 ekkor már nem számított csúcskategóriás fegyvernek, az R-23R/AIM-7E-hez hasonló eszközről volt szó, némileg fejlettebb elektronikával. Mindkét iraki vadászgép esetén kérdéses az interferencia-szűrés minősége, hogy a radar működhetett-e a besugárzásjelző-rendszerrel egy időben. A Mirage manőverező-képessége valahol a MiG-23MF táján volt, a francia gyártású R.550 Magic kis hatótávolságú infravörös légiharcrakéta képességei valahol az R-60 és AIM-9L között voltak. Kinematikai hatótávolsága az AIM-9L kategóriájába tartozik – ezzel lenyomja az R-60-at – az indítási zóna is az AIM-9L-hez hasonló. Az infrafej képességeinek megállapítása adatok hiányában nehezen becsülhető.

Tehát nagyon is elképzelhető volt olyan harcászati helyzet, ahol az iraki vadászgépek képesek lettek volna megizzasztani a koalíciós légierő csapásmérő- és vadászgépeit is. A kérdés az volt, hogy az iraki légvédelmi rendszer képes lesz-e ilyen helyzeteket megteremteni és azokat kihasználni. A reálsan komolyabb fenyegetésként kezelendő vadászgépek száma legfeljebb ~110 darab volt, ez a MiG-23ML, MiG-25PDSz, MiG-29A és a Mirage F.1EQ vadászváltozatait jelentette. Ezzel a mennyiséggel összevetve az amerikai és szaúdi F-15 flotta együttesen elégségesnek tűnhet, azonban a teljes iraki vadászgép mennyiséggel számolva már kevésbé. Még neccesebb a helyzet, hogy a szaúdi dezertálás után az arab Sasokkal nem lehetett számolni, mint támadóerő. Legfeljebb az esetlegesen az iraki határt átlépő gépek ellen lehetett bevetni őket, az Irakon kívül operáló támogató gépek védelmére vagy egy esetleges iraki válaszcsoport ellen, ami a koalíciós repterek vagy támaszpontok ellen irányult volna. Ez utóbbinak, még ha elhanyagolhatóan kicsi volt az esélye, akkor is felkészültek. Az támaszpontokon iszonyatos zsúfoltság uralkodott, a gépek nagyrészt a szabad ég alatt álltak, a személyzet sátorvárosokban lakott. Csak néhány, a védelmen átcsúszó bombázó vagy csapásmérő gép néhány jól irányzott kazettás bombával iszonyatos pusztítást vihetett volna végbe. Még, ha „öngyilkos” bevetésre is hajazott volna efféle húzás, a várható nyereség miatt megérte volna feláldozni a gépek egy részét.

Az, hogy milyen politikai vetülete lett volna annak, hogy Irak szaúdi földön levő célpontokat támad repülőgéppel, az már megint egy érdekes kérdés még akkor is, ha csak olyan célpontokat támadtak volna, ahol nem szaúdi erők állomásoztak. (Al Husszein ballisztikus rakétával lőtték Szaúd-Arábiát.)⁴⁰⁷ Ha szaúdi állampolgárok vagy más iszlám ország katonái is meghaltak volna ilyen támadásban, annak politikai következménye elég széles skálán mozoghatott volna attól függően, hogy kinek mennyire vad a képzelőereje.

Mi a fenti gondolatmenet szépséghibája? Igaz, hogy az F-15-öt szánták „csúcsragadozónak”, de a koalíciós légierőben számtalan más 4. generációs vadászgép is megtalálható volt. Az USAF F-16 vadászgépei képesek voltak magukat megvédeni bármely iraki vadászgéppel szemben manőverező légiharcban, ahogy a Haditengerészet F/A-18 Hornet és F-14 vadászgépei is.⁴⁰⁸ Ez utóbbi kettő BVR képességgel is rendelkezett, az F-14-től meg egyes iraki pilóták szabályosan rettegtek az irániakkal vívott háború miatt. Ezek a gépek nemigen repültek támadó vadászbevetéseket, csak a többi gép kíséretét látták el. Viszont adott esetben ezekkel is szembe kellett volna nézni az iraki gépeknek, nemcsak a Sasokkal. Így viszont már egészen más a leányzó fekvése... A Koalíciós légierő mennyiségi és minőségi fölénye iszonyatos volt függetlenül attól, hogy csak a legjobb, vagy az összes iraki vadászgéppel számolunk hasonló hadrafoghatósági mutatóval – legalább 75% - mint amit a Koalíciós flotta felmutatott. A szaúdi gépekkel nem számolva az alábbi komoly légiharc-potenciállal rendelkező gépek települtek a körzetbe a Sivatagi Vihar előtt:

⁴⁰⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Al_Hussein_%28missile%29

⁴⁰⁸ Azért az F-14A gépek a régi TF30 hajtóművel némileg gondban lettek volna a MiG-29-cel szemben...

210 db F-16, 120 db F-15C, 48 db F-15E, 90 db F-14, 160 db F/A-18, összesen 628 db vadászgép, ebből 418 db – tehát durván a 2/3-a – BVR képességgel is rendelkezett.

Még, ha feltesszük is, hogy az F-16, F-15E és F/A-18 gépek számára a RoE azt írta elő, hogy lehetőleg kerüljék az légi harcokat – az első gépnél a kisebb harcászati hatósugár, a másik esetben a csapásmérő potenciál felesleges veszélyeztetésének elkerülése miatt – még akkor is nyomasztó volt a koalíciós gépek mennyiségi és minőségi fölénye, bár a képet némileg árnyalta az, hogy a géppark nagy része a hadműveleti zónától igen távoli reptereken állomásozott. Erre még később visszatérek, az első éjszakai bevetések ismertetése közben. Az iraki légvédelmi rendszer képességei messze nem terjedtek odáig, hogy az ellenséges gépek típusait azonosítsák látótávolságon túl, legfeljebb tippelhettek a repülési profiljuk alapján a célpontok típusára vonatkozólag. Tehát nem tudhatták, hogy „kibe kötnek bele”.

Figyelemreméltó, hogy a fent látható erő csak a USAF, US Navy és a USMC alakulataiból tevődtek össze, a koalíció többi tagja a szaúdiakat leszámítva a merevszárnyú fronton csak csapásmérő- felderítő gépekkel vett részt a hadműveletben, a jelentéktelen számú francia Mirage-2000C, kanadai CF-18 Hornet és angol Tornado vadászváltozatokat leszámítva. Az arab államok kis mennyiségű Mirage F.1 gépeivel az azonosítás problémája és politikai okokból, mint támadóerő nem lehetett számolni, ez igaz volt pl. a bahreini F-16 gépekre is. A szaúdi és bahreini F-5E/F gépek a képességeik és harcászati hatósugaruk miatt nem rúgtak labdába. A légi offenzívában résztvevő merevszárnyú gépek kb. 80-85%-át az USA repülőalakulatai adták, vadászokra vetítve ez az arány lényegében 100%... (A mellékletek között letölthető egy térkép a koalíciós repülőalakulatok állomáshelyeiről.)

Összefoglalva, a sok változó miatt a skála két véglete az volt, hogy az iraki légierő nem sok vizet fog zavarni, a másik végletén az, hogy helyi sikerek elérésre képes lehet és az okozott veszteségek némi „arcvesztést” okozhatnak az USA és a Koalíció számára. A hadművelet előkészítése során az USAF bevetés tervező tisztjei mozgalmas kezdeti időszakokkal valamint néhány F-15 és csapásmérő gép szükségszerű elvesztésével számoltak légi harcban. Az erők aránytalansága – legalábbis 20 év távlatából – első látásra is nyilvánvalónak látszik nem csak a légierő, de minden más tekintetében is. Csak az USA merevszárnyú vadász-, csapásmérő-, bombázó- és felderítő gépeinek száma meghaladta az 1'300 darabot és ezek nagyrészt a korszak csúcstechnikáját alkották. Nyugati szemmel korszerűnek mondható vadász- és csapásmérő típusa az irakiaknak alig néhány akadt és ebből csak egy volt vadászgép (MiG-29), de az is csak jelentéktelen mennyiségben állt rendelkezésre a szükségeshez mennyiséghez képest. Még a potensebb iraki gépeknek is inkább csak nappal volt sanszuk a sikerre. A kérdés igazából csak az volt, hogy mennyi ideig tart majd és mennyibe fog fájni az iraki erők kipaterolása Kuvaitból...

8.2.4. A Sivatagi Vihar

1991. január 17-én hajnalban a koalíciós haderő támadásba lendült. A támadást nyolc darab AH-64 harci helikopter vezette fel, ezek még jóval csapásmérő kötelékek előtt szálltak fel. Feladatuk két kiemelten fontos nagy hatótávolságú távolfelderítő radarállomás elpusztítása volt Bagdadtól nyugatra a szaúdi határ közelében, Tabuk támaszponttól kelet-északkeletre. Azért esett rájuk a választás, mert a célpontok elpusztítását a lehető legnagyobb biztonsággal kellett megállapítani, és az észrevétlen megközelítés is fontos volt, hogy az iraki védelem minél később jöjjön rá, hogy mi is történik. A célpontok megtalálását a 2x4 +1 tartalékgép mellé rendelt MH-53J helikopterek segítették, amik navigációs rendszere fejlettebb volt. Az akció részletesebb ismertetése a lenti linken megtalálható cikk 45. oldalától olvasható.⁴⁰⁹ A támadás időpontját úgy választották meg, hogy még azelőtt kellett elpusztítani radarokat, mielőtt a csapásmérő

⁴⁰⁹ http://download.wicmwmod.com/Fun_Mod/40030664-AH-64-Apache-and-AH-64D-Longbow.pdf

kötelékeket és azokat támogató kísérő gépeket észlelhatték volna a radarok. A helikopterek akciójával párhuzamosan az F-117 alacsony észlelhetőségű csapásmérő és a hajókról indított BGM-109 Tomahawk manőverező szárnyasbombák is megkezdték az iraki légvédelem kulcselemeinek elpusztítását.⁴¹⁰

A helikopterek sikerrel jártak, így a támadás megkezdődhetett, természetesen a Sasok részvételével. Az F-15 gépek már az első éjszaka is több légygőzelmeket szereztek, azonban az iraki vadászgépek aktivitása meglepően alacsony volt. Mielőtt rátérnénk az első éjszakára érdemes kitérni arra, hogy a különböző alakulatok hogyan készültek fel a hadműveletre.

A 33. ezred 58. vadászszázada (33rd TFW, 58th TFS) a hadművelet első tíz napjára kiválasztott tizenkét pilótát – 3x4 gépes kötelékek személyzete⁴¹¹ – akik dedikáltak csak OCA/sweep bevetéseket repültek. Jellemzően ezek a legnagyobb kockázattal járó és legveszélyesebb bevetések, ugyanis nem egyszer a csapásmérő és SEAD támogató gépek előtt repültek, tehát nem csak a vadászokkal, de adott esetben a légvédelmi rakéták leghevesebb ellenállásával is ezeknek a pilótáknak kellett szembenéznie. A század többi pilótája a CAP, DCA, HAVCAP, bevetéseket repült. Ezek közül az Irak légterében adott CAP volt az, ahol „akcióra” lehetett számítani. Ez esetben a gépek egy adott körzetben járőröztek és a vadászirányítók és a csapásmérő gépek rádióüzenetei alapján reagálhattak a felderített fenyegetésekre, de nem tartottak közvetlenül egyetlen csapásmérő kötelékkel sem. Az 1. ezred 71. vadászszázada és a 4. ezred 53. vadászszázada ezzel ellentétes módon szervezte meg a bevetéseket nappali/éjszakai csoportokba osztották a pilótákat az egész hadművelet ideje alatt.⁴¹²

Az első éjszakán az ATO⁴¹³ szerint a 58th TFS nyolc gépének Irak nyugati része felett, az 53th TFS Irak középső részén míg a dhahrani Sasok az 1. ezredből Irak keleti részén tevékenykedtek. Az 58. század által emelt nyolc gép hívőjele 'Citgo' 61, 62, 63, 64 és 'Pennzoil' 61, 62, 63 és 64 voltak. John „JB” Kelk százados így írta le az első éjszaka történeteket:

„A Pennzoil kötelék hármas számú pilótája voltam, Rick „Kluso” Tollini vezetett minket. A terv az volt, éjszakánként egymást váltjuk a vezér szerepében, Rick kezdett az első éjszaka. A kettes gép pilótája Larry „Cherry” Pitts a négyesé Mark „Willie” Williams volt.

Helyi idő szerint 03:00 órakor F-117 és alacsonyan behatóló F-15E gépek kezdték meg a mi körzetünkben az irakiak puhítását. A terv az volt., hogy miután a Strike Eagle gépek a rajtaütés után olajra lépnek mi vesszük át a helyüket a H2 és H3 iraki légitámaszpontok közelében délkelet felől közelítve. A 2x4 gépünk egyfajta „falat” képezve minden, a csapásmérő gépeinket üldözőbe vevő iraki vadászt lekaszál. A csapásmérő és vadászkötelék időbeli elkülönítését szükségesnek érezték, hogy a zsúfolt légtér miatt még véletlenül se lőjünk le baráti gépet, így tudtuk, hogy bármi ami nagy sebességgel közelít felénk, az csakis ellenséges gép lehet.⁴¹⁴ 03:05-kor az AWACS jelentette, hogy iraki gépeket észlelt. A probléma az volt, hogy mi ekkor még mindig 50 mérföldnyire voltunk a szaúdi határtól déle, a Citgo kötelék meg 100 mérfölddel

⁴¹⁰ <http://www.sci.fi/~fta/strike-91.htm>

⁴¹¹ Tartalék nélkül...? Ugyanis a forrás nem említ tartalékot...

⁴¹² Szerintem a második módszer a logikusabb és rugalmasabb, ezen felül nem szubjektív megítélés alapján rostáltak. Az első esetben nem tisztázott számomra, hogy ha a bevetéstervezők több vadászbevetéssel számoltak, akkor honnan szedtek pilótát, mert nyilvánvalóan nem lehetséges azt, hogy egymás után „két műszakot” húzzon le egy pilóta. Vagy mégsem, lásd később az első éjszaka ismertetése után.

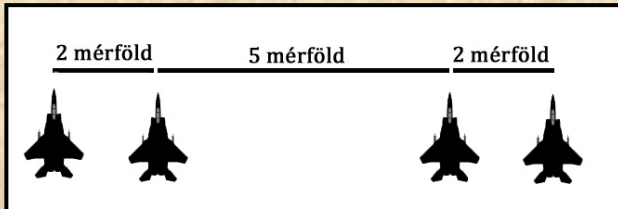
⁴¹³ http://en.citizendium.org/wiki/Air_tasking_order,

<http://www.globalsecurity.org/military/ops/air.htm>, Air tasking order. Ez lényegében egy lista, ami az adott időszakra tervezett bevetések összesített listája. Ennek összeállítása nem egyszerű, a körülmények változása szerint változhat és frissülhet.

⁴¹⁴ Legalábbis a kezdeti megközelítési szakaszban.

volt lemaradva mögöttünk.⁴¹⁵ A pocsék időjárás miatt – 10 km magasságig tornyosuló viharfelhőzet, koromsötét éjszaka – a légitankolás elhúzódott. Az eredeti elképzelés szerint bőven lett volna időnk felfejlődni, de ez az adott helyzetben nem jött össze. Nem volt mit tenni, az AWACS négyünket (Pennzoil kötelék) északra küldött. Ennyit a nyolcgépes falról...

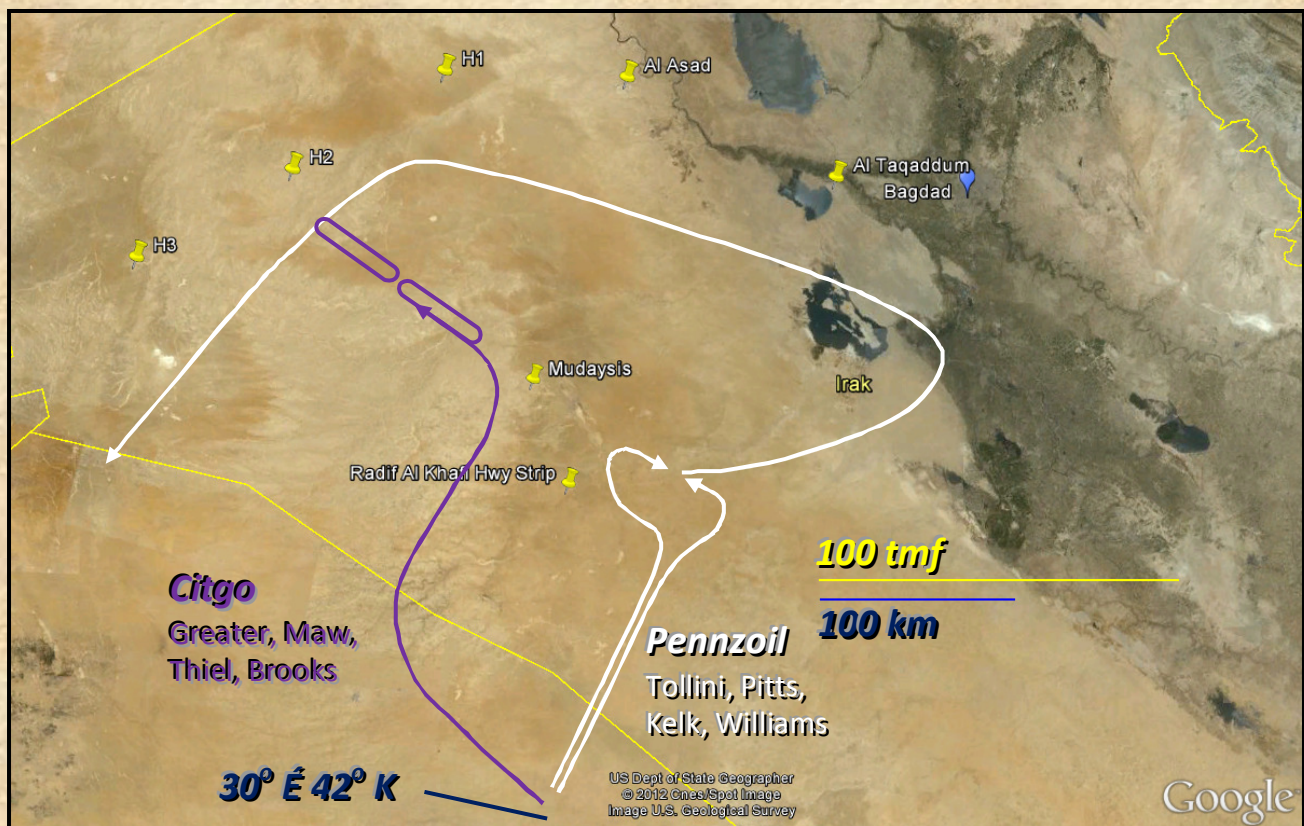
(A Citgo kötelék vezére Rob Graeter úgy döntött, hogy délről megkerüli a viharzónát. Mikor az AWACS északra küldte a Pennzoil köteléket az időjárás elkezdett tisztulni.)



Kötelékünk – 1st és 2nd element (első és második géppár) – két részre szakadt, és ezzel egy kilenc mérföld széles „falat” hoztunk létre. Balról jobbra haladva, Pitts, Tollini, Kelk és Williams repültek az alakzatban. A vadászirányítók két iraki kontaktus felé irányítottak minket – az iraki gépek Radif AL Khafi tartalék reptértől északkeletre és a Mudaysis támaszponttól délkeletre voltak – Tollini és Pitts a nyugatabbra levő célpontokra mozdult rá, Williams és Kelk a keltebbre levőkre.”

Innentől Larry Pitts veszi át a szót:

„A célpontok felé közeledve a radarképernyőn kb. negyven (!) felderített gép jelent meg, miközben próbáltam végrehajtani az azonosítási procedúrát. Végül csak egy ellenséges gépet találtam, ami egy csapásmérő kötelékünk felé tartott. Az iraki azonban végül megfutamodott és leszállt az egyik támaszpontjukon.”



A Pennzoil és Citgo kötelékek hozzávetőleges útvonala, 1991. január 17-én éjszaka.

⁴¹⁵ Ez kb. 10-13 perc attól függően, hogy mennyire „szedi a lábát” a Sas a rendelkezésre álló tüzelőanyag függvényében.

Térjünk vissza Kelk beszámolójához:

„Kb. ötven mérföldnyire Irak légtérén belül tartózkodtam, amikor a besugárzásjelző rendszer figyelmeztetett, hogy egy tűzvezető radar befogott, amikor én is ugyanezt tettem a célpontommal. Amennyire akkor meg tudtam ítélni csak egyetlen ellenséges vadászgép tartott felém, akkor kb. 30 mérföldnyire voltunk egymástól. Miközben én befogva tartottam a célpontot Williams továbbra is kereső üzemmódban használta a radarját, hogy a légi helyzetképünk a lehető legtisztább maradjon. Az azonosításhoz az IFF rendszert a 4-es titkosított üzemmódban használtuk (Mode 4), aminek érvényessége időszakonként változott, jelen esetben hajnali háromkor. Azon rágódtam, hogy mi van, ha a célpontom saját gép, és a teendők sokasága közben egyszerűen elfelejtette megfelelően beállítani az IFF rendszert. Nem akartam ilyen ostoba hiba miatt lelőni egy baráti gépet, ezért megerősítést kértem az AWACS géptől a célpont hovatartozását illetően.⁴¹⁶ Azonban az AWACS operátora annyira elfoglalt volt, hogy az azonosítási kérelmemet nem tudta teljesíteni, ezért a saját gépem rendszereivel kellett végrehajtanom az azonosítást. A „bandita”⁴¹⁷ 7 ezer lábról 17 ezerre emelkedett és irányt változtatott. A közeledési sebességünk ezzel megnőtt, ezáltal a rakéta hatásos indítási zónája is nagyobb lett, gyorsan közeledett az a pillanat, amikor indíthattam a rakétámat. Én voltam előnyösebb helyzetben 30 ezer láb magasságban, a rakétám hatótávolsága ebben a helyzetben felülmúlta az ellenségét.”⁴¹⁸

Ezzel nagyjából egy időben fogták menekülőre Tollini és Pitts célpontjai, így ők keleti irányba fordulhattak Kelk és Williams felé. Kelk kb. 2'200 km/h relatív sebességgel közeledett célpontjához, amikor indított egy AIM-7M rakétát, a indítás alatt becsukta a szemét, hogy a rakéta hajtóművének fénye ne vakítsa el és megőrizze éjszakai látását. Az indítás után éles fordulót hajtott végre és diplókötegeket szórt ki, ő így írta ezt le:

„A rakétámat nagy magasságban kicsivel 1 Mach sebesség felett indítottam útjára. Határozottan éreztem, hogy a rakétaindítás megtörtént – 500 fontnyi tömegtől szabadultam meg egy pillanat alatt, ezt nehéz nem észrevenni – annak ellenére, hogy a fegyverzetkezelő panel azt mutatta, hogy még mind a négy Sparrow a gépen van. Tudtam, hogy mit éreztem, annak ellenére, hogy az nem egyezett meg a műszerek által szolgáltatott adatokkal, biztos voltam benne, hogy az indítás rendben lezajlott. Az indítás után fordulót hajtottam végre és kiszórtam néhány chaff töltetet remélve, hogy ez megzavarja az ellenséges gép radarját.⁴¹⁹ A forduló után süllyedni is akartam, hogy én kerüljek földhátterbe, de erre már nem maradt idő. Nagyjából azonos magasságon voltunk, amikor kb. 10 mérföldnyire tőlem egy nagy villanást láttam, amikor a rakétám eltalálta a célpontot. A robbanás fénye néhány másodperc alatt megszűnt, és újra teljesen sötét volt.”

⁴¹⁶ Lehet, hogy a források szerkesztőinek munkájának eredménye, de az interjúk alapján az a furcsa kép áll össze, hogy a saját gép lelövésének gondolata volt a legnyomasztóbb a Sas pilóták számára, és nem is az ellenség. Nem nagyon említi meg egyetlen pilóta ezt, hogy „jaj, csak ne X vadászgéppel vagy Y légvédelmi rendszerrel találkozzak”. A saját maguk által elkövetett hibától talán jobban tartottak, mint az ellenséges hadtechnikától és azokat kezelőktől. Ez persze lehet annak jele is, hogy nagyon bíztak a saját gépeikben, amik már bizonyítottak az IAF kötelékében.

⁴¹⁷ A rádiókommunikáció megkönnyítésére amikor csak lehet szabvány kifejezésekkel operálnak, az azonosított ellenséges gépre használják a bandita szót.

http://nato.radioscanner.ru/files/article65/multiservice_brevity.pdf

⁴¹⁸ Az viszont nem elhanyagolható, hogy az iraki gép az F-15 szemszögéből földhátterben volt, míg az amerikai nem. Máskülönbben esélye sem lett volna már 35 mérföldről befogni az amerikai vadászgépet.

⁴¹⁹ A forduló célja az, hogy azt követően két gép közeledési sebessége kisebb legyen, tehát az ellenfél indítási zónáját csökkenti. A forduló után a célpont balra/jobbra 40-50 fokban irányban helyezkedik el, ekkora oldalszög eltérésben a radar még képes a célponton maradni és fenntartani a folyamatos befogást a félaktív rakéta célravezetéséhez. (F-pole manőver.)

A légi harc után a köteléknek újra össze kellett volna állnia, azonban eddigre már eléggé zavaros volt a helyzetképük. Kelk a kiforduló védekező manőverét nyugat felé hajtotta végre, ahonnan Tollini és Williams közeledtek. Ez némi azonosítási problémához vezetett ami miatt kis híján egymásra támadtak a Sasok. Olyan közel kerültek a gépek egymáshoz, hogy Tollini az alatta elhúzó másik gép – Williams volt az – kabinvilágításáról (!) azonosította a köteléke egyik tagját. Az összerendeződést végül sikerült végrehajtani, de ehhez rövid időre fel kellett kapcsolnia Williamsnek a gép helyzetlámpáit. Tollini elrendelte a póttartályok leoldását, de neki műszaki problémája adódott és nem volt képes ezt végrehajtani, ezért csak lassan érte utol a többieket, mert az utánégető használatát mellőzni akarta. Ezután folytatták az utat Bagdad felé és attól 40 mérföldnyire délre balra fordulva északnyugat felé, a H1 és H2 támaszpontok mellett elhaladva hagyták el Irak légterét. A határ felé tartva Kelk besugárzásjelzője hat óra irányából 5 másodpercig ellenséges radar befogását jelezte, aztán elnémult és többet nem jelzett veszélyforrást. Az út hazáig innentől eseménytelenül telt.

A Kelk által lelőtt gépet másnap MiG-29-es vadászgépként azonosította a hírszerzés, ezzel ő lett az első amerikai pilóta, aki F-15-tel légigyőzelmet ért el.⁴²⁰ Az iraki gép pilótája valószínűleg Omar Goben százados volt, aki az Irán elleni háborúban MiG-21 és MiG-23 gépekkel repülve két F-5 vadászgépet lőtt le, ezt a légi harcot azonban nem élte túl.

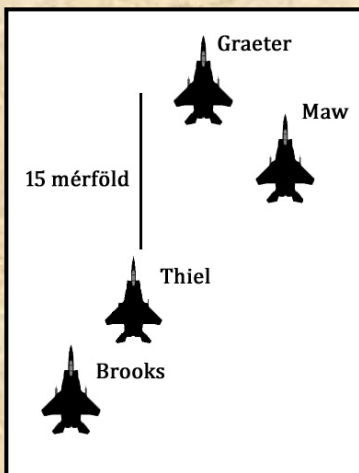
Feltűnhet az olvasónak, hogy a 24 gépes állománynak csak az 1/3-át vetették be az első csapás alkalmával. Ez logikus, hiszen a légifölény azt jelenti, hogy a nap „24 órájában” – vagy legalábbis addig, amíg baráti gépek tartózkodnak ellenséges légtérben – biztosítják ezt, ez behatárolja azt, hogy normál esetben mennyi gép van jelen a hadszíntér felett vagy annak közelében. A folyamatos jelenlét fenntartása az jelentette, hogy jó, ha a gépek legfeljebb 1/3-a tartózkodhatott egy időben Irak felett. A koalíciós támaszpontok nagy távolsága a hadműveleti zónától azt eredményezte, hogy annak elérése beletelhetett akár 2 órába is, a harci tevékenységet csak ezután kezdhették meg. A gépek hadrafoghatósági mutatóiról sem szabad megfeledkezni, ami szintén csökkenti a valójában bevethető gépek számát a papíron meglevő állományhoz képest. Ez azt jelentette, hogy a védekező fél komoly előnnyel rendelkezhet, az ellenség elfogására indított vagy őrző gépek fordulóideje saját légtérben jóval kisebb lehetett. Tehát a védekező fél kevesebb géppel, azonos hadrafoghatóság mellett nem felétlenül kevesebb géppel veszi fel a harcot a támadóval szemben, nagyobb erőkoncentrációt tud adott esetben felmutatni számszerűleg kisebb géppark ellenére is.

Lássuk ugyanezen éjszaka eseményeit a Citgo kötelék szemszögéből. Miközben a Penzoil köteléket az AWACS a két felderített iraki kötelék ellen küldte, addig a Citgo köteléket Mudaysis támaszponttól északnyugatra irányította, a közelben levő reptéren Mirage F.1 vadászgépek állomásoztak. Robert „Cheese” Graeter volt a kötelék vezére.

„A kísérőm Scott Maw hadnagy, a 3-as gép pilótája Bill Thiel alezredes míg az ő kísérője a 4-es gépben Robert Brooks hadnagy volt. Az eredeti „felvonulási tervünknek” lőttek a rossz időjárás miatt. A körzetünkben hat KC-135 őrző géppel, rádió használata nélkül, holdfény nélküli rossz időjárásban a tankerünk megtalálása és a légitankolás a szokásos idő kétszeresét vette igénybe.”⁴²¹

⁴²⁰ Ha eltekintünk attól a szaúdi incidenstől, ahol lehetséges, hogy amerikai pilóta lőtt le egy iráni F-4 Phantom II vadászgépet.

⁴²¹ Leszállás után Tollini elmesélte, hogy utántöltés közben úgy érezte, mintha palásorsót hajtana végre. Nem ritka az, hogy a pilótát „megtréfalják” az érzékszervei különösen rossz időben, ha semmiféle látható vizuális referenciapont nem áll rendelkezésre. A műszeres repülés egyik alapelve, hogy a pilóta bízson a műszerek által szolgáltatott adatokban és hagyja figyelmen kívül azt, amit az érzékszervei diktálnak. Magyarán ne a „feneke” alapján repüljön.



A rossz időjárás miatt a kötelék tartása is nehezebb volt, ezért egy időre a kísérőmet mögém parancsoltam és úgy repültünk. Rövid időszakokra a radart is bekapcsolta, ami megkönnyítette az alakzat tartását.”

Mivel a Pennzoil köteléktől jócskán lemaradtak – ezt Graeter is tudta, radarjával még éppen látta Tollini kötelékét – ezért az ő négy gépét egyenesen Mudaysis felé küldték, ahol északnyugat felé fordultak a H2 és H3 reptér irányába. Ezt követően a két géppár Mudaysis és a fent említett támaszpontok között őrjáratolni kezdtek (BARCAP), a Sivatagi Pajzs hadműveletnél más ismertetett elnyújtott „lóversenypálya” alakú „köröket” leírva 25 mérföld hosszan, lásd a képet három oldallal korábban. A BARCAP zóna így lehetővé tette, hogy a kötelék rugalmasan reagáljon a terület két szélén felbukkanó ellenséges vadászgépek közeledésére.

Az őrjárat terület elérésig a Pennzoil köteléktől eltérően Greater nem a „fal” formációt választotta, mert annak tartását az időjárás megnehezítette volna. Maw és Brooks viszonylag újonc pilótáknak számítottak a Sason, ezért Greater nem kívánta túlterhelni őket.⁴²² Kísérőjével 15 mérfölddel Thiel és Brooks gépe előtt haladtak, de még a géppár kötelékek nem egymás mellett, hanem némileg lemaradva kísérték a vezérgépet.

„Mudaysis felé haladva a radaron láttuk a távozó F-15E csapásmérőket és a támaszponttól 50-60 mérföldnyire északnyugatra őrjáratoló iraki MiG-29-es vadászgépeket, de rajtuk kívül semmit sem láttunk a levegőben, a radarkép tiszta volt.”⁴²³ Biztos voltam benne, hogy azokat az ellenséges gépeket észleltük, amikről az AWACS is tájékoztatott bennünket, ezen felül a saját IFF azonosítás során sem kaptam baráti választ. Közeledtünk az ellenséges gépek felé, de ekkor még nem kaptunk elfogási parancsot, az őrjárat zóna által meghatározott útvonalat követtük.”

Amikor Graeter a két kötelék által leírt „lóversenypálya” északkeleti határához ért és délkeletnek fordult, akkor Mudaysis felett ellenséges repülőgépeket észlelt a radarjával.

„A radarom egy alacsonyan repülő gépet derített fel. Én kutattam az alacsonyan közeledő gépeket, Maw feladata a közepes és nagy magasságban haladó célok felderítése volt, eszerint állította be a radarantenna pásztázási szögét (elevation). 25 mérföldnyire voltam a célponttól, a magassága 4'000 láb (1,2 km) volt, a földhöz képesti magassága kb. 1'500 láb (kb. 500 méter). Mikor a célpont balra fordult délkeleti irányba, megszüntettem a befogást és így láthattam, hogy további két gép szállt fel, néhány mérföldes térközökkel követték az első gépet.

Maw és Graeter rádióan egyeztették, hogy ki és mit lát a radaron és végrehajtották a célpontok kiosztását. (Ugye emlékszünk még, ez volt az, ami az egyik értékelő szerint nem ment flottul az ACEVAL

⁴²² Számomra logikátlan, hogy miért pont őket választották ki az elméletileg a legnagyobb felkészültséget kívánó „első hullámos” feladatra az első három nap során.

⁴²³ Hogy hogyan azonosították ekkora távolságról a gépeket, az számomra rejtély, mert tudtommal az NCTR üzemmód ennél csak jóval kisebb távolságról működőképes, ezen felül egy szó sem esik arról, hogy közelítenének a gépek. Ez az azonosítási módszer csak igen szűk szögterületben közeledő gépek felismerését teszi lehetővé. Lehetséges, hogy más elektronikai támogató géppel hajtották ezt végre – pl. E-3 Sentry – de erről egy szóval sem tesz említést a forrás. Az is elképzelhető, hogy utólag azonosították a gépeket, csak mivel a beszámoló idején már ismerték a típust, ezért mesélték el így. Amennyiben mégis, ott és akkor meg tudták mondani a célpontok típusát, akkor ez még mai szemmel is elképesztően jó célazonosítási képességet jelentett.

tesztsorozat során.) 17 mérföldnyire a vezérgéptől Graeter befogta a vezérgépet, míg kísérője a leghátsó gépre fókuszált.

„Ekkor még mindig fogalmunk sem volt az ellenséges gépek típusáról, az AWACS egy EC-135 Rivet Joint géptől kapott információ alapján riasztott minket a felbukkanó (pop-up) célokra.⁴²⁴ Később, a légi harc során lezajlott rádióbeszélgetés visszahallgatása során lett nyilvánvaló számomra, hogy a támogató gépek ellenséges célokként azonosították ezeket, csak én ezt akkor nem hallottam meg, ezért saját magam határoztam meg a célpontok hovatartozását az EID mátrix végrehajtása során.⁴²⁵ NCTR üzemmóddal próbálkoztam és az IFF rendszer Mode 3/A üzemmódjával, amivel megállapíthattam volna a célpont esetleges kommunikációs hibáját. Hibajelet nem kaptam⁴²⁶, tehát a célpont ellenségesnek minősült. Közben 30 ezer lábról 20 ezer lábra ereszkedtem, hogy a radar könnyebben pásztázzon lefelé. Az azonosítási folyamatot a célponttól 10 mérföldnyire fejeztem be, mielőtt még utoljára kértem az AWACS megerősítését. Mivel választ nem kaptam ezért 10 mérföld távolságban indítottam egy AIM-7 Sparrow rakétát.”

Graeter figyelte, ahogy a rakéta eltávolodott a gép jobboldalától, de nem kellett volna, mert a hajtómű erős fénye hosszú időre elvakította és az éjszakai látását csökkentette. (Mondogatta is magában, hogy ez nem helyes, de valószínűleg nem tudott ellenállni a kísértésnek.)

„Az elképzelés az volt, hogy indítás után néhány másodperccel ellenőrizzük vizuálisan, hogy a rakéta hajtóműve valóban beindult és, hogy a rakéta a cél felé tart-e. Ezt tettem én is. Ekkor újra a kabin műszereire pillantottam és végrehajtottam az F-pole manővert balra, így a célpont tőlem 40 fokra jobbra került. Ekkor felnéztem, de már nem láttam a rakétámat. A fedélzeti rendszer szerint a rakétának már célba kellett volna érnie, de nem történt semmi. Már a célpont felé kezdtem fordulni – hogy újra rakétát indítsak – amikor a rakéta eltalálta a célt.

Tisztán emlékszem, hogy látható volt, ahogy kúpos formát alkotva felrobbant a rakéta robbanófeje. A találatot Maw is megerősítette.”

Maw ekkor még üldözte a célpontját, de végül fel kellett adnia azt. Utánégetőt nem akartak kapcsolni, így esélyük sem volt utolérni az iraki vadászt, ezen felül Roland légvédelmi rendszerek kisugárzását jelezte az RWR. Thiel és Brooks eközben a H2 és H3 bázisok környékén őrzőjáratozott, megakadályozandó egy esetleges hátbatámadását a délen tevékenykedő gépeknek, azonban nem találkoztak ellenséggel

Graeter egy másik gépet is üldözőbe vett és rakétát is indított rá, de indítás után közvetlenül a cél a földnek csapódott, ezért ezt is neki írták jóvá, légyőzelemnek számított, de ezt csak a bevetés után egy héttel ítélték meg. Mindkét elveszett gép Mirage F.1 volt. Ezeken a gépeken felül látni véltek legalább még egy gépet, ami a földnek csapódott fegyverhasználat nélkül, de ezeket nem kezelték légyőzelemként.⁴²⁷

⁴²⁴ Ez a rész szintén nincs megmagyarázva a forrásban, hogy pontosan ki és hogyan hajtotta végre az észlelést és legfőképp, hogy mivel...

⁴²⁵ Lásd a „Ha Rövid a Kardod cikksorozatban.

⁴²⁶ IFF Code 7600

⁴²⁷ A rakétaindítás után kb. 3 mérföldnyire egy másik gép becsapódását is észlelte Graeter, de erről a forrás a továbbiakban nem nyilatkozik, hogy ez mi lehetett és minek értékelték utólag. Amiatt meg végképp furcsa, mert így a beszámoló elején levő gépek száma nem egyezik meg a lelőtt vagy lezuhant gépek számával. Összességében számomra nem világos, hogy akkor mennyi gép volt a környéken és az, hogy ebből mennyi zuhant le fegyverhasználat nélkül.

Leszállás után Graeter találkozott az alakulatában szolgáló Charles Magill pilótával, aki szerint a tekintetem arról árulkodott, hogy a háború nem „csupa móka és kacagás”. Ekkor kezdett tudatosulni bennem, hogy embert öltem, és láttam több másik halálát is.

„Egy olyan légiharc rakéta találatát túlélni, mint az AIM-7 vagy az R-27 szinte lehetetlen. A rakéta harci része arra van tervezve, hogy ledarálja a gépet. Ha szemből érkezik a rakéta, akkor a pilótának esélye sincs katapultálni, a géppel együtt a rakéta őt is darabokra aprítja. Magill – aki ekkor első bevetésére készült a hadművelet első reggelén – ekkor még nem sejtette, de néhány óra múlva ő is szembesülhetett hasonló érzésekkel.”

Az első éjszaka érdekességei közé sorolható, egy magát sokáig tartó téves információ. Az 1. ezred az egész konfliktus alatt csak egyetlen légygőzelmét jegyezte, ezt a 71. században repülő Steve Tate százados érte el.⁴²⁸ Valószínűleg a túlbuzgó riporterek munkája – a „mondjunk már valamit” hangulat és talán a jól csengő hír, hogy az 1. ezred érte el az első légygőzelmét, ami ráadásul az USA legrégebbi repülő alakulata – vezethetett oda, hogy tévesen neki ítélték az Sivatagi Vihar első koalíciós légygőzelmét, amiről később kiderült, hogy nem volt igaz.

A 33. harcászati repülőezred 58. századának legelső nappali bevetésekor Magill⁴²⁹ vezette a Zerex, Pennzoil, és Union hívójelű négygépes F-15 kötelékeket, amik nagyjából 50 koalíciós csapásmérő gépet fedeztek.

A Zerex kötelékben – ez volt Magill 4 gépes csapata – a 2. gépben Mark Arriola hadnagy, a 3. gépben Rhory „Hoser” Draeger százados és a 4. Sasban Tony „Kimo” Schiavi százados foglalt helyet, Tollini vezette a Pennzoil rajt. A Union kötelék nyolc gépét az 1. ezred 71. repülőszázada biztosította.

Együttesen 16 Sas vetettek be a 40 darab F-16, 8 darab F-4G és 2 darab EF-111 védelmére. A Sóllymok célpontjai az Al Taqaddum és Al Asad támaszpontok, különösképp az Al Taqaddum területén elhelyezkedő biológiai és vegyi hadviseléssel foglalkozó kutatóintézetek voltak. Az 58. repülőszázad négygépes alakulata január 17-én, helyi idő szerinti 14 órakor szállt fel, a tankerrel való találkozás után észak felé vették az irányt.

Elképesztő, de új tűnik, hogy az első éjszakai bevetés után Tollini az első nappali bevetésen – tehát a 2. hullámban – is részt vett. Számomra érthetetlen, hogy miért terhelték túl ennyire a pilótákat, itt ütközik ki számomra az 58. századnál alkalmazott beosztási elv, amit a fejezet elején ismerttettem. Az első éjszakai bevetésen hajnali háromkor (03:00) már az iraki határnál volt, tehát villámsebes eligazítást feltételezve – a hadművelet első napját már korábban megtervezték – ekkor már legalább három órája talpon volt. Az első nappali bevetésre helyi idő szerint délután kettőkor (14:00) szálltak fel. Mivel ez előtt a bevetés előtt is nyilvánvalóan szükséges volt eligazításra, ez azt jelenti, hogy legjobb esetben is 3-4 órája volt pihenni és aludni, már ha egyáltalán az első éjszaka eseményei után képes volt erre... Persze léteznek különféle serkentő tabletták, amivel a pilóta éberségét fent lehet tartani, de mégis mi szükség erre, amikor nem „élethalál kérdése” volt...? Nem a Varsói Szerződés és a Szovjetunió esett neki Nyugat-Európának, amikor tényleg „mindent bele” védekezésre lett volna szükség. Egy első látásra is sokkal gyengébb ellenféllel akaszkodtak össze, a Koalíció határozta meg a hadművelet tempóját, nem Irak...

⁴²⁸ www.youtube.com/watch?v=d2QYcYuMTSw#t=1m17s

⁴²⁹ Magill az USAF és az USMC közötti csereprogram keretében repült F-15-tel, ugyanis ő a Tengerészgyalogságnál (USMC) szolgált. Az amerikai pilóták közül a Sivatagi Vihar végén az ő gépe hordozott éles körülmények között először AIM-120 AMRAAM rakétát.

1940-ben az Angliai csata alatt volt olya brit pilóta, aki napi hat bevetést repült – persze ezek időtartama rövidebb volt, de igencsak leterhelte a pilótát – egyszerűen azért, mert nem volt más megoldás, nem volt elég pilótája a Királyi Légierőnek. Mi a frászkarikáért kényszerítették magukat az amerikaiak ilyen feszített üzemre, mikor időleges átszervezéssel valószínűleg más alakulatoktól vezényelhettek volna át pilótákat? Vagy egyszerűen csökkentheték volna a bevetések számát is. Az El Dorado Canyon hadművelet pl. alatt iszonyatos túlbiztosítással repültek az F-111F csapásmérők. Természetesen a hadművelet kiterjedtsége miatt ez a szintet az Öbölben képtelenség lett volna biztosítani, de azért a ló másik oldalára sem kellene átesni szerintem. Persze az is lehet, hogy ez egyedi esemény volt vagy csak az első pár napot tervezték ilyen sűrűre, mert akkor még nem tudhatták, hogy az iraki vadászgépek mennyire passzívák maradnak a konfliktus során.

A kötelék számára kijelölt AWACS légtérelenőrzőnek kisebb műszaki problémája adódott, ami gondot okozott a frekvenciaugrásos „Have Quick” rádióhálózatra való csatlakozásban, de mindenki megkönnyebbülésére ezt sikerült megoldani, így a titkosított rádiózásról nem kellett lemondani. Innentől Magill veszi át a szót:

„A hozzám tartozó nyolc géppel képesek voltunk a célterület látótávolságon túli letapogatására az akció előtt. Ezeket a reptereket eddig még nem érintettük, így a bevetés irányítója, a F-16-os kötelék vezére úgy döntött, ha túl nagy ellenállásba ütközünk, akkor a bevetést megszakítjuk.”

Az Al Taqaddum támaszponton a legborúlátóbb becslések szerint 50-70 db. Mirage F.1, MiG-23 és MiG-25 vadászgép állomásozott, Al Asad pedig további 50 darab vadászgéppel rendelkezett, ez utóbbi repteret vélték az iraki MiG-29 vadászok támaszpontjának. (A hat oldallal ezelőtt levő térképen ezek a repterek is fel vannak tüntetve.) A határt átlépve Magill nyolc géppel „tisztoगतó” bevetést repült (sweep) 80 mérföldre a fő csapásmérő kötelékek előtt. Amikor a Sasok elérték az iraki határt 30° észak, 42° Kelet koordinátáknál – gyakorlatilag ugyanezen a ponton lépte át a határt éjszakai Tollini köteléke – az AWACS a célponttól délnyugatra két közepes magasságban repülő vadászgépre hívta fel a figyelmünket.

„Az AWACS engedélyt adott a két iraki megtámadására, pedig ekkor még körülbelül 160 mérföldre voltak tőlünk. A gépek Taqaddumtól délre észak-déli irányban őrzáratoztak – ez gyakorlatilag BARCAP – de ezen a ponton még nem aggódtam miattuk. Követtem a saját tervem, ami szerint óramutatóval ellentétes irányt követve megtisztítom az egész területet: Al Taqaddum, Al Asad, majd H2 és H3 repterek mellett hagyom el Irak légterét.”⁴³⁰

Miközben a négyes kötelékem tagjai a bal oldalamon, a Pennzoil kötelék velem párhuzamosan, jobbra tőlem repült arra gondoltam, hogy pontosan mit csinálhatnak az ellenséges gépek odaát. Mivel a légiirányító kettőt látott eddig, valószínűnek tűnt, hogy közelebb érve ez a szám akár húsz közelire is emelkedhet. Azt gondoltam, hogy a vadászgép őrzárát⁴³¹ leginkább egy légi radarrendszerként működik, mivel az előző éjszaka elég sok nagy hatótávolságú radart iktattunk ki.”

⁴³⁰ Majdnem ugyanezt ez útvonalat repülte le éjszaka a Pennzoil kötelék. Úgy látszik, hogy szándékosan provokálni akarták az iraki légvédelmet, hogy az adott támaszpontokról szálljanak fel a gépek.

⁴³¹ Itt a forrás „MiG CAP” terminológust használ. Azt, hogy honnan tudták 160 mérföldről, hogy milyen típusú gépekről van szó, az megint homályos. Az iraki gépek még közeledő aspektus esetén is túlságosan eltérő irányban repültek az NCTR üzemmódhoz. Lehetséges, hogy képesek voltak lehallgatni az iraki rádiózást, ahol talán említették a gépek nevét. Persze az is lehetséges, hogy a szovjet-NATO összecsapásra trenírozott pilóták egyszerűen rászoktak erre a terminológiára, vagy mivel utólag már tudták, hogy milyen gépek volt, ezért így mesélték el a történetet.

Túlerő esetén Magill az AIM-7-es rakéták „sortüze” után dél felé vonult volna vissza, a fő csapásmérő egység felett repülő 1. ezred 71. századának F-15 vadásza fedezték volna őket, akik kb. 12 perccel utánuk jöttek (~80 mérföld).

„Nem akartam Mudaysis felett átrepülni, aminek közelében alig fél napja elérte Graeter légigyőzelmeit, ezért úgy döntöttem, hogy azt megkerülve, attól keletre 40-50 mérföldnyire repülünk el. Az iraki vadászok még mindig a leggazdaságosabb őrzési sebességüket tartva repültek, pedig ekkor már csak 40 mérföldnyire voltak tőlünk. 360 csomós sebességgel (660 km/h) 1'500 láb (~500 méter) magasságon haladtak észak felé, a kísérő gép éppen ekkor váltott pozíciót, a vezér baljáról jobbra került át. Ezen a két gépen kívül a radar semmilyen más célt nem derített fel, ezért nem volt szükségem a Pennzoil kötelékre, Tollini kötelékét Al Asad felé küldtem északnyugatra biztosítandó, hogy abból az irányból semmi meglepetés ne érhesse minket.”

Érdekes, hogy az AWACS még közepes magasságban repülő gépekről beszélt, de a pilóta a saját radarjával már alacsonyan levő célpontokat derített fel. Lehetséges, hogy az AWACS radarja pontatlanul adta meg a magasságot. Az E-3 lényegében egy nagy hatótávolságú levegőbe telepített keresőradar, amik elsődleges funkciója a távolság, sebesség és iránymérés. A magasságot a régebbi radarok nem, vagy csak erős becsléssel adták meg, lehet, hogy ez az akkor E-3 gépen alkalmazott eszközre is igaz volt. A szovjet légvédelmi rendszerek sokáig külön magasságmérő radarral rendelkeztek. Persze az is lehetséges, hogy időközben tényleg változtatták a magasságot, de ennek nem sok értelme lenne, hacsak nem ennyiben nyilvánult meg az iraki vadászok önvédelmi reakciója, földhátterben megpróbálták eltűnni.

Ha tényleg mozgó radarállomásként használták azt a két gépet, akkor alacsonyan repülve a földi radaroknál kissé jobb horizont korláttal tudtak csak felderíteni célokat, továbbá a gépek őrzési ideje is rövidebb volt, mint közepes magasságon. Magasabban repülve ellenben az alacsonyan közeledő célok hamarabb bukkannak fel a horizont mögül, ennek viszont az volt a következménye, hogy azok közelebb érve földhátterben repültek. Az ilyen profillal repülő gépek észlelésére az iraki vadászok közül legfeljebb a MiG-29 volt képes, úgy-ahogy...

Az iraki gépek mozgó radarként való használata az interferencia-szűrés esetleges hiánya miatt viszont a gépek önvédelmi képességét csökkenthette. Az exportváltozatokon, ha működött a radar, akkor a besugárzásjelző megbízhatatlanul vagy egyáltalán nem működött.

Amint Tollini elindult északnyugat felé, Magill köteléke egy iraki páncélosegység felett repült el, aminek a védelmére települt légvédelmi rakétás egységek aktivizálták magukat.

„A ránk dolgozó légvédelmi rendszerek kicsit összefüggéstelenül dolgoztak. Láttuk a rakétákat, de nem tudtuk megállapítani, hogy mire indították azokat, emiatt az egész kötelék kitérő manővereket hajtott végre. Utasítottam a köteléket, hogy oldják le a szárny-póttartályokat, a fordulók közben dipólkötegeket és infracsapdákat szórtunk ki. A rakéták közül egy sem talált, azonban a manőver végrehajtása közben 30 ezer lábról 18 ezer lábra ereszkedtünk miközben rádióztunk és sípolt az RWR. Ennek ellenére a manőverek után a köteléktársam továbbra is pontosan ott volt, ahol lennie kellett, a jobb oldalamon követett minket.”

A OCA/sweep feladatokra történő rostálása a pilótáknak tehát bevált, ilyen komplex helyzetben is képesek voltak a pilóták az alakzatot fenntartani, ami a vezér-kísérő felállást és feladatok megosztását, légtér figyelését és a helyzetkép fenntartását lehetővé tette.

Sajnos a forrás nem részletezi azt, hogy milyen légvédelmi rakétákkal találkoztak. Az „összefüggéstelenül” indított rakéták látszata azért lehetett, mert egyes szovjet-orosz légvédelmi rendszerek képesek voltak imitálni az indítást.⁴³² Egyes Sz-75 (SA-2) és Sz-125 (SA-3) légvédelmi rendszerek képesek voltak a rádió-parancsközlő rendszer és a tűzvezetéshez szükséges tűnyalábok kibocsátására rakétaindítás nélkül is. Bizonyos távolságból a nyálábok széttartása miatt előfordulhatott, hogy több gép is érzékelte a rávezetéshez szükséges összes hullámformát. Emiatt elképzelhető, hogy az egyszerre csak egy célt leküzdeni képes légvédelmi rendszer több gépen is olyan figyelmeztető jelzést generált, mintha többre is rakétát indítottak volna. Az sem kizárható, hogy több egység indított rakétát és ezek kisugárzásai esetleg átfedték egymást.

„A légvédelmi rakéták fenyegetését letudva és magunk mögött hagyva őket folytattuk az utat Al Taqaddum és az őrjárató iraki vadászok felé. A SAM-ek aktivitása kicsit felidegesített és valósággal forrt a vérem. Ekkor már tisztán látszott, hogy itt nincs megállás, az események sűrűjében vagyunk. 32 mérföldnyire jártunk a gépektől, amikor irányt változtattak, így közeledési sebességük nagyon lecsökkent. Ekkor csak ennyit közöltem a kötelékkel; toljátok neki! A kötelék összes gépe maximál utánégető teljesítményre kapcsolt és enyhe süllyedésben gyorsultunk. Ekkor azon töprengtem, hogy mi lesz. Olajra lépnek és leszállnak vagy csak más gépek elé csalnak minket, amit hamarosan ránk emelnek.”

A fentiek közül egyik sem történt meg, az iraki gépek lassan szembefordultak és 360-ról 560 csomós sebességre gyorsítottak, amikor már csak 26 mérföldre jártak a Sasok. Most már tényleg megkezdődött a tánc, a légi harc ekkor már elkerülhetetlennek látszott.

„Majdnem 1'200 csomós óránként sebességgel közeleedtünk egymáshoz. Az eddigi lassan csordogáló események hirtelen szélesebbé váltak. Mire az irakiak befejezték a fordulót, addigra a köztünk levő távolság 20 mérföldre csökkent. Észak-északkelet felé, 30 fokos irányba haladtunk, ők 240 fokos irányt tartva közeledtek felénk. Draeger indította az első rakétát ami után átkerült a jobboldalamra, de közölte, hogy a felém eső gépre indította a rakétát. Normál esetben vízszintes helyszög szerinti célkiosztás szerint támadtunk, tehát a kötelék baloldali gépének a balról legszélső célt kellett volna támadnia, és tőle jobbra eső gépnek a sorban következő gépet, de ennek lőttek. A MiG kísérője olyan szorosan tapadt a vezérgépre, hogy a radarnak több pásztázásra volt szüksége, hogy elkülönítse egymástól a két gépet, csak azután tudtam indítani a rakétámat.”

Draeger azért került át Magill jobboldalára, mert az F-pole manővert nem balra, hanem jobbra hajtotta végre, tehát így Magill végül a nyugatabbra levő gépre indított rakétát, Draeger meg a keletebbre levőre.

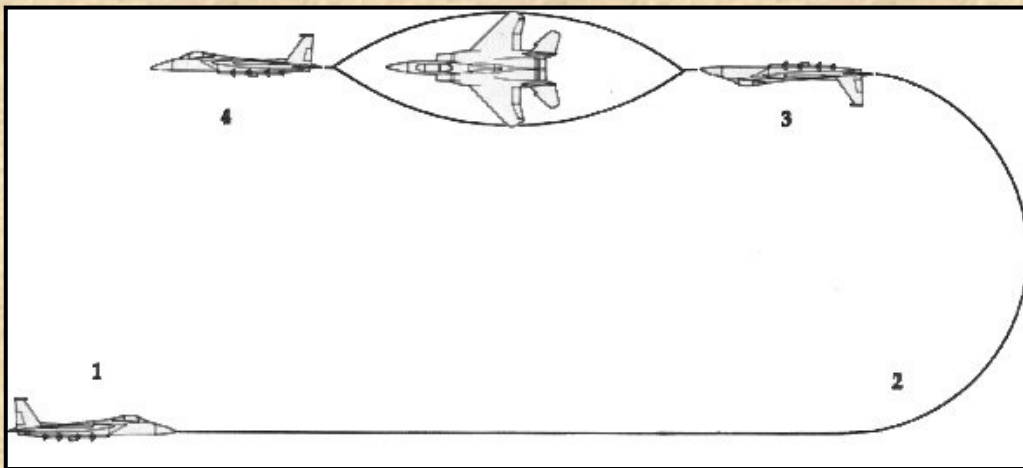
„Az első AIM-7 amit indítottam számomra furcsa pályán haladt, egyenesen elindult a föld felé, ami nekem nagyon nem tetszett, úgy tűnt, hogy a rakéta nem megfelelően működött. A balra végrehajtott F-pole manővert megszakítottam ezért újra a cél felé fordultam és ismét indítottam egy rakétát, ezután megint úgy fordultam, hogy a célpont tőlem jobbra előre helyezkedjen el.

Kb. 7 mérföldről észleltük vizuálisan is a MiG-29 vadászgépeket. Nem sokkal ezután Draeger rakétája eltalálta a egyik MiG-et a kabin táján, ezzel annak vége is volt. Az első rakétám érzéseimet megcáfolva végül mégiscsak követte a célt és gép szárnytövénel kapta telibe azt, jókora darabot letépve belőle, a második rakéta a törzs középső részét találta el.”

⁴³² <http://forum.index.hu/Article/viewArticle?a=122000541&t=9120320>

Magill és Draeger jelentette a légygözemeket, amihez meglepő módon már a levegőben gratuláltak a csapásmérő kötelék tagjai, ami kicsit furcsa volt, mert éles helyzetben nem szokás csak úgy „locsogni”. A légi harc után a kötelék négy gépe körbepásztázta a környéket, hátha emeltek az irakiak gépet, de nem találtak semmit.

A légi harc után Magill észlelte, hogy a tüzelőanyagszint-mérő szerint nem rendelkezik elég naftával ahhoz, hogy végigrepülje a tervezett útvonalat Al Asad és a H2/H3 támaszpontok felé. Mikor lenézett akkor meglepődve tapasztalta, hogy a sivatagos táj helyett meglepően zöld térség felett repült. Ez azt jelentette, hogy túlságosan is közel volt az Eufráteszhez, vagyis Bagdadhhoz, ami ekkor még jól védett célpontnak minősült, ezért nem volt ajánlatos túl közel merészkedni hozzá, ha nem muszáj... Magill ezért egy Immelman manőverrel a sebességét magasságra váltva magasabba emelkedett és egyben ezzel meg is fordult és immár nagyjából dél felé haladt 25 ezer láb magasságban.



Az Immelman manőver.

„A magasság növelése jó ötlet volt, hogy csökkentsem a tüzelőanyag-fogyasztást, de összességében a taktikai helyzet ennek nem kedvezett. Nagyobb magasságú célok ellen ugyanis a légvédelmi rakéták indítási zónája így nagyobb lett. Még be sem fejeztem az emelkedést és az RWR SA-2 és SA-3 légvédelmi rendszereket jelzett, amik rakétát indítottak rám. Amint vízszintesbe hoztam a gépet a rendszer által jelzett irányokba láttam az emelkedő rakétákat, úgy néztek ki, mint valamiféle emelkedő fázisban levő mini űrsikló. A kötelékem tagjai sorra mondták be, hogy „kettes tiszta”, „hármastiszta”, „négyestiszta”. Ekkor szinte elfogott a röhögés, mert én voltam az egyetlen akire rakétát indítottak. Leoldottam a törzs alatti póttartályt és erős bal és jobb fordulókkal kitértem a rakéták elől. A kitérő manőverek végrehajtása nem volt túl nehéz, azonban majdnem 15 ezer láb magasságot vesztettem a manőverek során. Miután elhagytam a SAM zónát észrevettem, hogy a tüzelőanyag-mérő meghibásodott, nullán állt.”

Ezután Magill nyugat-északnyugat felé vette az irány, ahol elhagyhatták Irak légterét. Azért nem egyenesen nyugat vagy nyugat-délnyugat felé repült, hogy még véletlenül sem nézze őket valaki ellenséges köteléknek a repülési irányuk alapján. Hazafelé repülve Magill végigment az tüzelőanyag-rendszer ellenőrző listáján, hogy kiderítse mi baja lehet, de a hiba okát sem sikerült kideríteni. Ő a légvédelmi tüzéség vagy a rakéták repeszei által okozott hibára gyanakodott, azonban leszállás után kiderült, hogy a törzs alatti póttartály leoldásakor a kábelkapcsolat sérülése okozta a meghibásodást.

Az első éjszakai bevetések ezzel megtörténtek, az iraki légvédelem néhány őrzőgépet emelt és a légvédelem is még dolgozott a célokra, ahogy erre számítottak, azonban összességében nem reagáltak olyan keményen, ahogy várták, legalábbis Magill megjegyzése alapján nekem így tűnik. Ő arra számított, hogy a két őrzőgép, csak a „házőrző” szerepét tölti be, amint azok észlelnek valamit, vagy

megtámadják őket, akkor további gépeket emelnek az irakiak vagy esetlegesen csalinak használják fel ezeket. Azonban nem történt semmi ilyesmi. A két MiG-29-est – elméletileg az irakiak legfejlettebb vadászgépeit – gyakorlatilag komoly erőfeszítés nélkül lőtték le, ami annak fényében is furcsa, hogy 2:1 létszámfölényben voltak az amerikai gépek. Az összes indított rakéta talált, a közeledő iraki vadászgépek mintha még kitérő manővereket sem végeztek volna, egyenesen a végzetükbe repültek. Bár semmivel sem tudom alátámasztani, de több dolgot tudok elképzelni, hogy miért ment ennyire egyszerűen a dolog:

- Az iraki MiG-29 vadászok interferencia-szűrés képessége gyenge volt vagy egyáltalán nem létezett, ezért mikor radarjaikat használták, megbízható RWR híján gyakorlatilag „süketen” repültek, a feljük tartó Sparrow rakétákról lehet, hogy fogalmuk sem volt. (A radar használata nem egyértelmű, a forrás nem tesz róla említést, hogy mi történt miután a Sasok felé fordultak az iraki vadászok.)
- A másik lehetséges eset szintén az interferencia-szűrés gyengeségén alapulhat. Lehet, hogy a MiG-ek pilótái radarjukat esetleg nem is használták a megközelítés során, hogy a besugárzásjelző megbízhatóan működjön. Így az R-27R rakéták használata nem volt lehetséges, ezért megpróbáltak közel kerülni a Sasokhoz és manőverező légharcban vagy szemből indítással használni a kis hatótávolságú R-73 infravörös légharcrakétáikat. Annak ellenére, hogy tisztában voltak az Sasok BVR képességével, és alábecsülték az AIM-7M + AN/APG-63/70 páros képességeit és mindenáron közel akartak kerülni az amerikai gépekhez. Ennek némileg ellentmondhat az, hogy az Irán elleni háborúban nagyon is megtanulták, hogy milyen színvonalú a régebbi F-14 BVR képessége. Ez alapján logikátlan feltételezés lenne azt feltételezni, hogy alábecsülték az F-15C „karmait és szeméit”.
- A harmadik lehetőség az, hogy semmi baj nem volt az interferencia-szűrés képességgel, de az iraki pilótáktól mindössze ennyire futotta. AWACS nélkül, a már részlegesen lerombolt földi rávezetéssel nem voltak többre képesek. Röviden, egy diktatórikus országban a szovjet-orosz kiképzési és vezetési rendszer ennyit tudott...

A Sivatagi Vihar harmadik napjára már látszott, hogy az Iraki Légierő nem egészen azt a fenyegetés jelentette, amire előzetesen számítottak. Az első éjszaka Irak fölé beropült kötelék tagja volt Pitts, és mivel a hadművelet harmadik napjáról volt szó, aznap megint Tollini volt az azonos összetételű kötelék parancsnoka, tTehát Tollini, Pitts, Kelk és Williams voltak a pilóták. Pitts így emlékszik vissza:

„Két bevetést repültünk volna aznap, de az egyiket törölték a rossz időjárás miatt. A törlés a felszállás után történt meg, de azért még a tankerek utántöltési zónájában eltöltöttünk hat órát, a hírszerzésünk ugyanis azt gyanította, hogy Husszein el akarja hagyni az országot. Ebben ez esetben a mi feladatunk lett volna az öt szállító gép lelövése. Hat óra után hazafelé vettünk az irányt és arra gondoltunk, hogy akkor a nap további része ezzel le is van tudva. Leszállás után azonban közölte az bevetéstervező parancsnok (Ops Officer), hogy szó nincs erről, feltankolják gépeinket és mars vissza az iraki határhoz. A határtól délre légiutántöltést hajtottunk végre, szinte még le sem csatlakoztunk a tankerről, tőlünk északra kb. 60-80 mérföldnyire az AWACS két vadászgép-kötéléket észlelt.”

A 25 ezer lábon repülő köteléket északra vezényelte az AWACS, hogy támadja a jobbról közeledő közelebbi köteléket, ami akkor 15 ezer láb magasságban haladt.

„Egyenesen közeledtünk, a számunkra kijelölt célok mellett a radar kijelzőjén feltűnt a második csoport is, 30 fokra jobbra az elsőtől a mi irányunkból nézve. Úgy nézett ki, hogy az irakiak valamiféle „csali-csapda” taktikával próbálkoztak, miközben üldözzük az egyik csoportot, addig a másik esetleg megpróbál mögénk

kerülni. Mi délnyugat felől közelítettünk, ők egyenes délnek tartottak Al Asad és Al Taqaddum között, ekkor még északnyugatra voltak Bagdadtól. Amikor 35 mérföldre jártunk tőlük, akkor az első csoport kelet felé fordult, Bagdad irányába.”

Az AWACS mindkét köteléket MiG-29-ként azonosította, de mint utólag kiderült, tévedett. 1-1 kétgépes MiG-25 és MiG-29 kötelékkel álltak szemben. A lentebb linkelt dokumentumfilm valószínűleg a már többször emlegetett utólagos bölcsességgel ismerteti az eseményeket. Több helyen ráadásul igen leegyszerűsítve – az időjárási viszonyokról alig tesz említést, nagyon alacsonyan majdnem teljesen zárt felhőzet volt – és részben ellentmond néhány apróságban más forrásnak, azonban „geometriailag” nagyjából szemléletesen mutatja be, hogy mi történt, ezért nem vagyok rest felhasználni azt. Íme:

<http://www.youtube.com/watch?v=fwIEClh4hwU&feature=relmfu#t=0m49s>

<http://www.youtube.com/watch?v=dJHMZimHH9M&feature=relmfu>

<http://www.youtube.com/watch?v=wJ07nqa8Hto&feature=relmfu>

A film 3. és 4. része később ismertetett légi harcokat mesél el, az első része a dokumentumfilmnek az F-111 típusismertető cikkben említett légi harcot mutatja be. A filmben látható események leírását részben kiegészítem és pontosítom más forrásokban található szöveges beszámolókkal és korrigálom a videóban elhangzott néhány furcsa vagy egyenesen téves kijelentéseket. A videó lényegében ott veszi fel a vonalat, amikor a MiG-29-es kötelék keleti irányba fordult.

A dokumentumfilmben bemutatott összehasonlításnál a MiG-25 nagyobb elméleti maximális sebessége teljesen lényegtelen, mivel az egész légi harc közepes és alacsony magasságon zajlott, ahol a gépek csúcsebessége között lényegében nincs eltérés, a gépek gyorsulásában és manőverező-képességében viszont annál inkább. Itt érdemes felidézni azt, hogy a Streak Eagle alacsonyabb magasságban simán legyorsulta a MiG-25-öt, tehát hiába a MiG-25 ~20 km magasságban értelmezhető nagyobb maximális sebessége, ha a légi harc magasságában nem volt sem gyorsabb sem jobban gyorsuló gép, mint az F-15.

Tollini már éppen rakétaindításhoz készült, befogta a célt, amikor továbbra is földhátterben repülve beaming manővert hajtottak végre a MiG-ek, valószínűleg radarzavaró anyag kiszórásával összekötve. A radarbefogás megszűnt, a kijelzőről mindkét cél eltűnt. A beaming manőver sikeres volt, annak végrehajtása után az egyik 25-ös délre fordult és megpróbált rakétaindítási pozícióba kerülni. Kb. 5 mérföldre Pitts előtt repült el keresztben – balról jobbra haladva – nagyjából 700 csomós sebességgel kb. 3 ezer láb magasságban. Larry Pitts ekkor átvette a vezérgép szerepét, Tollini valószínűleg úgy ítélte meg, hogy ő van kedvezőbb pozícióban, így a következő percekben ő lett Pitts kísérője. Mark Williams és Kelk levált a kötelékről és a keletre távozó MiG-29-es kötelék felé repült, nehogy azok visszafordulva bekapcsolódhassanak a küzdelembe.

A manőverező légi harcot vívó gépek „kifelé” nagyon sebezhetőek, hiszen egymás manővereire koncentrálnak, a körülöttük levő légtér figyelése egyszerűen meghaladja a pilóták képességeit. A kísérő feladata a vezér óvása az efféle meglepetések ellen, de a manőverező légi harc alatt a vezért is szemmel kell tartani és kísérnie is kell néhány km-es távolságból, így a kísérő is igencsak le van terhelve. Ellenben aki távolról becsatlakozik a küzdelembe, az úgymond páholyból figyelni az eseményeket. Közeledve egy már zajló légi harchoz nagyon könnyen vehet fel kedvező támadó pozíciót egy később becsatlakozó gép, hiszen ő kintről sokkal jobban átlátja a helyzetet. Bár nem vagyok szakértő, de olyan ez talán, mint a foci. A pályán levő játékosok, akik éppen rohannak és cseleznek sokszor nem veszik észre azon kedvező lehetőségeket, amiket egy magasabban és a pálya szélén helyet foglaló ember lát.

A két gép közötti magasság és iránykülönbség miatt rakétaindítás nem volt lehetséges ebből a helyzetből, ahogy a cél követése sem radarral. Pitts egy leborítás közben végrehajtott gyors 90 fokos jobb fordulóval a MiG-25 mögé került, amire a MiG-25 késve reagált, amiből az sejthető, hogy a beaming után az iraki pilóta légi helyzetképe nem volt tiszta. Pitts manővere közben a túlterhelés maximális értéke elérte a 12G-t, ő így fogalmazott:

„A repülőgép terhelhetőségét természetesen figyelembe kellett vennem, de hadd mondjak el valamit, a Sas igen masszív egy szerkezet és bőven volt bennem annyi adrenalin, hogy ez ne is érdekeljen. A manőver után a MiG-25 mögé kerültem, ami jól látszott az alattunk levő zárt felhőtakaró felett.”

A videóban itt következő rész véleményem szerint téves. Bár igaz, hogy a MiG-25 sebessége ekkor jóval nagyobb volt, mint Pitts vadászgépének – 700 csomó volt, amíg Pitts csak 420-450 csomóval repült – azonban a távolság mindössze 9'000 láb táján volt, ami alig 3 km. Ekkora távolságból hiába fogta volna menekülőre az iraki pilóta, még jó ideig bőven az AIM-7M rakéta megsemmisítési zónájában maradt volna még akkor is, ha a sebesség egy részét magasságra váltja. Azonban az iraki pilóta nem így döntött, hanem fordulóharcba bocsátkozott az F-15-tel. Innentől fogva az eredmény nemigen lehetett kétséges... A MiG-25 magas szárnyterhelése miatt a nagy túlterhelésű manőver során a gép gyorsan veszített sebességéből, ami lehetővé tette Pitts számára, hogy a MiG fordulósugarán belül maradjon és közeledjen a célpontjához.

„Mivel a MiG még mindig teljes utánégetővel haladt ezért az Sidewinder rakéta alkalmazása mellett döntöttem. A rakéta infravörös keresőfeje befogta és stabilan követte a célt. Indítás után a rakéta a cél felé indult, azonban az iraki pilóta infracsapdát szórt ki, amik megtévesztették a rakétát és így az célt tévesztett.”

Igen érdekes kérdés, hogy a hátrafelé igen rossz kilátást biztosító kabinból⁴³³ az iraki pilóta hogyan vehette észre Pitts rakétaindítását. Pitts a radar valamelyik automatikus célbefogási üzemmóddal (Auto acquisition) fogta be a MiG-et, miután mögé került.⁴³⁴ Ez azt jelenti, hogy automatikusan megtörtént a célbefogás, ezt valószínűleg még az orosz gép primitívebb besugárzásjelző-rendszere is érzékelte, tehát jó eséllyel sejthető volt, hogy ezután mi fog következni. Az iraki pilóta a fordulóban lehetséges, hogy innentől szinte csak hátrafelé nézett és várta, hogy mikor indít rakétát Pitts. A kabinból való rossz kilátás miatt az iraki szerencsésnek mondhatta magát, hogy egyáltalán észrevette a rakétaindítást. Az AIM-9 használata is felvet bizonyos kérdéseket. A 96. oldalon látható ábra szerint a MiG igencsak az indítási zóna határán lehetett. A diagram azonos, M0,9 cél és indító sebességet feltételez, ami ez esetben nem állt fent. Az F-15 picit lassabban, az iraki gép azonban jóval gyorsabban repült. A diagramon látható 13 ezer lábnyi indítási távolság kb. 9-10 ezer lábra csökkenhetett. A MiG-25 engedélyezett maximális túlterhelése 5,5G, ami lényegében azonos a diagram feltételezésével a célpontra nézve. (Az iraki pilóta valószínűleg túllépte ezt az értéket a gép lassulása alapján.)

„A MiG befejezte a fordulót, de ekkor már csak 500 csomós sebességgel repült. Mivel az AIM-9M nem vált be, ezért átváltottam Sparrow rakétára. Indítás után éreztem ahogy a rakéta leválik és elindult a MiG felé. A rakéta a 25-ös kabinja mellett húzott el, azonban nem robbant fel.”

Az AIM-7 rakéta közelségi gyújtója valószínűleg meghibásodott, ezért nem robbant fel annak ellenére, hogy Pitts szerint kellő közelségben haladt el a célpont közelében. Ekkor már csak 6 ezer láb volt a két gép közötti távolság. Pitts ekkor visszaváltott Sidewinder rakétára.

⁴³³ http://www.flymig.com/bat_in_Moscow/images/USA_Craig.1.jpg

Szemléletes kép a MiG-25 kabinjáról, hogy mennyire látni ki hátrafelé.

⁴³⁴ Lásd a 121. oldalon a 205. lábjegyzet linkjében.

„Befogtam a célt, már éppen készültem indítani a rakétát, amikor az iraki pilóta megint infracsapdákat szórt ki, és a rakéta infrafeje azokra állt rá. Kis idő múlva megismételtem a befogási eljárást és indítottam a rakétát, azonban az újabb adag infracsapda ezeket is hazavágta. Küzdött az iraki rendesen és azon kezdtem töprengeni, hogy a végén gépágyúval kell leszednem, mert a rakétákkal nem boldogultam. Ez nem lett volna egyszerű, mert igen nagy sebességgel és alacsonyan repültünk. Inkább visszaváltottam Sparrow légiharcrakétára. Az indítás közben lezajlott, ez alkalommal működött a rakéta is, a MiG-25 jobb oldali hajtóműve felett robbant fel. Tollini úgy gondolhatta, hogy segítségre van szükségem, a tudtom nélkül ő is indított egy rakétát velem kb. egyszerre, ami a már tüzgolyóvá váló gépet kapta telibe. A MiG-25 pilótája ennek ellenére képes volt katapultálni, a katapultálás olyan közel szállt el tőlem jobbra, hogy egy pillanatra úgy tűnt, hogy neki fogok repülni.”

Pitts jelentette a légigyőzelmet, ezután egy emelkedő balfordulóval vált ki a MiG mögül, Tollini ekkor tőle balra volt, kicsit magasabban. Nem sokkal ezután látott egy villanást, a másik MiG-25 – legalábbis annak vélték – közeledett szemből kb. 5 mérföldnyire lehetett. Tollini közölte, hogy ez most az övé. Mielőtt itt folytatnánk a történetet, picit ugorjunk vissza és nézzük Tollini szemszögéből Pitts légigyőzelmét.

„Willams és kísérője magasan repülve nyugat felől biztosított minket, Pitts alacsonyabban repült nálam és alattunk keresztbe repült el a MiG. Ekkor átadtam a vezér szerepet és Pitts ügyesen be is ült a MiG mögé. Balfordulóval az éles jobbfordulóban levő MiG fordulásugarán kívül kerültem, amikor Pitts sorban eregette a rakétáit. Ekkor szóltam, hogy Pitts forduljon ki, de ezt ő nem hallotta meg.⁴³⁵ A rakétám egy pillanattal később ért célba, mint az övé, de ezt én nem láttam, Pitts mondta meg később, hogy az én rakétám érkezett később.”

Ezután Tollini foglalkozhatott a másik MiG-25-tel.

„Miután láttuk becsapódni a földre az első iraki gépet, automatikus célbefogást alkalmazva a radarom megtalálta a másik ellenséges gépet.⁴³⁶ Azt kell, hogy mondjam, ez inkább véletlennek volt köszönhető, nem azért mert ennyire képben voltunk. Amikor az első géppel összeakaszkodtunk, akkor még egészen jó helyzetképpel rendelkezünk. A légiharc után azonban csak nagyjából sejtettük, hogy „JB” és „Willie” merre járnak, ahogy azt sem tudtuk, hogy a közelben levő haditengerészeti kötelék és annak Tomcat vadászai merre grasszálnak. Mivel a MiG-25 kinézetre bizony valamennyire hasonlít az F-14 és F-15-re is – főleg a nagyméretű dupla függőleges vezérsíkok miatt – biztosra kellett mennünk. A közeledő gép hajtóművének hatalmas utánégetőjét jól láttam, ezért beszéltem a rádióba, hogy bárki aki utánégetővel repül, az kapcsolja le, de azonnal. A közeledő gép azonban továbbra is utánégetővel közeledett és ahogy csökkent a távolság úgy láttam meg a nagyméretű rakétákat a szárnyak alatt, amivel sem az F-14 sem az F-15 nem rendelkezett. Ekkor már biztos voltam benne, hogy ez is egy Foxbat.”

Tollini szemből indított egy Sidewinder rakétát – valószínűleg már a megközelítés alatt folyamatosan befogva tartotta, hogy sikeres azonosítás esetén azonnal indíthasson – azonban a MiG pilótája észlelte az indítást és infracsapdák alkalmazásával megint csak elmaradt a találat. Miután elhaladtak egymás mellett fordulóharc vette kezdetét, ahol Tollini nem túl nagy erőfeszítéssel a MiG mögé került, az iraki nem próbált elmenekülni.

⁴³⁵ Valószínűleg a stressz és saját elfoglaltsága miatt.

⁴³⁶ Ekkor még nem voltak benne biztosak, hogy tényleg az, csak erősen valószínűsíthető volt.

„Először Sparrow rakétával próbálkoztam. Az indítógomb lenyomása után vártam, hogy rakéta előttem feltűnik és elhúz a célpont felé, azonban ez nem következett be. Csak arra tudtam gondolni, hogy a rakéta hajtóműve nem indult be leválás után.⁴³⁷ A gázkaron a fegyverzetválasztó kapcsolót előre pöccintettem, Sidewinder rakétára váltottam, majd indítottam. Az eddigiek alapján azonban csak annyira bíztam abban, hogy ez eltalálja a célt, hogy indítás után rögtön visszaváltottam AIM-7-re. A rakéta úgy tűnt, hogy a MiG-25 utánégető csóváján keresztülrepült, azonban nem robbant fel, pedig a MiG nem használt infracsapdát. (Vagy kifogyott belőle vagy nem is észlelte az indítást.) Az ezután indított AIM-7 végül eltalálta és megsemmisítette a célpontot.”

A légi harc után a Citgo kötelék nem találkozott újabb ellenséges gépekkel, további dráma nélkül tértek haza. Az bevetés utáni kiértékelés meglehetősen hosszúra nyúlt, mert az egész bevetés annak ellenére, hogy sikeres volt, azért nagyon nem a tervek szerint zajlott.

Igen figyelemreméltó, hogy még a korszak kis hatótávolságú csúcskategóriás infravörös légiharcrakétája is mennyire esendőnek bizonyult az infracsapdákkal szemben, meglepően gyenge volt a zavarvédelme. Amikor infracsapdát szórtak ki az iraki gépek minden esetben elérték a kívánt hatást, a rakéták célt tévesztettek. Összesen öt Sidewinder rakétát indítottak, ebből egy valószínűleg műszaki hiba miatt nem talált, hármat az infracsapdák zavartak meg – egyet még befogás közben is megzavart – és az egyetlen találat is akkor következett be, amikor Tollini rakétája a Pitts által már megsemmisített gépet kapta el. Azt nem lehetett elmondani, hogy a pilóták próba-szerencse alapon alkalmazták volna azokat, egy kivételével minden esetben a célpont hátsó légtéréből indították a rakétákat, ami elméletileg nagyban megnöveli a találat esélyét.

Lássuk a másik rakéta típust. Az egyik Sparrow hajtóműje nem működött megfelelően, a másiknak valószínűleg a közelségi gyújtója hibásodott meg, ahogy az egyik AIM-9 rakétával is történt. Bár nem tudni, hogy az iraki gépek szórtak-e ki dipólkötegeket – ezt szabad szemmel nem lehetett akkora távolságból megítélni – de passzív zavarvédelem szempontjából úgy tűnik, hogy a Sparrow rakéták jobban teljesítenek kis távolság esetén. Kis távolságból már nem nagyon lehetséges beaming manővert végrehajtani. Azonban ezek sem voltak csodafegyverek, jól mutatja ezt, hogy mindössze 20 mérföld távolságban is sikerült eltűnni az F-15 kereső „szemei” (radarja) előle megfelelően végrehajtott beaming manőverrel földhátterben. Ha a radar nem látja a célt, akkor rakétát sem lehet indítani, vagy ha ez már megtörtént, akkor a rakéták célt tévesztenek. A légi harc másik különlegessége, hogy az összes AIM-7 rakéta látótávolságon belül levő cél ellen lett indítva.

A felhasznált rakétamennyiség arra is rámutat, hogy ha régebbi gépek infracsapdával ellátva repülnek és jól használják azokat, akkor bizony a legmodernebb légiharcrakétát alkalmazó vadászgépek igen hamar kifogyhatnak a rakétákból. Onnantól fogva csak a gépágyúra hagyatkozhattak volna, ami viszont nagyon lekorlátozza a gép tűzmegnyitási zónáját és túlélőképességét légi harc közben.⁴³⁸

Az is szót érdemel, hogy az iraki pilóták bátran felvállalták a küzdelmet, bár ezt ostobaságnak is lehet minősíteni, nézőpont kérdése. Nyilvánvaló volt, hogy manőverező légiharcban a MiG-25-el teljesen esélytelenek voltak az F-15-el szemben. Mivel a két iraki elvesztette egymással a vizuális kapcsolatot, ezért szülőbőn kellett felvenni a küzdelmet a géppár-kötelék fenntartó amerikai pilótákkal szemben. Nem csak minőségi, de mennyiségi fölényt is élveztek, ezen felül a kísérő figyelmeztethette a vezért az esetleges veszélyekre, pl. rakétaindításra. A MiG-29 gépek sikeresen elcsalták a kötelék egyik felét – már, ha ez volt a

⁴³⁷ Ez egyáltalán nem volt ritka, a Sivatagi Vihar alatt több esetben is előfordult.

⁴³⁸ Lásd, a „Gondolatok...” cikk 23. oldalán.

terv – azonban kihasználni ezt nem tudták, mert a másik kétgépes csoport sajnos nem ilyen gépekből állt. Több esély lett volna a sikerre, ha pont fordítva történik meg a dolog. A MiG-25 gépek közepes magasságban repülve, onnan emelkedve és gyorsulva könnyebben megpattanhattak volna, akkor manőverező légi harcban 2:2 elleni felállásban MiG-29-cel kellett volna birkózni. Ez jóval keményebb küzdelem lett volna, ha a pilóták képzettsége, agresszivitása (morálja) a helyén van. Azonban nem így történt...

100 mérfölddel odébb szintén az 58. században repülőik is összeakaszkodtak iraki vadászgépekkel. Ennek az F-15 köteléknek a vezére Cesar „Rico” Rodriguez, a kísérője Craig „Mole” Underhill volt. A kötelék HAVCAP bevetést repült, a környéken operáló támogató gépek – AWACS, tankerek, elektronikai felderítők, stb. – fedezetét látta el az ellenséges terület felett járőrözve. A feladatuk akkor változott meg, amikor értesítették őket, hogy egy másik F-15 kötelék nem tudott időben felszállni, ami a távozó csapásmérő gépek mögött repült volna „söprögető” (sweep) bevetést, ezért menet közben változtattak a bevetések forgatókönyvén. Rodriguez kötelékének a csapásmérők távozása után kellett volna végrehajtani az esetleges „söprögetést” a csapásmérő kötelék után, hátha az irakiak ekkor küldtek volna vadászokat az koalíciós gépek ellen.

Azonban Tollini gépei már a csapásmérő kötelék érkezése előtt légi harcra váltak, ezért Rodriguez köteléke megint új parancsokat kapott. Miután Rodriguez megkapta a szükséges információkat – az üzenet egyébként Tollinin keresztül jutott el hozzájuk – négygépes kötelékéről a 3. és 4. gépet leválasztotta és azokat hátrahagyta. Míg a hármas és négyes gép folytatta az eredeti HAVCAP bevetést, addig ő elindult északra felé, ahonnan MiG-29 vadászgépek közeledését jelentették. Az, hogy csak kétgépes kötelékben haladtak tovább, az nagyban megnövelte a bevetés kockázatát.

A fent linkelt videó további részei ezt a légi harcot is bemutatja, de nagyon leegyszerűsítve, a fenti tényeket is figyelmen kívül hagyva, ezen felül a légi harc elejét teljesen kihagyja. Rodriguez a következőképp emlékszik vissza:

„Az új parancs értelmében nagy magasságban északra felé repültünk, a AWACS szerint a radar egy magányosan repülő gépet derített fel ebben az irányban.”

Rodriguez utasította Underhillt, hogy kövesse radarjával ezt a gépet miközben ő kereső üzemmódban egy másik köteléket észlelt a csapásmérő kötelék célterületétől északnyugatra.

„A nagyobb fenyegetést a csapásmérő kötelékre az északra felé repülő gép jelentette, ezért az északnyugati csoportot visszapasszoltam az AWACS operátornak abban a reményben, hogy a közelben tevékenykedő kétgépes Tomcat kötelék majd gondoskodik róluk. Ahogy közeledtünk a kelet felől közeledő kontaktus felé a radar egy célpont helyett már kettőt jelzett. Mindketten indítottunk 1-1 Sparrow rakétát a közeledő célokra – amikről akkor már tudtuk, hogy MiG-29-esek – amire az irakiak egyből beaming manőverrel válaszoltak. Bár a radarom nem vesztette el a célpontot, de ezzel kikerült a MiG a rakétám megsemmisítési zónájából.”

A manőver után az irakiak kelet felé repültek, megpróbálták őket elcsalogatni a Bagdad felé levő légvédelmi rakéták közelébe. Rodriguez és Underhill üldözte az irakiakat egy ideig, addig sem zaklathatták az irakiak a csapásmérő köteléket. Ahogy kelet felé haladtak, a besugárzásjelzőkön felvillantak az iraki légvédelmi rendszerek aktivitására figyelmeztető jelzések, ezért az üldözést félbeszakították és délkelet felé

felé fordultak vissza.⁴³⁹ A forduló végrehatása után az AWACS jobbról közeledő vadászokat jelzett, mindössze 15 mérföldnyire voltak. Ennek oka az volt, hogy mikor megváltoztatták a bevetés célját, akkor egyik AWACS kommunikációs hálózatáról a másikra kellett átállni, ami némileg megzavarta az információáramlás folytonosságát. A dolog pikantériája, hogy ez ugyanaz a csoport volt, amit átpasszolt a légi harc elején, de még mindig ott kóvályogtak. Az, hogy ennyi idő után sem akaszkodott össze velük senki meglepően furcsa. Az AWACS operátorok nagyon leterheltek lehettek, ha ennyi idő alatt sem találtak egyetlen vadászgépet, amit ellenük küldtek volna.⁴⁴⁰ (A linkelt dokumentumfilm kb. itt veszi fel az események fonalát.)

„Az Irak középső területéért felelős AWACS igencsak gondban volt, ezért a nyugati részért felelős géptől kaptuk a figyelmeztetést. A 13 mérföldes távolság annyira kicsi volt, hogy nemigen volt mit tenni. A céltól elfelé fordulva ledobtam a szárny alatti póttartályokat és végül észak felé befejezve a manővert befogtam a célt, ami ekkor már csak 8 mérföldnyire volt. Elkezdtem végrehajtani az azonosítási procedúrát, amikor a besugárzásjelzőn ekkor felvillant jelzés szerint a MiG-29 is befogott engem a radarjával. Azonnal kifordultam és a MiG-29 magassága alá próbáltam süllyedni, beaming manőver közben bekapcsoltam az elektronikai zavarást és dipólkötegeket szórtam ki. Mindeközben annyi információt adtam át Underhillnek, amennyi csak tőlem telt. A MiG 8 ezer lábon közeledett, én ekkor már 5 ezer alatt voltam, a sebességem majdnem 600 csomó volt.”

„Mole” eközben befogta a irakit és saját rendszereit használva azonosította a gépet, azonban egy RC-135-ös gépet is megkért, hogy erősítse meg a cél hovatartozását.⁴⁴¹ Sem „Rico” sem Underhill nem tudta még ekkor, hogy a másik MiG-29 a vezért 12 mérföldre lemaradva követi. A forduló közben Rodriguez jobbra nézett, hátha meglátja a közeledő iraki vadászt vagy esetleg az általa indított rakétát. Miközben „Rico” fordult, akkor indított Underhill egy Sparrow rakétát.

„Mole indított egy AIM-7-et, a rádióban is halottam 'Fox 1'⁴⁴² bemondását. A rakéta hozzám képest balról közeledett és közvetlenül felettem húzott el. A rakéta füstje után néztem, arra kerestem a MiG-et. Ki is szúrtam a 29-est kb. 4 mérföldnyire, és szinte rögtön ezután egy hatalmas robbanást láttam. A rakéta telibe kapta az irakit, a tűzgolyó eltűnte után szinte semmi sem maradt a gépből.”

Rodrigueznek az igazat megvallva igen nagy szerencséje volt. Ellenfele nem volt képes radarvezérlésű rakétát indítani – az ECM, dipólköteg, beaming és földhátér kombinációjának leküzdése meghaladta 29-es radar- és fegyverzet rendszerének képességeit – viszont a jelek szerint arra sem maradt ideje, hogy infravörös vezérlésű rakétával próbálkozzon, addigra megérkezett Underhill Sparrow rakétája.

„Már indultunk volna vissza délre a tankerek felé, amikor az AWACS közölte: „Második csoport, tíz mérföldnyire északra. Egy helycserés fordulóval⁴⁴³ északnak fordultunk, kb. 2 mérföldnyire voltunk

⁴³⁹ Ez a taktika azért érdekes, mert egyes források – nem tudom mire alapozva – azt állítják, hogy az Iránnal vívott háború alatt kb. 100 saját gépet lőtt le az iraki légvédelem. Ha ez igaz, akkor a SAM elé csalogatás elég furcsa és merész választás volt, mert legalább annyira veszélyes volt az irakiakra nézve, mint az ellenségre. A légvédelem pontosan ezért ritkán tevékenykedik akkor, ha baráti gépek is operálnak a környéken vagy csak nagyon szigorú magassági/térbeli elkülönítéssel, amit vagy be tudnak/akarnak tartani vagy nem...

⁴⁴⁰ Bár egyetlen forrás sem említi, de lehetséges, hogy még a Tollini köteléktől távolodó MiG-29 gépek voltak, amik elhúztak északra majd vissza délre. A két MiG-25-ös kötelék és a másik két MiG-29-es kötelék véleményem szerint elég jól volt koordinálva, de a koalíciós gépek nyomasztó számbeli és minőségbeli fölénye ellen ez kevésnek bizonyult.

⁴⁴¹ Fogalmam sincs, hogy az RC-135 milyen rendszerével volt képes erre.

⁴⁴² Szabványos kifejezés a NATO/USA légierőkben. Fox 1 azt jelenti, hogy aki bemondja, az félaktív radarvezérlésű rakétát indított. A Fox 2 az infravörös, a Fox 3 aktív radarvezérlésű rakéta indítását jelenti.

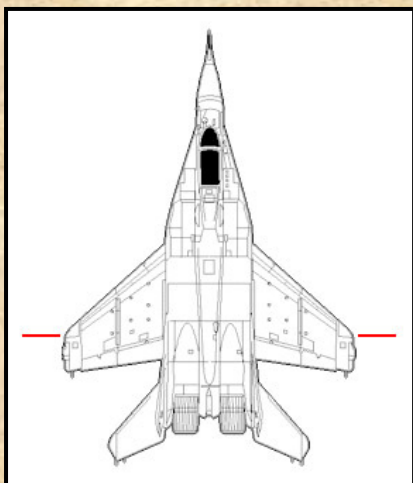
⁴⁴³ in-place turn, http://617dambusters.com/myPictures/ACM/inplace_turn.jpg

egymástól, Underhill kissé balra előttem volt. Előre tekintve egy füstcsíkot vettem észre, de nem rakéta füstje volt, hanem egy repülőgép hajtóművéé. Auto acquisition üzemmóddal hamar sikerült befogni az irakit.”

A MiG pilótája a befogást követően azonnal kemény manőverekbe kezdett.

„Végigmentünk az EID mátrixon, a rendszer szerint a célpont baráti gép volt. Megszakítottam a befogást, újra végrehajtottam az azonosítást, de az eredmény ugyanaz volt. Nem volt más megoldás, mint a vizuális azonosítás. Underhillt még távolabb küldtem, miközben a HUD-on megjelenített céljelölő négyzet alapján vizslatni kezdtem a közeledő gépet. 4 mérföldről még azt sem tudtam eldönteni, hogy F-14, F-18 vagy MiG-29.⁴⁴⁴ Még két mérföldről sem voltam biztos a dolgomban, ekkor már nem is számoltam azzal, hogy a közeledő gépre lesz esélyem rakétát indítani. Az iraki nagyon közel balra húzott el mellettem, ekkor felismertem a zöld-barna álcáfestésű iraki MiG-29-est.”

A MiG és Rodriguez ekkor 8 ezer láb magasságban volt, Underhillt magasabbra küldte, hogy felülről fedezze és szükség esetén avatkozzon be. Miután a két gép elhaladt egymás mellett manőverező légi harc vette kezdetét a két fél legpotensebb vadászgépei között. Egyébként ez tipikusan az a harci helyzet volt, amit szerettek volna elkerülni, de hát nem volt mit tenni...



„A rádión közöltem az azonosítás eredményét ami után nagy túlterhelésű bal fordulóra kezdtem, ahogy ő is. Úgy tűnt, hogy egy klasszikus kétkörös manőverező harc lesz ebből.⁴⁴⁵ Eleinte vízszintes fordulóval kezdtünk, de én egy leborítással (split-S turn) megpróbáltam a fordulásugarán belül maradni. „Mole” továbbra is fent maradt 20 ezer láb táján.”

Rodriguez manővere csak részben volt sikeres, tüzelőhelyzetbe nem sikerült kerülnie, azonban már majdnem a MiG mögé került – a 3 és 9 óra közötti vonal mögé – és sikerült ez a helyzetet folyamatosan megtartania, tehát a kétkörös felállásból „egykörös” küzdelem lett, mindkét vadászgép azonos irányba fordult. Rodriguez megpróbált gyorsabban és/vagy szűkebben fordulni, hogy a Sidewinder indítási

zónáján belül kerüljön.

„Az iraki tudta, hogy hol vagyok és talán azt is, hogy Underhill merre lehet. Egyre lentebb spiráloztunk, a manőverezéshez teljesítményt mindketten csak a magasságunk feláldozásával tudtuk biztosítani. Szűkebben fordultam, mint az ellenfelem és megpróbáltam levágni a fordulót, mikor lelassultam akkor kívül engedtem a gépet az ő fordulósugarán, így gyorsulhattam (energiát gyűjthettem).⁴⁴⁶ Ezután megint szűkebben próbáltam fordulni és belül hozni a AIM-9 indítási paraméterein.” Mole” szólt felülről, hogy képes lenne tüzelőhelyzetbe kerülni, de utasítottam, hogy tartsa pozícióját, miközben én továbbra is az iraki sarkában voltam.”

⁴⁴⁴ Számomra furcsa, hogy a füstölő hajtóműves gépet miért gondolhatta barátinak. Az nyugati iker vezérsíkkal rendelkező vadászgépek hajtóműve gyakorlatilag nem füstölne. A „leharcoltabb” állapotban levőknél ez előfordulhat, de akkor sem annyira, hogy 1-2 kilométernél távolabbról látható legyen.

⁴⁴⁵ Lásd a 93. oldalon.

⁴⁴⁶ Itt pontosan arról van szó, hogy a Ps értéke hol pozitív, hol negatív volt az adott manőver végrehajtása során, tehát Rodriguez megfelelő „energia menedzseléssel” próbált jobb helyzetet elérni.

Az iraki egy leborítással próbált kikerülni a helyzetből, azonban a manővert túlságosan alacsonyan kezdte meg, Rodriguez nem is követte. Kivette a gépet a fordulóból és emelkedve enyhe bedöntésben nézte, ahogy a MiG-29 a földnek csapódott és felrobbant. Mivel manőverezés közben vészett oda a MiG, ezért azt légigyőzelemként könyvelték el Rodriguez számára. Ekkor már mindketten igen csak szűkében voltak a tüzelőanyagoknak, ezért dél felé indultak a tankerek felé, amik kérésre még eléjük is jöttek. A hátrahagyott két köteléktárs – Citgo 13 és 14 hívójelű gépek – Mark „Fish” Fisher és Pat „Pat-O” Moylan” fedezték őket.

Ez a légi harc is több tanulsággal szolgált. Először azt, hogy a sokak vágyálmaival ellentétben az F-15 közeli-légi harc képességével, azon belül a manőverező-képességével nincs baj.⁴⁴⁷ A legkorszerűbb szovjet vadással is felvette a küzdelmet, ahol bizonyította, hogy azonos körülmények között a két gép paraméterei igen közel vannak egymáshoz. A pilóták képességei, helyzetfelismerésük és döntési sebességük döntötte el a manőverező légi harc végkimenetelét. Egyébként ez volt az egész Sivataji Vihar egyetlen valódi manőverező légi harca, a MiG-25 gépekkel történt összecsapások ezzel összevetve igen harmatos kihívást jelentettek.

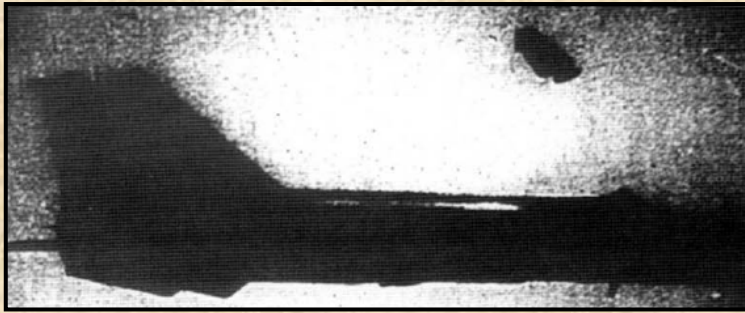
A másik érdekes fejlemény az volt, hogy a megközelítési fázis során még nagyon kis távolságról sem volt képes a MiG-29 fegyverrendszere felülkerekedni az elektronikai ellentevékenységet alkalmazó F-15-ön, legalábbis úgy tűnik. Persze az is lehetséges, hogy az iraki pilótának már nem maradt ideje végrehajtani az indítást. Az összes bemutatott légi harc során az amerikai pilóták úgy tűnt, mintha gyorsabban gondolkodtak és hamarabb megértették volna, hogy mi zajlik körülöttük.⁴⁴⁸ Ebben nyilvánvalóan segített nekik az AWACS támogatás is, de köszönhető a kiváló kiképzési rendszernek és a megfelelő mennyiségű gyakorlatnak (repült órák száma). A manőverező légi harc során sikerült megfelelő döntéseket hozniuk. Ennek az esetnek másik furcsasága, hogy az iraki nem váltott át infravörös légi harcra. Az R-73 elméletileg szemből is indítható lett volna, ráadásul sisakcélzó használatával.

Az is érdekes kérdéseket vet fel, hogy ilyen ritka légtérben is – alig néhány gép repült egymás közelében – manőverező légi harc alakulhatott ki. El lehet képzelni, hogy egy esetlegesen Európában vívott háború során, ahol százas nagyságrendben operáltak volna ellenséges gépek a Lengyelország és Franciaország határa közötti légtérben, milyen problémákba ütköztek volna célazonosítás tekintetében a NATO/USA vadászgépek. Az igen hasznos ámde méregdrága BVR képességét bármilyen vadászgépnek igen nehezen lehetett volna kihasználni, a vizuális célazonosítás nem lett volna ritka. Azt persze hozzá kell tenni, hogy ez fordítva is igaz, ha a fejlettebb amerikai rendszernek is problémája volt ezzel, akkor sejthető, hogy a keleti blokk gépei mennyire tudtak volna élni ezen képességükkel.

Miután a légvédelem szétverése nagyjából befejeződött, az első hét végén a csapásmérők már teljes erőből nekimentek a repterek és a légi erők létesítményeinek. A megerősített betonfedezékekben lapuló gépek sem voltak biztonságban, az F-117 és F-111 lézervezérlésű páncéltörő precíziós bombáikkal szó szerint kibeledtek még ezeket is. A világ legnagyobb meglepetésére az iraki reakció erre az volt, hogy a gépek Iránban kerestek menedéket, megkezdték az átrepüléseket abba az országba, amelyikkel alig két éve még 8 évig tartó véres háborút zárt le. Az első néhány átrepülésre nem is tudtak reagálni, mert ilyen lépést elképzelni sem tudtak. Az első átrepülésre január 26-án került sor. Az egyik ilyen „szökés” alkalmával készült a lent látható különleges felvétel.

⁴⁴⁷ A dokumentumfilm – már elnézést a kifejezésért – orbitális marhaságot állít akkor, mikor kijelenti, hogy az F-15-öt nem manőverező légi harcra tervezték.

⁴⁴⁸ <http://www.fastcompany.com/44983/strategy-fighter-pilot> A Boyd által erősen forszírozott „OODA hurokról” van itt lényegében szó.



Egy MiG-25 Irán felé tartott, de üldözőbe vették amerikai vadászgépek, ezért a lehető legnagyobb sebességgel menekült. A határ túloldalán persze már várták az iráni vadászgépek, jelen esetben F-4 Phantom II vadászok. Az üldözés során az iraki gép tüzelőanyaga elfogyott, ezért a pilóta katapultálni kényszerült. A gépelhagyás pillanatát rögzítette az iráni gép TISEO kamerája.

Az 58. század gépei január 26-án is őrzáratoztak Irak felett. Az első nappali bevetés Zerex kötelékének összetételét picit megvariálták. Draeger volt a vezér, a kettes gép Schiavi, a hármas Rodriguez és a negyedik gépben Bruce „Roto” Till foglalt helyet. Aznap HAVCAP bevetésre osztották be őket Bagdad és a H2/H3 támaszpontok közötti légtérben. Az időjárás tiszta volt, alig néhány felhőpamacs tarkította az eget. Kora délután szálltak fel, szokás szerint a határtól délre randevúztak a tankerekkel. Innentől Schiavi veszi át a szót.

„A bevetés első fele teljesen eseménytelenül, nyugisan telt el, de azért unatkozni nem unatkoztunk. Az őrzárati területünk közelében az otlétünk alatt több kötelék érkezett és távozott, felszállás előtt igen hosszasan tanulmányoztuk az ATO-t, hogy bevetés során folyamatosan képben legyünk, hogy mi zajlik körülöttünk. Ez létszükséglet volt, ha adott esetben szükség lett volna segítségünkre a többieknek.”

A Sasok párokban hajtották végre a légiutántöltés, kettő a „cső végén lógott”, a másik kettő várt a sorára, így a kötelék legalább fele mindig rendelkezésre állt.

„Éppen „Rico” és „Roto” volt a soros a tüzelőanyag felvételnél, amikor egy AWACS jelezte, hogy gépek közelednek a H2/H3 irányából és Bagdad felé tartanak. Mi ekkor dél felé haladtunk, a kötelék nem volt egyben, Draeger ezért úgy döntött, hogy előbb újra összeállunk és csak azt követően fordulunk északnak. Mikor ez már megtörtént a MiG-ek 80 mérföldnyire voltak előttünk és a Bagdad körül megmaradt légvédelmi rakéták felé tartottak, nyugat-keleti irányban. Draeger engedélyt kért, hogy üldözhessük őket, bár a helyzet egyáltalán nem nekünk kedvezett. Nem tudtuk megjósolni, hogy az iraki gépek merre fognak repülni, ki tudja, lehet hogy felénk is fordulhattak volna, más esetben üldöző pozícióban az adott távolságnál esélyünk sem volt utolérni őket. Én úgy gondoltam akkor, hogy minek pazaroljuk a tüzelőanyag-készletünket rájuk.”

Ahogy közeledtek Bagdad felé a SAM-ek megsemmisítési zónájának széléhez az AWACS újabb köteléket jelzett, ami az első csapatot követte a H2/H3 irányából.

„Bár a távolság nagy volt a két iraki kötelék között, azért mégiscsak „szendvicsbe” kerültünk. „Hoser” úgy döntött, hogy azonnal megfordulunk és az újabb kontaktusok felé vesszük az irányt, az első kötelékhez mindössze 10 mérfölddel kerültünk közelebb.”⁴⁴⁹ A forduló után majdnem pontosan nyugat felé repültünk.”

(A dokumentumfilm nagyjából itt veszi fel az események fonalát.)

⁴⁴⁹ Ez azzal járt, hogy ha még a másik iraki kötelék vissza is fordul, akkor lényegében ők üldözték volna az Sasokat, nem érték volna utol őket, amíg a másik iraki MiG csapattal nem kezdenek hosszantartó manőverező légiharcba.

A Sasok négy gépes „fal” formációban készültek lecsapni az iraki gépekre, egymás mellett repültek néhány mérföldes térközökkel. A repülési irányuk szerint jobbról balra haladva – vagyis északról délre – Schiavi, Draeger, Rodriguez és Till közeledett az irakiak felé. Minden gép egy adott magasságra fókuszálva használta a radarját – eltérő magasságú antennaszög beállítással – így a teljes légteret lefedték 0 és 50 ezer láb között. Az addigi légiharcok kimenetele miatt az irakiak óvatosabbak voltak – vagy csak harci szellemük lohadt le – ezért kötelék vezére úgy rendelkezett, hogy mindenki csak kereső (RWS) üzemmódban használja a radart ameddig csak lehet, egészen az indítás előtti pillanatig, hogy az irakiak nehogy menekülőre fogják.

„Nem akartunk manőverező légiharba bocsátkozni, ha nem muszáj, szerencsénkre saját és az AWACS adatai alapján azonosítani tudtuk őket, négy darab MiG-23 közeledett felénk. Nagyon alacsonyan, mindössze 500 láb magasan repültek. Mikor már csak 40 mérföldnyire jártunk tőlük, az egyik gép kifordult a kötelékből és visszatért a támaszpontjára.⁴⁵⁰ A megmaradt három gép „V” formációban folytatta útját. Szerencsénkre a majdnem teljesen sík iraki miatt a földhátter nem volt komoly korlátozó tényező, már igen nagy távolságból is el tudtuk különíteni a célokat egymástól.”

Draeger utasította a köteléket a szárny alatti póttartályok leoldására és enyhe süllyedésben kicsit rákapcsoltak, M1,2 sebességig gyorsultak fel. Eközben egy RC-135 is megerősítette, hogy a közeledő gépek iraki MiG-23-asok, már ekkor megkapták az engedélyt a rakétaindításra.

„Nem számítottunk rá, hogy megpillantjuk őket nagyobb távolságról, a majdnem teljesen zárt felhőzet miatt. 25 mérföldnyire jártunk tőlük, amikor a zárt felhőzet egy kis területen felszakadozott, mindannyian azt vettük célba, de hogy átférjen rajta a kötelék csökkentettük a gépek közötti térközt egy mérföldre. 18 ezer láb magasságban még jobb volt a helyzet, a térköz kicsit növelhető volt.”

A célpontok kiosztása kötelékben elfoglalt pozíció alapján történt, a legészakabbra levő gép támadta az hasonló helyzetben levő irakit, és dél felé haladva a „falban” levő második gép a délebbre levőt. Tehát a célpontok haladási iránya szerint, a „V” alakzatban levő baloldali gépet Schiavi, a vezért Draeger és a jobboldali MiG-23-ast Rodriguez vette célba. A célpontok kiosztása után a 3. és 4. gép némi manőverezéssel növelték a kötelék gépei közötti térközt Draeger utasítására és kicsit lemaradtak a két társuktól.

„Meglepően nyugodtan cselekedtünk, szinte már-már úgy éreztem, hogy a Mexikói-öböl feletti gyakorlórepülésen vagyunk. Draeger indította az első rakétát 11 mérföld távolságból, de a rakéta hajtóműve nem indult be. A második rakétája már rendben működött és elzúgott a MiG-ek irányába és a célpont hátsó részét találta el. Volt egy kis robbanás és utána füstcsíkot húzott a gép, de továbbrepült. A füstölő MiG észak felé fordult, a vezér átváltott AIM-9-re és folytatta az iraki üldözését. Draeger már éppen indítani készült egy Sidewinder rakétát, amikor a MiG hajtóműve égni kezdett és a gép végül egy hatalmas robbanással megsemmisült.

Én olyan 7-8 másodperccel utána indítottam két Sparrow rakétát, biztosra akartam menni. A felhők magasságában indítottam a rakétát, a párás levegőben a rakéta szárnycsúcsain kiváló pára jól látszott, az iraki észrevette a közeledő rakétákat, nagy túlterhelésű jobbfordulóba vitte a gépét. Az első rakéta szemből találta el a gépet, apró darabokra darálta le és azonnal felrobbant. A második rakéta a törmelékfelhőn átrepülve fel sem robbant.”

Rodriguez és Till foglalkozott a harmadik géppel, Till első rakétája el sem vált a géptől, a második hajtóműve nem indult be, a harmadik indítás sikeres volt, Till rakétája Rodrigueze után kb. egy másodperccel ért célba. Rodriguez így emlékszik vissza:

⁴⁵⁰ Valószínűleg meghibásodás miatt.

„Két AIM-7-et engedtem útjára, mindkettő jól működött elszánguldottak a célpont felé és Schiavi rakétájával szinte azonos pillanatban kapták el az irakit. A iraki gép 400 láb magasságban felrobbant, a maradványok szanaszét szóródtak a sivatagban, kb. 4 mérföldnyire délre ért földet a Draeger által elintézett géptől.”

Innentől ismét Schiavi veszi át a szót:

„A küzdelem után azonnal dél felé fordultunk, olyan gyorsan le akartunk lépni, ahogy csak lehetett. Leoldottuk a maradék póttartályokat, a tüzelőanyagszint elég kritikus volt. Hála istennek a tankerek elénk jöttek – átlépték az iraki határt – így nem kellett kitérő reptérre menni és visszatérhettünk Tabuk támaszpontra. Till a támaszpont közelében egy tiszta terület felett szabadult meg vészleoldással a problémás, sikertelen indítási kísérletben érintett rakétát.”

Ennek a légiharcnak is több tanulsága, illetve érdekes aspektusa volt.

- Az amerikai pilóták bemutatták azt, amit az a bizonyos „kukacoskodó” kiértékelő az ACEVAL tesztek alatt kifogásolt. A vezér gyorsan kiosztotta a célokat a kötelék gépei között. A végrehajtás is megfelelő volt, minden gépet az támadott, ahogy tervezték. Iskolapéldája volt annak, hogy 1:1 arányú kötelék szintű összecsapásokban hogyan alázzák le a régiebb szovjet/orosz vadászokat BVR harcban a Sasok. Ezért lett volna szükséges létszámfölényben, lehetőleg több irányból támadni a Sasokat, mert a BVR képességeik kifinomultsága ellenére egy gép egyszerre csak egy célra tudott dolgozni. (Manőverező vadászgépek ellen az AIM-7M kvázi-szimultán célküzdelési képessége teljesen elméleti, szerintem nem kihasználható.)
- Az iraki gépek célja számomra ködös. Egyes források azt gyanítják, hogy a Bagdad körüli még úgy-ahogy egyben levő légvédelmi egységek által védett repterek valamelyikére akartak áttelepülni és onnan operálni. A másik feltételezés az volt, hogy ezek a gépek is Iránba menekültek volna egy közbenső megállóval, ugyanis a H2/H3 repterekről nem érték el volna Iránt. Az első cél logikus volt, csak akkor az nem világos, hogy miért nem a lehető legrövidebb idő alatt szálltak fel a gépek. Az első csoportot nem érték utol a Sasok, tehát ha 3-4 percen belül követte volna a második csoport az elsőt, akkor valószínűleg az összes MiG elérte volna célját
- Ha már mindenképpen két köteléket emelték, akkor legalább kisebb térközzel követhették volna egymást hogy az első csoport a később induló második csoport segítségére siethessen, vagy fordítva. Sokkal nagyobb taktikai rugalmasságot nyújtott volna. A ~80 mérföldes térköz csak arra volt elég, hogy adott esetben az egyik csoport tehetetlenül értesülhetett arról, hogy a társaikat szokás szerint lemészárolják a Sasok. Eltérő irányból közeledő 2:1 létszámfölényben levő vadászok talán tehettek volna valamit, mindenképpen izzasztó helyzet lett volna a Sasok számára. Persze, ha arra ment ki a játék, hogy a második csoport feláldozásával az első talán elérheti a célját, akkor a terv sikeres volt. Kérdés, hogy ez a relatív siker (?) mire volt jó...

Hát, nagyjából ennyi. Az általam legtanulságosabbnak ítélt légiharcokat bemutattam amiket az USAF pilótái vívtak, de nem az összest. A későbbiekben is értek el légi győzelmeket, de az Iránba menekülő gépek lelövésében még annyi kihívás sem volt, mint a fent ismertetett esetekben. Ezek „légi harcok” során kétszer is előfordult, ahol két pilóta ért el 2-2 légi győzelmet egy bevetés alatt.

Egyetlen eset érdemel még említést, a szaúdi F-15 egyetlen harcérintkezéséről, ahol rögtön kettős légigyőzelmet ér el a RSAF pilótája, az eset 1991. január 24-én reggel történt.⁴⁵¹



Az irakiak ezen egyetlen eset során tesztelték a US Navy légvédelmi rendszerét. 24-én reggel 8 óra 50 perckor öt iraki gépet észleltek, amik Al-Kut támaszpontból szálltak fel Bagdadtól délkeletre. Felszállás után Kuvait felé fordultak, a gépek egy része alacsonyan egy része nagy magasságban közeledett. A magasan haladó gépek visszafordultak viszonylag távolabb, de az alacsonyan közeledő Mirage F.1 vadászok továbbra is tartották a délkeleti irányt. A gépek célját egyértelműen nem sikerült megállapítani. Lehet, hogy az öbölben állomásozó hajók ellen próbáltak Exocet rakétákkal támadást végrehajtani, de egyes feltételezések szerint szaúdi olajipari létesítmények lehettek a célpontjaik.

Nem tudni, hogy így tervezték-e az irakiak vagy csak véletlen volt, de a US Navy és az USAF által ellenőrzött légtér határán repültek, ami kicsit zavarossá tette, hogy akkor kinek a dolga volt foglalkozni a közeledő gépekkel. Ennek eredményeképpen meglepően messzire jutottak az irakiak. Az USAF egyik E-3 gépe követte őket, azonban csak szóban (rádió) keresztül tudta

értesíteni a flottát, adatkapcsolaton keresztül a légi helyzetképet nem volt képes megosztani / átjázni a hajók számára. A USS Midway F/A-18 Hornet vadászai Bubiyan sziget közelében járőröztek, bevetésről visszatérő csapásmérők biztosítását látták el, de nem mozdultak az irakiakra, nem értékelték veszélyesnek a flottára. A flotta több hajója rövid időre képes volt felderíteni radarral az alacsonyan repülő gépeket, de egyértelmű azonosításra nem maradt idejük. Két Tomcat vadászt ekkor már a kontaktusok felé irányítottak, de tűzparancsot emiatt nem kaphattak. A Mobile Bay (CG-53) Ticonderoga osztályú rakétás cirkálónak végül sikerült elég hosszú ideig nyomon követni az azonosításhoz, de rakéta indításra már nem maradt ideje.

Ekkor már három vadászgép csoport közeledett az iraki vadászok felé. Szaúdi Sasok nyugatról, F-14 vadászok északkeletről és egy Hornet kötelék délkeletről. A közeledő iraki Mirage csapásmérők kismértékben változtattak a haladási irányukon, így végül a szaúdi Sasokat küldték a behatolók ellen. (Ha nem változtattak volna irányt, akkor kb. 15 másodperc múlva az F-14 vadászok rakétaindítási helyzetbe kerültek volna.) Ayhed Saleh al-Shamrani, a szaúdi légierő pilótája helyi idő szerint 9:34-kor AIM-9P Sidewinder rakétával mindkét gépet lelőtte.

⁴⁵¹ <http://qoo.ql/pjFbT>

A Bunker Hill rakétás cirkáló harcászati tisztje számára sokkoló volt, hogy az iraki gépek az Exocet rakéták hatótávolságán belül képesek voltak megközelíteni a flottát. Jól látható, hogy alacsonyan repülő gépek ellen még a legmodernebb rakás cirkálók számára is mekkora korlátozó tényező a horizont, ha azonosítani kell a célt olyan környezetben, ahol nem a US Navy kötelékébe tartozó baráti gépek operálnak, mert a flotta partközeli van. A nyílt óceánon a szovjet haditengerészeti légierő csapásmérő gépei esetén az azonosítás jóval egyszerűbb feladat.

A Haditengerészet őrzőgépei az USAF E-3 gépeinek rádiózását is hallgatták, de a fő CAP irányítók a rakétás cirkálók voltak. A Theodore Roosevelt pilótái nem rázódtak bele a kommunikációba, ami meglepő még akkor is, ha figyelembe vesszük, hogy csak január 16-án érkeztek meg az Öbölbe. Ezért fordulhatott elő, hogy a hajók szenvedtek az irakiak nyomom követésével és azonosításával, és az általuk irányított gépek meg nem kaphattak tűzparancsot az AWACS géptől. Az eset igen tanulságos volt abból szempontból, hogy az USAF és a US Navy közös hadműveleteinek összehangolásán javítani kellett.

Az F-15 szemszögéből is furcsa eset volt a kettős légyőzelem ellenére. Egy BVR képességgel megáldott gép képességeit hogyhogy nem használta ki a pilóta? A RSAF pilótája állítólag nem túl profin hajtotta végre a megközelítést, nem követte az AWACS utasításait, ami kisebb zavart okozott a légi helyzetképben. Néhány vélemény szerint politikai okokból erőltették azt, hogy a RSAF érje el a légyőzelmét, bizonyítva, hogy nem haszontalanok a Koalícióban, és hogy talán a pilótájuk dezertálás utáni megítélésükön javítsanak.

8.2.5. A hadművelet értékelése

A Sivatagi Vihar egyik legnagyobb rejtélye az, hogy az iraki légierő miért volt annyira passzív. Vagy tényleg ennyire alacsony volt a gépek hadrafoghatósága, vagy egyszerűen nem látták értelmét annak, hogy a levegőbe emeljék őket. Azt mondjuk nem igazán lehet ép ésszel megmagyarázni, hogy mitől volt jobb választás az, hogy a földön pusztultak el a gépek és nem légharcban. A hadművelet első néhány napja után közepes magasságból, senkitől sem zavartatva még a megerősített betonfedezékekben levő gépeket is halomra mészárolta a USAF csapásmérő ereje...⁴⁵² A pilóta ugyan túlélhette gépének elvesztését, de egy repülőgép nélküli pilóta harcértéke nem túl nagy, legfeljebb az öklét rázhatja az ég felé. Kétlem, hogy a véreskezű iraki diktátor könnyeket hullatott volna a légierő személyi veszteségét illetően, ha a pilóták légharcban veszttek volna oda gépükkel, és ezért óvta őket...

Az irakiak a jelek szerint meg sem próbálták, hogy összehozzanak olyan helyzeteket, amik a Koalíció számára a lehetséges forgatókönyvek között esetlegesen elképzelhető volt, mint „rossz, vagy legrosszabb eshetőség”. Az első éjszaka végrehajtott támadás való igaz, hogy nagy kárt tett az iraki légvédelemben, de annak mérete miatt egyszerűen fizikai képtelenség volt néhány nap alatt teljesen a padlóra küldeni azt. Ez igaz mind a légvédelem kommunikációs hálózatára, mind a vadászgépflojtára és a felderítő radarok rendszerére. Ekkor még lehetett volna próbálkozni azzal, hogy tömegesen emelnek vadászgépeket, még ha ezt nem is lettek volna képesek tökéletesen összehangoltan végrehajtani. Ezek nagy részét valószínűleg előbb-utóbb lelövöldözték volna, de rövid idő alatt több támaszpontról emelt több tucat géppel nem tudtak volna mit kezdeni a Sasok, lett volna keresnivalójuk az irakiaknak.

A hadszíntér mérete egyszerűen gátat szabott annak, hogy egy adott idő alatt mekkora erőt volt képes adott helyre összpontosítani a koalíciós vadászirányítás. A számszerűen nagy Sas flottának csak töredéke volt egy időben Irak felett, és relatíve nagy területet kellett ellenőrzésük alatt tartani. Ha az irakiak több támaszpontról egyszerre emeltek volna tízes nagyságrendű gépet, akkor majdnem biztos, hogy vagy nem

⁴⁵² Lásd az F-111 cikkben.

tudtak volna minden köteléket megvédeni – az első éjszakán sem sikerült – vagy egyes csapásmérő bevetésen járó gépek légiharc-kapacitását is igénybe kellett volna venni, pl. a F/A-18 Hornet vadászokét. A légtér olyan sűrű volt, hogy egyes esetekben az azonosítás és a tűzparancs kiadása olyan sok időt vett igénybe, hogy sikerült rakétát indítaniuk az iraki vadászgépeknek. Ezt nappal is össze lehetett volna hozni. Ha meg már a vadászgépek nagy számban egymáshoz közel lettek volna, akkor az AWACS gépek képességei abban merültek volna ki, hogy esetleg még több vadászgépet vezényel a kritikus térségbe, de a küzdelemben képtelen lett volna segíteni a pilótáknak, lásd az ACEVAL tesztek kiértékelését.

Az első éjszaka eseményei is a fenti gondolatmenetet támasztják alá, még a „magányos harcosok” is – lásd Aranyas magazin 2011/03 számában a témába vágó cikket és a mellékletek között letölthető listát – képesek voltak többször rakétaindítási pozícióba kerülni, több gépet is megrongáltak. Csak a szerencsén múlt, hogy az első éjszaka elvesztett F/A-18 Hornet gépen kívül – amit valószínűleg egy MiG-25PDSz lőtt le – nem volt nagyobb a veszteség. Ez volt az iraki légierő egyetlen elismert légyőzelve, aminek egyébként igen hosszú utóélete volt.⁴⁵³ Képzeljük el, ha a listán szereplő összes megrongált gép lezuhant volna. Mennyiségileg ez sem verte volna földhöz a Koalíciót, azonban részben azokat a félelmeket igazolta volna, hogy a hadművelet elején azért komolyabb veszteségekkel kell számolni. Ez esetben lehet, hogy máshogy zajlott volna a hadművelet, például óvatosabban és lassabban, tehát kevesebb célt támadtak volna, hogy a csapásmérő kötelékek vadászvédelme erősebb legyen ezáltal.

Egy kis kitérő. Ugye emlékszünk még arra a megállapításra, amit az iráni F-4 gépek lelövésénél tettem? Normál esetben ekkora légiharcrakéta találatát nem lett volna szabad túlélnie a célpontoknak, az igen kivételes esetnek volt mondható. Az R-24T rakéták harci része hasonlóan nagy. (Az, hogy hagyományos repeszromboló vagy acélpálcikás, azt nem tudom megmondani.) Hogy mégis miért csak megsérültek a gépek – legalábbis a lista szerint – arra sokféle elméletet lehet gyártani, de bizonyíték nélkül ezek csak találgatások maradnak. Azonban felmerül, hogy a régebbi szovjet/orosz légiharcrakéták közelségi gyújtói nem működtek megfelelően. Az, hogy egyedi, véletlenszerűen előforduló hibáról vagy tervezési hibáról volt-e szó, az véleményem szerint nem kideríthető az igen kis minta miatt, de mindenesetre azért megjegyzendő. Az R-27R is csak megrongálni volt képes egy B-52-t, bár a vietnámi bevetések alatt volt olyan „BUFF”, ami Sz-75 légvédelmi rendszer rakétájának a közeli találatát is kibírta, ami harci része lehet, hogy nem acélpálcikás, de a maga 160 kg tömegével azért szó se róla, de igen combos...

Megpróbálkozhattak volna azzal, hogy a maradék erőiket – repülőket, AAA, SAM – összevonják néhány vagy egyetlen reptéren, és onnan próbálnak meg repüzetet megvalósítani. (Azt azért el kell ismerni, hogy a teljes üzemeltetési infrastruktúra áttelepítése ekkor már valószínűleg nagyon nehéz lett volna.) A hadművelet második hetében is voltak olyan területek, ahova a Sasok nem merészkedtek be – Bagdad közelébe – mert tudták, hogy ott maradtak még elszigetelt, de működőképes (rakétás) légvédelmi alakulatok. Koncentrált légvédelem mellett esély lehetett volna, hogy elég gépet emeljenek fel – a vadászgépek komoly SEAD fedezet nélkül nem hatoltak volna be a SAM indítási zónájába – amik már komolyabb fenyegetést jelentettek volna.

Már eleve az is elég furcsa hozzáállás, hogy az ENSZ határidő lejárta után nem tartottak fent folyamatosan gépeket nagyobb számban, hogy gyorsabban reagáljanak egy esetleges támadásra. Röviden, az első nagy sokk után szinte semmiféle komoly ellenállást nem tanúsítottak. Lehet, hogy semmit sem értek volna el, vagy magát a megvalósítást is megakadályozta volna a koalíciós légierő, de egyszerűen elképesztő az, hogy mintha egyáltalán nem is próbálkoztak volna.

⁴⁵³ http://en.wikipedia.org/wiki/Scott_Speicher, http://www.aranyas.hu/archivum_0910.php

Nem úgy értem, hogy egyáltalán nem küldtek fel vadászokat, ezt még a hadművelet 2. hetében is megtették. A probléma az, hogy az addigi kudarcok után sem ismerték fel, hogy mennyiségi fölény, egy legalább tömeges bevetés nélkül reménytelen próbálkozni. Az „ötletszerű” reagálásokkal nem értek el semmit. A teljesen átlagos négygépes F-15 kötelékeknek nem nagyon kellett megfeszülni, mindig élvezték a technikai és számbeli fölényt is, bonyolult taktikai helyzettel sem nagyon találták magukat szembe az első pár nap után. Pedig a harmadik napon a MiG-25 gépek lelövése előtt azért volt némi helyezkedés, a Foxbat vadászok radarzavaró anyag és beaming manőver segítségével rövid időre, de megzavarták a teljesen tiszta helyzetképet. Képzeljük el, ha 5-6 kötelék különböző magasságon és irányokból közelítve játszik ilyen bújócskát. AWACS ide-vagy oda, ekkora mennyiségű információt adatátviteli rendszerek hiányában igen nehezen dolgoztak volna fel a vadászpilóták, tehát megint csak lett volna esély valamire...

Ezzel szemben mi történt? Az irakiak felzavartak 2-3 kétgépes köteléket és magányos gépeket, ezzel kb. ki is merült az, amit ellenállásnak tituláltak. Amikor talán még esély lett volna rá, az első hét elején, akkor is – már elnézést ezekkel bohóckodtak, amiket aztán a technikai és mennyiségben fölényben levő ellenfél egyenként szépen agyoncsapott. Csapásmérő gépeiket csak egyszer próbálták meg használni a szaúdi F-15 légi győzelménél bemutatott esetben, bár azt el kell ismerni, a csapásmérők tétlenségét tényleg a realitás diktálta. A saját légterük védelme is megoldhatatlan feladat elé állította őket.

Gyakorlatilag az első néhány nap után kiderült, hogy csak a légvédelmi rakéták és a csöves légvédelmi tüzérség jelentik a veszélyt a koalíció gépeire. Mivel a „nehéz” SAM egységeket és a hozzájuk tartozó keresőradarokat viszonylag jó tempóban „építették le”, ezért a közepes magasságra való áttérés drámaian csökkentette a légvédelem hatékonyságát, mert SHORAD/MANPAD és a csöves légvédelmi tüzérség nagy részét ezzel lehúzták a fenyegetések listájáról, mivel a gépek fizikailag a megsemmisítési zónájukon kívül kerültek.

A passzivitás egyik lehetséges oka lehet az, hogy tényleg ennyire nem volt pilóta a gépekhez vagy az, hogy jelentősen túlbecsülték az iraki gépek mennyiségét, nem beszélve a bevethető gépek arányát. Ha a legminimálisabb becslést fogadjuk el igaznak és 50%-os hadrafoghatósággal számolunk, akkor az jön ki, hogy a gépek túlnyomó részét valóban szétbombázták a betonbunkerekben, a maradékot meg légi harcban lelőtték vagy Iránba menekültek. Minden más esetben ott a nagy kérdőjel, hogy a többi gép meg hová tűnt...? Mindent nem áshatták el a sivatagban, ahogy azt Irak 2003-as megszállása után tapasztalták.

A nagy távolságok miatt a Sasok egy esetlegesen elképzelt európai háború forgatókönyvével szemben nem 2,5-3 órás, hanem 4-6 órás bevetéseket is rendszeresen repültek. Ez mind a pilótákra, mind a földi karbantartó személyzetre igen nagy terhet rótt.

A hab a tortán – vagyis a hülyeség és tétlenség megkoronázása – a légi erő Iránba történő „menekítése” volt. Vajon kinek a „zseniális ötlete” lehetett ez...?⁴⁵⁴ Irak akkor sem tudta Iránt legyőzni, amikor a legerősebb volt. Amikor megkezdtek az Iránba történő átrepülést, akkor már lehetett látni, hogy Irakot nem egyszerűen legyőzik, de olyan megalázóan egyoldalú vereségben lesz része, ami igen ritka a hadtörténelemben. Mégis mire számítottak, hogy hogyan szerzik vissza a gépeket, na meg a pilótákat? A

⁴⁵⁴ A történelem számtalanszor bebizonyította, hogy a diktatórikus berendezkedésű országokban a felülről jövő hülyeség ellen semmit sem lehet tenni, legyenek bármennyire is károsak és beláthatatlanok a következmények. Egy Szaddam Husszein kaliberű vezetővel működő ország katonai és politikai vezetésétől ennyire futotta...

két ország közötti véres háború után a pilóták örülhettek, ha leszállás után nem tekerték ki a nyakukat ott helyben...⁴⁵⁵

Összesen kb. 110 gép érte el Iránt, de az átrepülések közben is odaveszett néhány gép. Amikor a koalíciós légtérelenőrzők észlelték azt, hogy mi vette kezdetét, akkor Bagdadtól keletre is rendszeres CAP őrzőjáratokba kezdtek a Sasok. Az Iránba menekült vasak között a legnagyobb harcértékű vadászgépek is megtalálhatóak voltak, 7 db MiG-23, 24 db Mirage F.1 és 4 db MiG-29. Ezek valószínűleg nem egy napon repültek át, de ezek szerint a bombázások után is ennyi vadászgép röpképes volt, a számtalan csapás mérőn felül. Ha feltesszük, hogy ezeket egy időben is képesek lettek volna emelni, akkor feltételezhetően egy adott körzetben, ha igen rövid időre is, de képesek lettek volna mennyiségi fölényt is elérni. A megtámadott F-15 gépeken fizikailag nem lett volna annyi fegyverzet, hogy mindet megsemmisítsék. Persze ennyi gép esetén már azonosítani is kellett volna a célpontokat, mert a baráti gép lelövésének veszélye is fennállt. Lehet, hogy ezért nem emeltek nagy követeléseket, ez viszont eleve szegénységi bizonyítvány volt az irakiakra nézve. Minek van számszerűleg nagy légierője bárkinek, ha nem meri vagy nem tudja kihasználni a benne rejlő lehetőségeket...?

A USAF számára is tartogatott némi meglepetést a hadművelet. A viszonylag kevés légi harc során bebizonyosodott, hogy még a csúcskategóriás légi harcrakéták zavarvédelme is meglepően gyenge. A legutolsó szériás, külön a hadszíntér igényeihez igazított Sidewinder változatokat is megzavarta fél tucat-tucat egy időben kiszórt infracsapda úgy, hogy a célpont – egy konkrétan említett esetben egy MiG-25 – mögül indították miközben az utánégetőt használt. Sparrow rakétát is sikerült pusztán passzív zavarással semlegesíteni, ezen felül meglepően magas számban fordult elő hajtóműhibás AIM-7M. Többször előfordult, hogy indítás után a rakéta hajtóműve nem indult be.

Az koalíciós légierő összesen 41 repülőeszközt semmisített meg a levegőben. Ezek egy részét közvetlen fegyverhasználattal, néhány iraki gép azonban fegyverhasználat nélkül veszett oda. Bonyolult harc helyzetben az iraki pilóták valószínűleg elvesztették tájékozódó képességüket, éjszaka alacsonyan repülve a földbe csapódtak. Ezen légi győzelmeket azon személyzeteknek adták, akik üldözték a gépet vagy üldözésük közben történt az eset. Így lehetséges az, hogy az egyébként teljesen fegyvertelen EF-111A géppel is értek el „légi győzelmet”. A koalíciós légi győzelmek listája a lenti linken megtalálható, és a mellékletek között is.⁴⁵⁶ (Érdekesség, hogy egy ideig az EF-111A „légi győzelmét” keverték Graeter szintén földbe csapódó ellenfelével.)

Szintén a különleges esetek közé sorolandó az F-15E-vel megsemmisített Mi-24 helikopter, amit nem légi harcrakétával, hanem GBU-10 lézervezérlésű bombával semmisítettek meg a levegőben. Két helikoptert A-10 csatarepülőgép, egyet egy F-14 Tomcat lőtt le, ami egy bizonyos film által felmagasztalt vadászgéptől nem egészen az volt, amit sokan reméltek vagy vártak. Erről nem az F-14 képességei tehetek, vagyis csak részben, pl. az NCTR képesség hiánya és gyengébb manőverező légi harc képességek, ami miatt nem akartak kockáztatni, ezen felül a flotta hordozóit védték, ahogy a reptereket is a szaúdi Sasok.

⁴⁵⁵ *Irak 2003-as amerikai megszállása utáni években az iráni titkosszolgálat az országban uralkodó káoszt kihasználva elkezdte felkutatni a háborúban részt vett iraki pilótákat, akiket aztán meg is gyilkoltak. Nem tudom megállni, hogy rámutassak arra, hogy Irántól ez milyen kicsinyes és szárnalmas bosszúállás volt...*

<http://digitaljournal.com/article/300953>

⁴⁵⁶ <http://www.rilee.org/air/ds-aakill/>

Az, hogy a 41 légyőzelemből néhány kivétellel mindet F-15-tel érték el, nem azt jelenti, hogy az F-15 képességei ennyivel jobbak pusztán a teljesítmény-paramétereket nézve, azonban a Sas NCTR üzemmódjának köszönhetően a koalíciós vadászirányítás, amikor csak lehetséges volt a Sasokat küldte az ellenséges repülőeszközök elfogására. Fegyverhasználattal két F/A-18 Hornet által lelőtt MiG-21 (vagy F-7) gépeket leszámítva merevszárnyú gépek ellen csak F-15C-vel érték el légyőzelmet.

Figyelemreméltó, hogy a légyőzelmek igen nagy hányadát az 58. század érte el és azon belül is pilóták egy szűk köre. Ezt nem lehet csak azzal magyarázni, hogy az alakulat bázisa (Tabuk) viszonylag közel esett az iraki határhoz. Azt, hogy pilóták szűk köre érte el a sikereket, a század pilótáinak beosztása eredményezte, az OCA/sweep bevetéseket szinte mindig ugyanazon pilóták repülték Deaeger, Kelk, Tollini, Magill és Graeter is az USAF Fighter Weapons School végzett pilótái voltak, az 58. században az FSW kurzust végzettek aránya messze meghaladta a többi F-15 századét. Az század eredményessége és eközött valószínűleg van némi összefüggés.

Az egyik légyharc során feltűnhetett, hogy a kötelék rangidős pilótája Thiel alezredes volt, de mégsem ő vezette a köteléket, és ez nem volt egyedi eset részéről. Az alezredes beosztottjaival együtt járt bevetésre, felvállalta ugyanazt veszélyt, mint azok, de lehetőséget adott a fiatalabb és tapasztalatlanabb pilótáknak, hogy „felépítsék” magukat és alkalmazhassák azt, amit tanultak.

8.3. Sasok a Balkán felett

8.3.1. Az Allied Force előzménye

Jugoszlávia szétesését követően az utódállamok között véres háború vette kezdetét, amit egy ideig tétlenül nézett a világ, de egy idő után a ENSZ és egyes NATO országok megpróbálták rendezni a helyzetet. Az F-15 részt vett a Deny Flight alatt a repüléstilalmi övezet fenntartásában. A hadművelet alatt a bitburgi 53. század gépei 1993 áprilisa és júliusa között 660 felszállást teljesítettek. A Delibearte Force hadművelet alatt a csapásmérő gépek kíséretét látták el 1995-ben. A konfliktus egy szakaszát lezárta a Daytoni békeszerződés, részben rendezte a felek közötti helyzetet, Horvátország és Bosznia függetlenségét biztosította.

A Szerbián belüli etnikai problémákat azonban ez nem oldotta meg. Szerbiából a 2000-es években kivált Montenegró majd Koszovó, az utóbbi is ma már lényegében független államnak tekinthető. A Szerb állam további szétesése egy zavaros előéletű Koszovóban végrehajtott etnikai tisztogatásnak, és az azt követő USA és egyes NATO tagországok által végrehajtott katonai beavatkozásnak volt köszönhető. A külső beavatkozás célja az volt, hogy leállítsák az akkor Szlobodan Milosevics által vezetett Szerbiát, miután a diplomáciai megoldások csődöt mondtak. A közös hadművelet az Allied Force nevet kapta, amely 1999 március 24-én éjszaka kezdődött. (Az amerikaiaknál Noble Anvil néven futott a hadművelet.) A 493. TFS 18 darab F-15C vadásza települt át Olaszországba Aviano támaszpontra Angliából (Lakenheath) a hadműveletek idejére.

A Szerb Légierő számszerűleg kicsinek nem volt éppen mondható, azonban a gépállomány nagy része elavult vagy légiharcra amúgy is alkalmatlan gépekből állt. A J-22 Orao csapásmérőkből papíron 60 darab körüli és a MiG-21bis gépekből is nagyságrendileg hasonló mennyiség állt rendelkezésre. A legkorszerűbb és legnagyobb harcértékű MiG-29 gépekből – csak ezekkel lehetett számolni, mint vadászlégierővel – viszont csak alig egy tucat állt rendelkezésre. Azonban lehetett bármilyen csodálatos közeli-légi harc képessége a Fulcumoknak, ha BVR harcképességük reménytelenül elmaradt a NATO gépekkel szemben. A Sivatagi Vihar idején a BVR képesség csúcsa az F-15C + AIM-7M párosában testesült meg. Azonban azóta eltelt nyolc év. Az AIM-120 AMRAAM elterjedése azt jelentette, hogy a MiG-29 gépeknek már nem csak az F-15-tel történő találkozás esetén kellett alárendelt helyzetben felvenniük a harcot, de már az F-16C/D gépek is „visszakézből” olyan maflást tudtak nagy távolságból kiosztani, mint a Sasok, lévén azok is rendelkeztek már az AMRAAM légiharckéntával.

8.3.2. Allied Force

A Sasok már a hadművelet első éjszakáján is több „skalpot” gyűjtöttek be. Az egyik légygőzelmét Mike Shower százados érte el a 86-0159 szériaszámú géppel, a másikat a Sivatagi Vihar alatt is eredményes Cesar Rodriguez érte el – 86-0169 szériaszámú F-15-tel – immár nem századosi, hanem alezredesi rangban. Azon az estén a Knife hívójelű kötelék hármas számú gépét vezette, a csoport a NATO első csapásmérő köteléke előtt repült Montenegró felé, a csapásmérők célpontja egy reptér volt, és a környékén található távolfelderítő radarok. A kötelék vezére Robert „Cricket” Renner, a kettes számú gép pilótája „K-Bob” Sweeney a négyesé „Wild Bill” Denim volt, aki újoncnak számított még a típuson.

A Sasok 40-50 mérfölddel a többiek előtt haladtak, még az alacsony észlelhetőségű B-2 gépek őket követték. Rodriguez így emlékezett vissza:

„Felszállás után az „olasz csizma” déli végéhez tartottunk, aztán kelet felé fordultunk. A tankolás után 35 ezer láb tájára emelkedtünk, a csapásmérő kötelék mögöttünk jött. Érdekesnek találtam a költői hasonlatot,

amit a napszakok váltása jelentett. Nyugat felé az arany színű napsütésben terült el Olaszország, kelet felől közeledett a sötétség, ahogy a Nap lement a horizont mögött. Amikor kelet felé fordultunk, nem tudtam nem észrevenni a hasonlóságot, ahogy a fényből repültünk a (sötét) háborúba.”

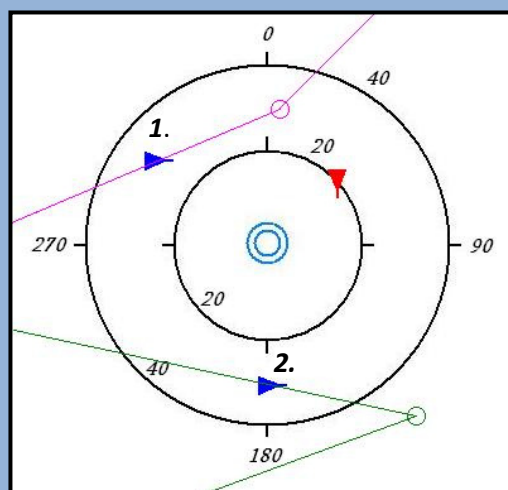
A célpont közelében észleltek egy gépet, ami azonban leszállt, mielőtt megtámadhatták volna.

„A gép, ami leszállt testközelből tapasztalhatta meg a reptér elpusztítását. Aztán észak felé fordultunk, én és „Wild Bill” Belgrád és Koszovó közötti légteret kutattuk át ellenséges gépek után, míg a vezér és kísérője Montenegró környékét. Én találtam egy célpontot, ami alacsonyán észak felé haladt. Forduló végrehajtása közben elvesztette a radar, de aztán újra megtalálta, az immár délnyugat felé haladó gépet, ami így egyenesen a minket követő csapásmérők felé tartott és emelkedni kezdett. Megkezdtük az elfogást, a NATO AWACS segítségével és a saját rendszereimmel is megpróbáltam azonosítani.”

Rodriguez 19:09-kor észlelte az akkor még azonosítatlan célpontot, tőle jobbra 40 fokra repült 60 mérföld távolságban. A célpont beaming manővert hajtott végre, ami miatt Rodriguez radarja elvesztette a célt. Mindeközben a vezérgép (Knife 11) radarja átmenetileg meghibásodott. 19:12-kor Rodriguez újra megtalálta a gépet és a közös referenciaponthoz képest („bullseye”) megadta a pozícióját Rennernek, hogy ő is megtalálja a közben „feltámadt”, üzemképesé váló radarjával. 19:12:30-kor kérték a légtérelenőrző gépet, hogy azonosítsa a célpontot. A kérés után alig néhány pár másodperccel a kötelék négyes számú gépe NCTR üzemmód használatával MiG-29-ként azonosította a közeledő gépet. Még mindig vártak a tűzparancsra, ekkor már 30 mérföldre csökkent a távolság a Sasok és a kontaktus között. Rodriguez leoldotta a szárny alatti póttartályokat, 33 ezer lábra emelkedett és M1,4-re gyorsult. 19:13:30-kor egy AIM-120 rakétát indított.

A „bullseye”. a helymeghatározásban fontos a rádiókommunikáció során. Ehhez a ponthoz képest megadva az egyes objektumok vagy célok koordinátái egyértelműek, a közös referenciapont miatt. Nem kell minden egyes gépnek külön-külön megadni az objektumok (célok) koordinátáit a saját helyzetükhöz képest, ha többen is hallják az adott üzenetet. Egyszer elég beolvasni és mindenki aki hallotta, az tudja, hogy mi merre hány méter.

Egy egyszerű ábrán is megmutatom, hogy ez hogyan működik. Látható, hogy „bullseye” koordináták esetén két más pozícióban levő gép számára is nagyon könnyen eldönthető, hogy azonos célról van szó, persze a „bullseye” koordináták gyors használatához gyakorlás szükséges. A lenti képen tegyük fel, hogy az 1. számú kötelék vezérgépe kér helyzetképet az AWACS operátortól a környéken levő kötelékekről. (A 20 és 40 számok távolságot mutatják a referenciaponttól.)



Ha hozzá képest adja meg a saját és ellenséges kötelékek helyzetét, akkor a következő információkat adja az operátor: saját kötelék 60 fokos irányban kb. 50 mérföldnyire, ellenséges kötelék 20 fokra kb. 35 mérföldre. Azonban, hogy a 2. kötelék is megkapja ugyanezt az információt ezt újra le kell darálni a radar/AWACS operátornak, a gépek meg közben akár hangsebesség felett is szágulhatnak...

A közös viszonyítási ponthoz képest – koncentrikus kék körök – csak ennyit közöl az operátor. Ellenséges kötelék 45 fokra 20 mérföldre. Ebből mindkét saját kötelék tudja, hogy hol van az ellenséges gép, azonosítás során meg saját pozíciójukat képesek egymással is lezongorázni.

A módszer persze csak nagyobb távolságok esetén működik igazán jól, minél közelebb vannak a gépek a viszonyítási ponthoz és a gépek egymáshoz, annál gyorsabban változik a relatív helyzetük, tehát annál hamarabb „avul el” az információ. Ez persze akkor is igaz, hogyha az AWACS / földi rávezetés a „lekérdező” géphez képest adja meg az adatokat. Tehát van egy ideális átmenet aközött, hogy mikor melyik módszert használják.

A módszer különösen hasznos, amikor egy addig „csendben levő” légvédelmi rakétarendszer radarja elkezd dolgozni. Elég egyszer bemondani a viszonyítási pont szerinti koordinátákat, és mindenki aki hallja tisztában van azzal, hogy ez fenyegetést jelent számára vagy sem.

„A rakéta elhagyta a sít, szépen hasított az előre számított találkozási pont felé.⁴⁵⁷ Az indítás után az F-pole manővert délkelet felé hajtottam végre, így kevésbé közeledtem a Koszovóban levő ismert SAM állások felé. 15 mérföldre voltam a céltől, amikor ismét a cél felé fordultam és a vártam, hogy a HUD-on levő visszaszámlálás 0-ra érjen, ami rakéta becsült becsapódási idejéig hátralevő időt mutatta. Amikor a számláló nullához ért egy hatalmas tűzgömb hasított az éjszakába, a robbanás fényét a környező hófödte hegycsúcsok is visszaverték.”

Azon az napon a második légygőzelmét Mike „Dozer” Shower százados érte el, az érintett így emlékszik vissza arra az éjszakára:

„Elsőként gurultam ki és szálltam fel, én voltam a négygépes Edge hívójelű kötelék vezére, a kísérőm „Man-O” Steele volt, a kötelék másik felét „BillyMac” és „Dirk” Driggers alkották. A hadművelet első napján gyakorlatilag a század teljes kapacitását felhasználtuk. Driggers újoncnak számított a Sason, nem túl régen fejezte be a típusátképző tanfolyamot és alig néhány órát repült addig éjszaka az F-15 típussal.⁴⁵⁸ Nem mondhatnám, hogy teljesen nyugodtak voltak a fiatalabb pilótáink, de ennek ellenére a teljesítményükkel több, mint elégedettek lehettünk. Renner négygépes F-15 köteléke utánunk szállt fel.

A mi négy gépünk feladata a minket követő tíz F-117-es, az ezzel a bevetéssel debütáló két B-2-es, négy F-16CJ (Block 50/52) és két EA-6B Prowler elektronikai zavaró gép védelme volt. Dél felé, a Koszovót támadó kötelékben csak hagyományos vadászok és csapásmérők repültek, az északról közeledő csapásmérők között azonban nagy számban voltak alacsony észlelhetőségű gépek és 100%-ban amerikai gépek alkották. Erről sajnálatos módon a minket irányító NATO AWACS nem volt megfelelően informálva.

⁴⁵⁷ Lead pursuit. http://www.simhq.com/_air/images/air_038a_4.gif

⁴⁵⁸ Számomra alig érthető, hogy ennyire kezdő pilótát miért küldtek bevetésre. Értem én, hogy tapasztalatot kell szerezni, de azért ez talán túlzás... Nem tudok másra gondolni, minthogy a századok szervezeti struktúráját nem bontják meg. A felső vezetés – valószínűleg nem a hasára csapva, hanem bizonyos megfontolásokkal – kijelöli az alakulatot, és az azzal dolgozik, amije van mind technikai, mind személyzeti oldalról.

Az Allied Force egyik tanulsága az volt, hogy egy hadművelet megtervezését talán nem kellene néhány nap alatt összecsapni,⁴⁵⁹ a másik az, hogy az összes szükséges eszközzel rendelkez, például nem lett volna hátrány, ha az amerikai gépeket amerikai AWACS gépek irányították volna. Mikor bejelentkeztünk az NATO AWACS gépnél, az első kérdése az volt, hogy „hát te ki vagy?”. Ennyire voltak képbén...Ez nem volt túl jó előjel számunkra.

A mi F-15 és F16 kötelékeink Magyarország felett gyülekeztek és onnan dél felé fordulva vettük az irányt Belgrád felé. A B-2-es gépek dél felől hatoltak be Szerbia légterébe és észak felé hagyták el, az F-117-es csapásmérők több irányból közelítették meg a célpontjaikat.

A terv az volt, hogy a négygépes kötelékünk két részre szakadva 25 mérföldnyire egymástól dél felé haladva lépi át a határt és észak-dél irányú őrjáratozást hajtunk végre a Belgrád körüli SAM-ek megsemmisítési zónájától északra. Én és kísérem voltunk nyugatabbra.

Mivel éjjellátóval addig nem rendelkezünk, ezért a kétgépes formációk 5 mérföldes térközzel repültek, az alakzatot radar, TACAN és IFF rendszerek együttes használatával tartottuk fent. Az AIM-120 AMRAAM rakétákból hiány volt, ezért nem minden gépre jutott elég. Egyes gépek 6 darab AIM-120 és két darab AIM-9 rakétával repültek, néhány gép viszont 4 darab AIM-120, 2 darab AIM-7 és 2 darab Sidewinder rakétával, minden gép három póttartályt vitt magával. Azokon a gépeken amik Sparrow rakétát vittek, ott ezek a törzs két oldalán az elülső függesztési pontokra kerültek.

Az F-16CJ gépek előtt két perccel léptük át a határt. Az idő tiszta volt egészen Szerbia déli részéig elláttunk, Belgrád fényei tisztán látszottak. Dél felé haladva láttuk a Tomahawk szárnyasbombák becsapódását a szerb főváros környékén.

35 ezer lábon tartottunk dél felé, az F-16CJ gépek kb. 10-15 ezer lábbal alattunk voltak, a B-2-es bombázók mindenki másnál magasabban repültek. Kicsit aggódtunk emiatt, hiszen az általuk leoldott JDAM bombák eltalálhattak minket, lévén nem tudtuk pontosan, hogy merre jártak az adott pillanatban.⁴⁶⁰ Az F-117 gépek fegyverzeti tisztjét tájékoztattam a bevetés előtt, hogy ha alacsonyan közeledő célpontokat kell támadnunk, akkor előfordulhat, hogy az ő repülési magasságukra vagy alá kell sülyednünk és a rakéták is keresztelhetik a nekik kijelölt magassági tartományt. Ő erre azt monda, hogy rendben, az égbolt elég nagy, hogy mind elférjünk rajta.

Az CAP zóna déli határánál jártunk, amikor az AWACS gépen keresztül kaptunk egy üzenetet, miszerint délen egy MiG-et lelőttek. A hír feltüzelt minket, ekkor már biztosak lehettünk abban, hogy a szerbek felküldik vadászgépeiket. 10 mérföld hosszú lóversenypálya alakú pályán járőröztünk. Az első kör után először fordultam dél felé, amikor a radar 35 mérföldnyire egy alacsonyan repülő célt derített fel. 1'500 láb magasságban 150 csomóval haladt, éppen akkor szállt fel a Belgrád közelében levő batajnicai támaszponttól. Rádióan keresztül értesítettem a kötelék többi tagját is a kontaktusról. A MiG emelkedett és

⁴⁵⁹ A politikusok némileg elszámították magukat, azt hitték hogy néhány napig „bombáztatnak” és Milosevics gyorsan meghátrál. Kb. ennek megfelelő időt hagytak arra a fegyveres erőknél, hogy kidolgozzák azt, hogy mit és hogyan kell csinálni. Lényegében egy „kis kalandnak” fogták fel a hadműveletet. Véleményem szerint nem érezték át a helyzet súlyát és a szerbek lehetőségeit. A Sivatagi Vihar eredményeiből indultak ki, ami kapitális hiba volt számtalan tényező miatt.

⁴⁶⁰ Az aggodalom szerintem alaptalan volt, hiszen a csapásmérő gépek célpontjainak közelébe nem repültek a Sasok. A bombák oldási távolsága a célponttól kb. a bombázók repülési magasságával volt azonos, tehát olyan 12 km. Mivel a B-2 bombázók dél felől jöttek, a Sasok meg Belgrádtól északra voltak a SAM zónán kívül, elképzelhetetlen olyan röppálya, ami bármiféle veszélyt jelentett volna a Sasok számára hiszen azok az oldás után néhány km-re már a Sasok repülési magassága alatt voltak. Valójában inkább fordítva volt, a Sasok jelentettek veszélyt az alacsonyabban repülő F-117 gépekre az indító gép és a célpont relatív helyzetétől függően, lásd később.

gyorsított, majd észak felé fordult. 25 mérföldnyire volt tőlem amikor 400 csomós sebesség mellett elérte a 10 ezer láb magasságot.

A bevetés végéig számomra nem derült ki, de a rádióm meghibásodott. A legtöbb rádióüzenetemből a többiek semmit sem hallottak vagy csak szótöredékeket, azonban a hibáról semmiféle visszajelzést nem kaptam. Bevetés után, amikor a rádiózást rögzítő felvételeket visszajátszottuk, akkor a többi gép felvételén szinte csak csend volt amikor én beszéltem. Emiatt szinte az összes kontaktus-jelentésemből, azonosítási kérelmemből, stb. a többiek nagyrészt semmit sem vagy csak töredékeket hallottak. Ez igencsak megkavarta a helyzetet, kisebbfajta káoszt okozva.

17 mérföldre volt tőlem a gép, amikor sikerült azonosítanom, most már egyértelműen ellenséges gépnek minősült. 14 mérföldes távolságnál indítottam egy AIM-120-at, aztán egy AIM-7-et is. Belgrád éjszakai fényei megnehezítették, de egy ideig azért tudtam követni a rakéták hajtóműveinek a fényét. A harcérintkezés elejétől fogva enyhe süllyedésben voltam, amit 37 ezer láb magasságban kezdtem meg. Kb. 6 mérföldnyire volt a cél – az AMRAAM becsült becsapódását jelző számláló ekkor ért 0-ra – amikor jobbra fordult, gyakorlatilag beaming manővert hajtott végre. Hogy miért pont ekkor történt ez, azt nem tudtam megítélni. Mindenestre úgy tűnt, hogy az AIM-120 nem találta el a célt és a védekező manőver következtében az AIM-7 sem.

A távolság köztünk 5,5 mérföld volt, amikor egy újabb AIM-120-at engedtem útjára, ekkor már csak 20 ezer láb volt a magasságom, a MiG kb. egy tízessel volt alattam. A rakétaindítás után süllyedés közben balra fordultam, követtem a rakétámat. A MiG ekkor a beaming helyzetből balfordulóval jött ki és emelkedni kezdett, lehetséges, hogy kiszúrta a rakétaindítást. A fordulót követően majdnem tökéletesen szemberepültünk egymással, olyan 8 ezer lábnyival lehetett alattam mikor eltalálta a rakétám. Nem láttam, hogy katapultált volna a pilóta, azonban később kiderült, hogy sikerült neki elhagyni a gépet, aminek bevallom, örültem.

Az F-117 fegyverzeti tiszt elmélete kis híján tévesnek bizonyult és „Murphy”⁴⁶¹ bizonyította, hogy köszöni szépen, jól van. Az első CAP kör leírása alatt a lopakodó csapásmérők közül legalább egy délebbre került nálunk, és persze naná, hogy a MiG és közöttünk volt. Repült szép nyugiban előre, amikor az éjjellátóján keresztül látta, hogy két rakéta zúgott el jobbra felette rémisztően közel. Ekkor már leesett a Nighthawk pilótájának milyen „szendvicsbe” került. A harmadik rakétám indítását már ő is látta, ahogy követte a rakétát a hajtómű fénye alapján a MiG-et is kiszúrta amint éppen felénk fordult, természetesen a találatot és a szerb vadászgép lezuhanását is látta. Egy másik F-117 pilóta is látta a találatot. Persze nekem erről halvány fogalmam sem volt, hiszen a radaron a gépek nem látszódtak, rádiókapcsolatban meg nem álltunk, a bevetés után telefonon tisztáztuk azt, hogy mi is történt valójában azon az este.

Mindeközben a kötelékem tagjai a rádióüzeneteim töredékét hallották és azokat sem nagyon értették. Felfogták, hogy valami történik és „helyzet van”, de hogy pontosan mit történik, azt nem tudták. Emiatt, mikor „Man-O” meglátta a felrobbanó MiG tűzgömbjét, az első gondolata azt volt, hogy engem lőttek le. Szerencsére az egyik rádióüzenetem ezután hallható volt, amiben közöltem, hogy észak felé fordulunk, így megnyugodtak, hogy nem én voltam. Egyébként már felkészült arra, hogy rakétát indítson, de inkább visszafogta magát, és megpróbálta összerakni azt, hogy mi történik. Figyelemreméltó türelemről tett tanúbizonyságot a fiatal pilóta, aki élete első harci bevetését teljesítette.

⁴⁶¹ http://unciklopedia.org/wiki/Murphy_t%C3%B6rv%C3%A9nyei

Folytattuk az őrjáratit tevékenységet, és amikor megint délnek fordultunk megint egy ismeretlen gépet derített fel a radar ami ugyanonnan közelített, ahonnan az előző. Amikor 20 mérföldnyire megközelítettük, beamingelni kezdett a célpont. Nekem nem sikerült azonosítani és a NATO AWACS sem tudott segíteni. Az amerikai gépek bevetési listáját (ATO) nem kapták meg,⁴⁶² ezért nem tudták azt, hogy mi a kötelékeink tervezett útvonala, mikor és hol számítsanak ránk, stb. Ez szervezeti/szervezési probléma volt, azonban arról már nem tehettek, hogy a rádióm meghibásodott, ezért az azonosítási kérelmemet nem hallották, ahogy a rakétaindítás és a légigyőzelem jelentését sem. Én 30 ezer lábon voltam, az azonosítatlan gép 10 ezren közeledett, jobbra felette voltam. Mivel azonosítani a RoE követelményei szerint nem sikerült és éjjellátóm sem volt, ezért nem szerettem volna csak úgy nekirontani. Mindenki másról tudtam, hogy merre jár,⁴⁶³ nem lehettek a baráti Sasok és F-16CJ gépek, a B-2 és F-117 bombázókat és csapásmérőket amúgy sem észlelte volna a radarom, de ennek ellenére „hivatalosan” nem kezelhettem azonosítottként a célpontot, ezért nem indíthattam rakétát.

A 1994-es Black Hawk incidens után⁴⁶⁴ az F-15 közösség kicsit visszafogottá vált, aggódtak amiatt, hogy valami súlyos hibát követnek el, és mindeközben lecsúsznak az alkalomról, amikor helyesen cselekedhetnek. A visszafogottság nem feltétlenül rossz dolog, azonban néha egyszerűen kizárta azt, hogy a józan eszűnkre és a légi helyzetkép által adott információkra hagyatkozzunk. Kétségem sem volt afelől, hogy ellenséges gép felé közeledem, hiszen gyakorlatilag a felszállás után folyamatosan nyomon követtem a radarral. Mi lett volna, ha a MiG szerencsésen tüzelőhelyzetbe kerül és lelőtt volna egy gépet? Erős a gyanúm, hogy akkor alaposan letoltak volna, hogy a józan eszemet követve miért nem tettem azt, amit helyesnek és logikusnak gondoltam. Utólagos bölcsességgel úgy oktatom a pilótákat, hogy hasonló helyzetben indítsanak rakétát. Ha bármi kétségük van, akkor fogják vissza magukat és ne viszkessen az ujjuk a ravaszon, de ha nincs kétségük, akkor az ég szerelmére „ne jogászkodjanak”, tegyék azt, amit helyesnek tartanak.”

Igen érdekes hozzáállás ez a századostól, mert gyakorlatilag parancsmegtagadásra és a RoE megszegésére buzdít. Persze tartja a mondás, „a szabály arra való, hogy megszegjék”, meg „ismerd a szabályt, hogy tudd mikor szegd meg”.

Ezek roppantul jól csengő, önbizalomtól duzzadó kijelentések, csak a fegyveres erőknél az ilyesmit többnyire nem díjazták még siker esetén sem, hát még ha saját gépet lőnek le, mert a pilóta úgy gondolta, hogy ő mindenkinél okosabb. Hadbírósi tárgyalás, lefokozás és kirúgás még a legenyhébb, amire számíthat a delikvens egy ilyen húzás után...

„Mindeközben persze „BillyMac” és kísérője sem tétlenkedett, ők is közeledtek észak felől a kontaktus felé. Ekkorra én már az „ismeretlen” gép felett voltam, ezért a közeli céljelek miatt nekik sem sikerült ellenségként azonosítani a célpontot. Mikor már alig 10 mérföldre volt az ismeretlen gép inkább visszafordultak észak felé.⁴⁶⁵

Szintén ugyanígy cselekedtek az F-16CJ gépek (Club hívójelű négygépes kötelék). „Dog” Kennel, az egyik Solyom pilótája befogta a célt radarjával, és hét (!) alkalommal kért, hogy erősítsem meg a célpont

⁴⁶² Tipikusan az a helyzet, ahol én csak azt tudnám kérdezni, hogy **MIÉRT** nem...? A hadművelet neve Allied Force (szövetséges erők), ezután már önmagában röhejes...

⁴⁶³ Vajon hogyan és honnan, ha nem volt jó a rádiója és adatkapcsolattal sem rendelkezett a gépe...?

⁴⁶⁴ Lásd 290-es lábjegyzetben.

⁴⁶⁵ Úgy tűnik, hogy nem kívántak túl közel kerülni az ellenséghez, ahol manőverező légi harc alakulhatott ki volna. Persze eddigre a technikai gubancok miatt Mike Shower és kísérője ezt már nem tudták elkerülni.

hovatartozását.⁴⁶⁶ *Én ezt ötször válaszoltam neki, de mivel a rádióm nem működött rendesen, ő ebből egy árva mukkot sem hallott...*⁴⁶⁷

A helyzet szerintem már-már a kabaré határát súrolta. A józan ész követve minden gép pilótája tudta, de minimum erősen gyanította, hogy a magányosan közeledő gép ellenséges. Azonban a RoE elvárásai szerint nem sikerült azonosítani, ezért többszörös mennyiségi és minőségi fölényben levő gépek megfordultak és észak felé „menekültek”, mert manőverező légiharcot meg nem akartak kezdeményezni...

*„Az AWACS ekkor azt az információt közölte, hogy Belgrádnál újabb gépet észlelt, amire engem és a kísérőmet izzította rá. Azonban kiderült, hogy az AWACS valami kapitális hiba folytán tévesen értelmezte a radar által szolgáltatott információkat, és nem létező repülőgépek ellen küldött minket. A még nagyobb baj az volt, hogy az AWACS operátora egyáltalán nem volt tekintettel a Belgrád körüli légvédelmi egységekre és simán keresztülvárt volna felettük.”*⁴⁶⁸

Néhány perccel később a magányos MiG-29 délre fordult, ekkor az észak felé „menekülő” vadászok meg utánuk. A MiG ekkor az északi saját vadászgépek és a Belgrád felé délre tévesen lezavart Mike Shower és kísérője között volt. „Dog” Kennel ekkor javasolta Showernek, hogy forduljanak északra. Miután ezt megtették Shower 16 mérföldnyire egymáshoz közel több célpontot derített fel. Az AWACS bullseye koordináták szerint azonos helyzetet, de eltérő magasságot adott meg a kontaktusokra. A saját gépek 27 ezer láb táján voltak, a MiG az 10 ezren, Shower volt legmagasabban 37 ezer lábon. Shower azonnal süllyedni kezdett és közben a többi géptől kérte, hogy közöljék a helyzetüket, ezt azonban a Sólymok pilótái és a kötelék többi tagja megint nem hallotta a rádió hibája miatt...

Shower már 19 ezer láb alatt járt és továbbra is süllyedt, így biztosra vette, hogy nem baráti gépet fogott be radarjával. Már csak 5 mérföldnyire volt a MiG-től, amikor indított egy AIM-120-at. Ekkor saját bevallása szerint két hibát is elkövetett „Dozer”. Először is szerinte egy AIM-7-et is indítania kellett volna, azon felül az F-pole manőver helyett a célpont felé fordult.⁴⁶⁹ A rakéta felrobbant, egy kis tűzgömböt látott Shower, de ezt nagyobb tűzgömb nem követte, tehát a rakéta nem talált. Vagy a földnek csapódott vagy a közelségi gyújtó nem a megfelelő pillanatban lépett működésbe.

Mivel saját lépését hibásnak vélte, hogy ne kerüljenek még közelebb egymáshoz ezért Shower egy 360 fokos kört írt le, hogy növelje a távolságot közte és a MiG között, tehát továbbra is BVR távolságot kívánt fenntartani. Erről rádióon is értesítette a többieket, de a változatosság kedvéért ezt megint nem hallották a társai.

⁴⁶⁶ Ezek szerint a kérdéses F-16CJ gépek még nem rendelkeztek interrogátor IFF blokkal, ezért ők nem tudták azonosítani a célpontot saját erőből. Az ezzel a képességgel rendelkező F-16 gépek sajátossága a gépek orrán levő „madárszelető” antennák

<http://www.b-domke.de/AviationImages/Viper/Images/3702.jpg>

⁴⁶⁷ Számomra érthetetlen, hogy még ekkor sem esett le a pilótának, hogy a rádióval valami nagy baj van. Senki sem hív valakit rádióon keresztül hétszer merő passzióból... Azon felül nem volt neki furcsa, hogy üzeneteit és parancsait nem nyugtázták a többiek, ahogy ez szokás vagy egyenesen kötelező...?

⁴⁶⁸ A leírás szerint földön mozgó célpontok jeleit vélték repülőgépeknek. Fel nem foghatom, hogy hogyan gondolhatta az AWACS operátora, hogy bármiféle lassan mozgó cél az merevszárnyú gép. Ha nem az volt, hanem zavarjelek, azok ilyen szinten való félreértelmezése számomra érthetetlen. Sajnos a forrás nem tisztázza pontosan a dolog technikai részleteit. Ez, és az ehhez hasonló esetek miatt az amerikai pilóták finoman szólva nem voltak pozitív véleménnyel az NATO AWACS operátorokról. Mindenesetre az Allied Force után komoly változtatásokat vezettek be a vadászirányítás terén.

⁴⁶⁹ Ilyen kis távolságnál szerintem semmi értelme nem lett volna, énszerintem jól döntött, hogy a MiG után fordult, mert ha a rakéta nem talál, akkor az F-pole manőver közben a MiG bizony simán utána fordulhatott volna, a kis távolság miatt, ellenben a célpont felé történő fordulónál (leborításnál?) ez nem történhetett meg.

„Man-O” radarral befogva tartotta a gépet, de nem hallott tőlem egy szót sem. Nem halotta azt, amikor rakétát indítottam, sem a 360 fokos forduló végrehajtására vonatkozó üzenetemet, az AWACS sem tudott segíteni, már túl közel voltak egymáshoz a gépek,⁴⁷⁰ és saját maga sem tudta azonosítani a célpontot. Mivel nem volt biztos abban, hogy kicsoda is az, akit követ, ezért ő sem indított rakétát.

Ekkor mindkét gép egy kis ideig északnak repült, majd megint délre fordultak. Ekkorra kezdték összerakni az amerikai pilóták, hogy mi történik és ki merre jár, úgy tűnt, hogy ennyi kavarodás után végre elkapják a MiG grabancát ami Belgrád felé vette az irányt. Shower dél felé repült, és „BillyMac” szorosan mögötte. Az AWACS közölte, hogy saját gépek vannak ott, ezért nem adott tűzparancsot. Shower itt már a haját tépte az azonosítási procedúra miatt.

„Miden saját gép mögöttem volt, ez volt az egyetlen kontaktus előttünk (dél felé), a saját alacsony észlelhetőségű gépeinket nem láthattuk a radaron. A MiG folyamatosan süllyedt, abban reménykedtem, hogy a gép megsérült, de valószínűbbnek tűnt, hogy támaszpontja felé tartott és leszálláshoz készülődött. Mivel vészesen közeledtünk a Belgrád körüli légvédelmi rakétákhoz, ezért megint feladtuk a célpont üldözését, és észak felé fordultunk.”

Szigorúan véve kétszer, lazább szemlélettel háromszor szalasztották el a szerb vadászgépet, igazából csak a szerencsének köszönhető, hogy nem indított rakétát a MiG. Valószínűleg az ő helyzetképe sem volt tiszta. A NATO AWACS gépek viszonylagos felkészületlensége, a vezetési rendszer és az RoE anomáliái és a Sas kötelék vezérgépének „zizis” rádiója miatt a bevetés kész káosz volt. Nappal nyilvánvalóan ez nem történt volna meg, hiszen legalább szabad szemmel látták volna a MiG-et és nem lett volna ekkora kavarodás. A rádió hibája is valószínűleg hamarabb kiderült volna, ha a gépek látják egymást, akár kézjelekkel is tisztázhatták volna a helyzetet. Mivel éjjellátó nem volt egyik Sason sem, ezért nagyobb térközzel repültek, csak radar és rádiókapcsolatra és a botránnyosan muzsikáló AWACS gépre hagyatkozhattak, adatkapcsolattal sem rendelkeztek a Sasok még ekkor. Az is figyelemreméltó, hogy három indított rakétából – ebből kettő új AMRAAM – egy sem talált és ebből legalább egy rakétát a NEZ-en belül mindössze 5 mérföldről indítottak útjára. A 14 mérföld körüli indítási távolság abban a magasságban AIM-7 és AIM-120 rakétákkal még a MiG védekező manőverével számolva sem túl nagy, én úgy becsülöm, hogy a rakéta elérhette a célt, tehát valószínűleg beaming + dipólkötegek kiszórása földhátterben elég volt a rakéták megzavarásához.

A második bevetés eseményeinek összerakásáért köszönettel tartozom a BMS4 fórumon TAFFER néven fórumozó kollégának, aki segített kibogozni a zavarosan megfogalmazott eredeti szöveget. A fenti fordítás az események legvalószínűbb és némileg egyszerűsített változatát mutatja be, de bosszantóan sok a kérdőjel a történetben.

⁴⁷⁰ Legalábbis szerintem.

Az Allied Force alatt a Sasok még egy alkalommal értek el légyőzelmet, ráadásul az a maga nemében páratlan, mai napig az egyetlen szimultán légyőzelem, amit aktív radarvezérlésű légyharckrakétával értek el. A kettős légyőzelmet a hadművelet harmadik napján, március 26-án érte el Jeff Hwang százados.

Azon a napon Hwang és kísérője „Boomer” McMurray Tuzla felett teljesített DCA bevetést. Helyi idő szerint délután 17:02-kor 40 mérföldnyire keletre 6 ezer láb magasan repülő célt derített fel a radar, ami dél felé haladt 600 csomós sebességgel. A kontaktust sem a Sas elektronikai rendszerével sem az AWACS segítségével sem sikerült azonosítani, ezért Hwang úgy döntött, hogy nem lépi át a szerb-bosnyák határt, hanem párhuzamosan az észlelt géppel délnyugat felé repült. Kb. egy perig tartotta az irányt M0,95 körüli sebességgel 28 ezer láb magasságban, majd délnyugat felől keleti irányba fordult. „Boomer” eközben a balján, észak felé helyezkedett el. A céljel újra feltűnt a radar kijelzőjén, 37 mérföldnyire 70 fokos irányban, de ekkor már egyenesen feljűk, nyugat felé tartott 23 ezer láb magasságban.

Hwang a gép helyzetéből és irányából meg volt róla győződve, hogy szerb vadászgép közelít felé, ezen felül abban az időpontban más NATO kötelék a környéken nem tartózkodott. Az IFF rendszer használata után a célpont nem sugárzott saját azonosítót ezért tűzparancsot kért az AWACS géptől, ami azonban nem válaszolt, jöhet akkor egy ideje már nyomon követte a közeledő célpontot. A Sasok 30 mérföldnyire a céloktól MiG-29-ként azonosították az ismeretlen kontaktust valószínűleg NCTR üzemmód használatával, a kis magasságkülönbséggel és szemből közeledő cél ezt elvileg lehetővé tette.

Az sikeres azonosítás után a vezér kérte a kísérőjét, hogy fogja be radarral a célt, amíg ő kereső üzemmódban esetlegesen a célgépet kísérő/követő ellenséges vadászgépeket kutatja a saját radarját használva.⁴⁷¹ A MiG északnyugat felé fordult majd 20 ezer láb alá süllyedt, a kétgépes Sas kötelék ezért szintén irányt változtatott 30 fokra, hogy a kontaktus elé vágjon (cut-off intercept). A balforduló közben McMurray kis ideig megelőzte a vezért, aki végül a kísérőjével egy vonalban, egymás mellett haladva (line abreast) rendeződött alakzatba. Amint ez megtörtént a szárnyak alatt levő póttartályokat mindkét gép leoldotta és tovább gyorsítottak, kisvártatva átlépték a hangsebességet a Sasok

Hwang úgy állította be a radarantenna bólintási szögét, hogy a célpont távolságában 5 és 21 ezer láb magasság között pásztázzon az antenna, továbbra is egy esetleges kísérőgép után kutatva. Végül talált is egyet, azonban nem egészen úgy, ahogy arra számítottak. A közeledő kontaktus valójában nem egy, hanem két MiG-29-es volt. Olyan szoros kötelékben repültek, hogy csak 20-25 mérföldes távolságban tudta a radar elkülöníteni a két célpontot egymástól, a kísérő a vezér mögött repült. McMurray 20 mérföld távolságból indított egy AIM-120 –at az akkor már csak 18 ezer láb magasságban haladó, távolabbi gép ellen.

Hwang a vezérgépre állt rá és TWS üzemmódot használva először a vezérgépre 16 mérföldről, majd rögtön utána a kísérőjére is indított egy AMRAAM-ot. Az indítás után továbbra is TWS üzemmódban használta a radart, a kísérőt hagyta meg kijelölt célként, míg az ő kísérője a MiG-ek vezérét tartotta „szemmel”, vagyis követte a radarjával. A MiG-ek vagy látták vagy megsejtették a rakétaindítást, mert irányt változtattak délnyugat felé és süllyedni kezdtek egészen 10 ezer lábig.

Mivel a két MiG már közel járt, ezért Hwang újra feljűk fordult, a HUD-on megjelenített céljelölő négyzet segítségével 7 mérföld távolságból sikerült szabad szemmel is megpillantania a MiG-et.⁴⁷² McMurray azonban nem jelezett vissza, nem látta szabad szemmel a közeledő másik gépet. Hwang már átváltott AIM-9 indításához szükséges üzemmódba, amikor a vezér MiG-et elkapta az egyik AMRAAM.

⁴⁷¹ Számomra nem világos, hogy miért volt az jó, hogy STT üzemmódban használták a radart.

⁴⁷² Március végén az óraátállítás előtt –pénteki nap volt aznap – a Sasok mögül esetleg még halványan megvilágította a kelet felé eső tájat vagy felhőzetet a lemenő Nap.

Hwang tekintetét gyorsan a másik gépre szegezte, és alig néhány másodperc múlva azt is eltrafálta az ő általa indított rakéta.

A kettős légigyőzelem után 80 fokos irányban haladva automatikus célkereső üzemmóddal további célok után kutatott Hwang, de nem észlelt további gépeket. Teljes utánégetéssel – ami meglehetősen furcsa, éjszaka amennyire lehet elkerülik ennek használatát – visszakapaszkodott 20 ezer lábra és újra összeállt egy kötelékbe a kísérőjével. Még egy rövid ideig repültek kelet felé, de mivel nem észlelt a radar semmit, ezért visszafordultak és nyugat felé elhagyták Szerbia légterét.

Azt csak később állapították meg – valószínűleg szimulátorban modellezték – hogy McMurray rakétája nem talált, csak ekkor vált hivatalosan is szimultán légigyőzelemmé az eset. Bár nekem van egy olyan sejtésem, hogy marketing okokból is hozták ki a helyzetet így, bizonyítva azt, hogy élesben is működik a szimultán céllelküzdő képessége a F-15C + AIM-120 párosnak.

Az eddig bemutatott összes légi harc ismertetése után feltűnhetett, hogy milyen gyakran nem sikerült rádióelektronikai úton látótávolságon túl azonosítani a célpontot sem az AWACS gépeknek sem a Sasoknak. Sajnos az okot egyetlen forrás sem részletezi, hogy technikailag miért nem volt lehetséges az azonosítás. Az is furcsa, hogy míg a Sivataji Vihar alatt az AWACS és EC-135 gépek segítségével sokszor még a célpontok típusát is sikerült megállapítani akár 50 kilométernél is messzebről, addig az Allied Force alatt még az célpont hovatartozásának megállapítása sem ment. Az külön „vicces”, hogy a józan ész alapján simán eldönthető lett volna az fent említett esetek többségében, hogy a gép ellenséges, a szigorú RoE miatt a teljesen nyilvánvaló esetekben sem a józan észükre hallgattak a pilóták, hanem követték az előírásokat.

Az ember azt hinné, hogy egy egyszerű „kérdéss-felelek” az IFF interrogátor és válaszjeladó-rendszer segítségével nem túl nagy technikai kihívás még akkor sem, ha titkosított és nem állandó érvényességű. „Érzésre” a radar + légi harc rakéta kombináció és sikeres alkalmazása összetettebb problémának tűnik, de úgy tűnik, hogy ez nem így van. A helyzetet tovább bonyolítja, hogy a NATO-n belül sincs egységes IFF rendszer...

Figyelemreméltó, hogy az azonosítás hiánya hányszor gátolta meg a BVR légi harcot, pedig a világ legfejlettebb légierijéről beszélünk. Az esetek többségében igen kevés gép vett részt a harcokban, egy olyan elképzelt helyzettel összevetve, mint mondjuk egy hagyományos fegyverekkel vívott háború Európában, a NATO és a Varsói Szerződés erői között.

Ezek után érdemes eltöprengeni azon, hogy a világ többi légierijének BVR képessége mennyire értelmezhető adott harc helyzetben az alkalmazott technikától, a résztvevő gépek mennyiségétől és a RoE-től függően.

8.4. Összefoglalás

Összességében tehát elmondható, hogy az USAF vezetési, kiképzési struktúrájának és az AWACS + F-15C párosnak nemhogy ellenfele, de igazán komoly kihívója sem akadt eddig légi harcban, de ez igaz az izraeli Sasokra is. Ez részben a fenti „páros” minőségének és a mögötte levő kiképzési rendszernek volt köszönhető, részben a konfliktusokban résztvevő gépek mennyiségének.

Az 5. arab-izraeli háborúban az ACEVAL/AIMVAL szerinti zsúfoltság megvolt, azonban a szíriai pilóták képzettsége, gépeik minősége és a szovjet típusú vezetési rendszer és műszaki háttér az arab mentalitással vegyítve azt eredményezte, hogy a szírek, az elméletileg számukra első látásra kedvezőbbnek tűnő helyzetet –kis légtérben sok gép esetén a technológiai fölény egyre kevésbé számított, legalábbis a kor akkori színvonalán – sem voltak képesek kihasználni.

A Sivatagi Vihar alatt a koalíciós légierő nagysága és általános technikai színvonala – nem is beszélve az E-3, EC-135 és más felderítők által szolgáltatott információkról – meggátolta, hogy komoly eredményeket mutassanak fel az irakiak. Ha nem lett volna egyetlen F-15-tel repülő alakulat a térségben, a konfliktus kimenetele valószínűleg akkor sem alakult volna gyökeresen másképpen. Az iraki pilóták bátorsága és tapasztalata néha okozott izzasztó perceket egy-egy F-15 pilótának, de a nagy összében ezek semmit sem változtattak. Rendszerszinten képtelenek voltak komoly ellenállást felmutatni.

Az Allied Force alatt a mennyiségi fölény arányaiban talán kisebb volt, azonban az AMRAAM légiharc-rakéta megjelenése olyan szintű előnyt biztosított – nem csak az F-15C, de az F-16C/D gépek számára is – amivel szemben a félaktív rakétákkal harcra szálló szerb MiG-29 vadászoknak gyakorlatilag semmi esélyük nem volt. Annak ellenére, hogy itt is az F-15C gépek feladata volt az ellenséges vadászok kiiktatása, az F-16C gépek szinte azonos színvonalú BVR képességgel vághattak vissza, mint az F-15C. A Sivatagi Viharhoz képest emiatt sokkal veszedelmesebb környezettel kellett számolnia a szerb vadászpilótáknak.

Ez persze nem csökkenti a F-15 érdemeit, de éppen ezért nem szerencsés annak a legyőzhetetlen szupervadásznak beállítani, aminek sokan szeretnék láttatni, és ódákat zengeni arról, hogy „Ó, micsoda nagy tetteket hajtottak végre” 1982-ben a Békét Galilea hadművelet, Irak felett 1991-ben vagy az Allied Force hadművelet alatt 1999-ben. Véleményem szerint szó sincs erről, simán hozták a kötelezőt, azt, ami az adott helyzetben elvárható volt a géptől és személyzetüktől az adott alkalmazó ország pilótáival és légvédelmi rendszereivel szemben.

Ez természetesen fordítva is igaz. Nevetséges, sőt egyenesen röhejesek az olyan kijelentések, hogy a „bunkó és hülye” amerikai pilótákat (manőverező) légi harcban erőlködés nélkül lemosnák az égről az újabb MiG-29 vagy Szu-27/30 változatok, vagy lemosták volna azok a gépek, ha nem „XY” ország pilótái repültek volna az adott konfliktusban. A harc lehet, hogy keményebb lett volna, több gépet is esetleg elveszthettek volna, de egyik konfliktus sem volt olyan, amiben részt vett a Sas, hogy ott remegett volna bárki lába is a végeredmény tekintetében. A győzelem ára volt a kérdéses, és nem az, hogy elérhető-e. Ez nemcsak az F-15 képességei miatt történt így, az F-15-öt alkalmazó műszaki – katonai – kiképzési kultúra is sikeres volt.

9. Eagle a XXI. században

Az AN/APG-63(V)1 radarokat 2001-től kezdték szállítani, a cél elsősorban nem a képességnövelés, hanem a megbízhatóság javítása volt.⁴⁷³ Azt, hogy valóban leszállították-e a tervezett 170 darabos mennyiséget, azt nem tudom. (Néhány japán F-15 is el lett látva az új eszközzel, és a dél-koreai F-15K csapásmérő változatok.) Az AESA elven működő AN/APG-63(V)2 változatot a 2000 decemberétől építették be, de mindössze 18 darab Sas kapta meg, az alaskai gépek az Elmendorf támaszponton. Az új radar új hűtőrendszer beépítését tette szükségessé, ezen felül a rendszer tömege olyan nagy, hogy a gépek farkába ballasztot kellett elhelyezni a gép súlypontjának megőrzése érdekében. Az ilyen radarral repülő Sasok üres tömege laza 900 kilogrammal haladja meg a mechanikus radarokkal ellátottakét.⁴⁷⁴ Röviden, nem egy sikertörténet ez, bár ezzel a Sas legalább elmondhatja magáról, hogy az első szolgálatot teljesítő vadászgép, amit AESA elven működő radarral láttak el. Nem véletlen, hogy az alaskai gépek kapták meg az új radart. Egy esetleges tömeges orosz „cruise missile” fegyverekkel végrehajtott támadás esetén ki lehet használni a radar által biztosított akkori szinten páratlan szimultán céllelküzdési képességet, az ellenséges vadászgépekkel való találkozás elég valószínűtlen Alaszkában. A fentiekből következik, hogy a Sas flotta nagyobb részének a (V)2 változat helyett szükség volt valami jobbra, hiszen a gép repülési teljesítménye érezhetően romlott. Az a „jobb” végül a (V)3 változata lett az AN/APG-63-nak. A radar fejlesztése és gyártása során a Super Hornet radarjának (AN/APG-79) technológiai megoldásait alkalmazta a Raytheon. 2006-ban megkezdődtek a tesztrepülések az AN/APG-63(V)3 változattal.⁴⁷⁵ Az új radarból 2012 közepéig kb. 60 darabot adtak már át, de ez nem jelenti azt, hogy ennyi gépe be is építették azokat.

Az AN/APG-63(V)1 tervezett 170 darabos mennyisége a C/D flotta felére sem lett volna elég, tehát még a (V)2 és (V)3 változatok összesített darabszámával és a kései F-15 gépeken használt AN/APG-70-nel számolva is van olyan gép, ami még mindig a ma már korosnak mondható eredeti radarberendezéssel repül. Nincs erre vonatkozó adatom, de valószínűleg nem a (V)1 változattal repülő gépek kapták meg a (V)2 és (V)3 változatokat, mert így a flotta nagyobb hányada számára valósítottak meg valamilyen fokú képesség növelést. A (V)2 radarokat valószínűleg még használják, nem találtam arra vonatkozó adatot, hogy lecserélték volna őket. A radarok beépítése valószínűleg elsősorban az új technológia kiértékelését szolgálta, a végeredmény tekintetében reálsan senki nem gondolhatta komolyan, hogy az F-15 flottán el fog terjedni az eszköz. A szimultán céllelküzdési képesség és minden más előnye ellenére az ár túl magas a képesség-növekedésért cserébe.



Baloldalt az AN/APG-63(V)2, jobboldalt a (V)3 változat látható.

⁴⁷³ http://www.boeing.com/news/releases/2001/q2/news_release_010402n.htm

⁴⁷⁴ http://www.aranysas.hu/cikk_szuletesnap.php

⁴⁷⁵ <http://iqorrgroup.blogspot.hu/2009/08/aesa-radars-for-fighters-brief-review.html>



2002 táján kezdett megjelenni az F-15 flottán az AIM-9X légiharc rakéta, és a képességeinek kihasználásához szükséges sisakcélzó-display rendszer (JHMCS) is. Ezzel a Sasok nemhogy hasonló HOBBS képesség birtokába jutottak, mint a 4. generációs szovjet/ orosz vadászgépek, de azokra alaposan rálicitált az újgenerációs képalkotó célkövető technológiát használó Sidewinder variánssal. 2012-ben megkezdődött a Block II változatok szállítása, de hogy az új rakéta képességeit képes-e teljes mértékben kihasználni a Sas flotta – gondolok itt a LoAL képességre – az kicsit homályos. (Véleményem

szerint nem.) A jelenlegi JHMCS nem használható az éjjellátóval, ugyanis a ma megfogalmazott fejlesztési programok említik, hogy a rendszert a Sasokon éjjellátóval kompatibilissé kell tenni. A pilóta használhat éjjellátót, de ez esetben felszállás előtt kell eldöntenie, hogy éjjellátóval vagy a sisak-kijelzővel kíván repülni. Mára elvileg teljes a F-15C flotta rendelkezik adatátviteli rendszerrel, ami a Link 16 protokollt használja. A gép orrán két oldalán található négyzet alakú panelok rejtik a hozzá tartozó antennát. A linken található fotók között látható olyan gép, ami már rendelkezik ezzel az ismertetőjeggyel, de némelyik nem.⁴⁷⁶

A korosodó amerikai F-15 flotta zsugorodása nem állt meg, az F-15A/B változatok kivonása megkezdődött az ANG állományából 2005 táján, ami 2010 elejére be is fejeződött. Ma már az ANG pilótái is csak a C/D változatokat repülik.

Az F-22 Raptor program a hidegháború vége óta költségessége miatt finoman szólva nem népszerű, ezért annak gyártási darabszámát folyamatosan csökkentette a politikai vezetés a Légierő tiltakozása ellenére. (Meg ott rúgtak bele, ahol tudtak, hasonlóan a JSF programhoz...) A teljes F-15 flotta leváltása Raptorra már a '90-es években sem volt realitás. A Szovjetunió és a Varsói Szerződés megszűnésével a szovjet/ orosz 4. generációs vadászgépek terjedése drámaian lelassult, és képességeik fejlesztésére sem jutott forrás. A '90-es évek elején egyszerűen tagadhatatlan volt, hogy a gazdaságilag összeomlott majd állam szintjén is szétesett Szovjetunió és utód-államai ellen az akkori USA/NATO hagyományos fegyverzetű erői domináns fölényben vannak. Papíron Oroszország hatalmas erővel bírt, de ez gyakorlatilag csak azt jelentette, hogy hatalmas mennyiségű eszköz és kiszolgáló infrastruktúra amortizálódott le, mert még az állagmegóvásra sem volt forrás. Az összeomlott szuperhatalom helyét senki sem töltötte be, láthatáron ekkor nem volt senki, aki erre képes lett volna. Kína szárazföldi és légiereje hatalmas volt, de reménytelenül elavult eszközökkel volt felszerelve, tipikus kommunista tömeghadsereg volt. Haditengerészete gyakorlatilag csak jelképes volt.

Emiatt a Raptor fejlesztését nem kapkodták el, és a beszerzendő gépmennyiséget folyamatosan nyirbálták. A program teljes törlése is többször szóba került, de addigra már annyi pénzt költöttek rá, hogy ezt spórolásként elég nehéz lett volna beállítani. Tudták, hogy előbb-utóbb úgyis szükség lesz az F-22-re, ami olyan szinten biztosíthatja az USAF dominanciáját, amit a politikai és katonai vezetők elvárnak. Egy leállított program feltámasztása évtizedes kihagyás után minden, csak nem spórolás, ezért értelmesebbnek látszott – még ha erősen megnyirbált mennyiséggel is – de legyártani és szolgálatba állítani

⁴⁷⁶ http://www.kenmiddleton.net/real_aviation/F-15/walk/F-15-Details.htm

az új vadászgépet. (Olyan vad gondolatok is megfogalmazódtak, hogy gyártás után konzerválják le az összes Raptort.)

A Szovjetunió összezuhanása után a pénzsűkében levő Oroszország a saját szintjén fejlett haditechnika exportját megkezdte, szinte korlátozás nélkül. Ez kezdetben nem volt komoly probléma, mert legfeljebb a '80-as évek legmodernebb szovjet eszközeinek exportját jelentette, nem is túl nagy mennyiségben. A 2000-es évek elejére az orosz gazdaság és ezzel együtt haditechnikai fejlesztés kezdett magára találni, ez az exportra szánt haditechnikai eszközök színvonalának (elméletileg) magasabb színvonalra emelését hozta. A felfutó orosz hadiipar lehetőségeit megragadva több vásárló is bejelentkezett, a legnagyobb mennyiségben Kína és India vásárolt orosz eredetű haditechnikai eszközöket (nem csak repülőgépeket).

Kína megvásárolta a Szu-27 licenzét és J-11 típusjelzéssel rendszeresítette a vadászgépet. Kezdetben csak összeszerelték a gépeket, később már majdnem teljesen saját maguk gyártották azokat, de egyes kritikus fő elemeket – pl. radart és hajtóművet továbbra is az oroszok szállították. Kína addig csak a MiG-21 n+1-dik saját fejlesztésű változatát gyártotta, de generációs ugrást nem voltak képesek produkálni. A Szu-27 összeszerelésével és tanulmányozásával egy évtized alatt cirka kettőt ugrottak előre. A licenzgyártott J-11 gépen felül rendszeresítették a Szu-30M többfeladatú vadászgép külön az ő számukra kifejlesztett exportváltozatát (MK, MKK, MKK2). Az orosz partnerrel lehetővé vált, hogy az izraeli segítséggel létrehozott – amennyire lehet tudni, a Lavi vadászgép terveit megvették a kínaiak – J-10 vadászgép megfelelően erős erőforrást kapjon – a Szu-27 AL-31 hajtóművét – ahhoz, hogy komolyan lehessen venni vadászgépként. Szintén orosz hajtóművel látták el az exportra szánt JF-17 vadászgépüket is. Kína azonban az importnál egy léppel tovább ment, bár azt nem lehet mondani, hogy ez az exportáló ország beleegyezésével történt... Kína megpróbál lemásolni vagy legalább hazai iparral valami hasonlót létrehozni bármiből, amire csak képesek rátenni a kezüket.

A fent említett dolgok összességében azt jelentik, hogy egy esetleges konfliktusban a Légierőnek egyre keményebb ellenfelekkel kell számolnia. A 4+ generációs vagy ahhoz közeli képességgel bíró ellenfelek már nem csak jelképes számban fordulhatnak elő egyes háborús „forgatókönyvek” esetén. Mivel az F-22-ből végül csak 187 darab szériaváltozatot tudott beszerezni a Légierő, emiatt az F-15 flotta tekintélyes részére a jövőben is igényt tart az USAF. Legyenek bármilyen csodálatosak is az F-22 képességei, egyszerűen a gépek darabszáma behatárolja azt, hogy hány helyen képesek jelen lenni és mekkora területet tudnak ellenőrzésük alatt tartani egy esetleges konfliktusban.

A Raptor gyártása során folyamatos iszapbirkózás zajlott a gépek darabszáma körül, részben már ekkor megkezdődött a Sasok harcászati elektronikájának a modernizálása, mivel némi eufemizmussal élve a kérdés csak az volt, hogy végül kevés, vagy nagyon kevés F-22-t fognak beszerezni. Ez hívta életre a Golden Eagle programot.

A korszerűsítési program magában foglalja az F-15C/D gépek nagymértékű élettartam hosszabbítását – 9'000 órától 18'000-re – ami lehetővé teszi, ahogy akár 2030-ig továbbszolgáljanak. Természetesen a megmaradó Sasok elektronikai rendszerei is alapos ráncfelvarrást kapnak. A Golden Eagle program fejlesztéseit jelen állás szerint 176 gép kapja meg – 4 éves, egész flottára kiterjedő állapotfelméréssel választják ki a legjobb állapotban levő sárkányokat – azonban az elektronikai modernizációs csomag tartalma – legalábbis számomra – kérdőjeles. Az biztos, hogy az összes gép AESA radart fog kapni, de számtalan olyan terület van, ahol előre lehetne lépni. Ezek közül egyet a pilóták igényelnek, a véleményük szerint a fejlesztések egy részét nem képes a Sas kihasználni több és nagyobb többfunkciós kijelző nélkül.⁴⁷⁷

⁴⁷⁷ <http://tinyurl.com/8qv6f5e>

A listán még szerepel IRST eszköz használatának megteremtése, bár ezt valószínűleg csak konténer formájában fogja megkapni, és nem is minden gép.⁴⁷⁸

A felsoroltakon túl számtalan más új eszköz integrálása is felmerülhet, ami lassan alapkövetelménynek számít az élvonalbeli vadászgépeken, de az F-15 ezekkel mégsem rendelkezik. Ilyen pl. a vontatott elektronikai zavaróeszköz, a MAWS, de a gépek közötti adatkapcsolat minősége sem mindegy. Mivel a Raptorokkal közösen repülnek, ezért kérdés, hogy képes lesz-e azokkal – vagy akár az F-35-el – adatkapcsolat létesítésére. Jelenleg a Raptorok adatátviteli rendszere olyan fejlett, hogy ezen a téren el van szigetelve az összes szolgálatban álló amerikai repülőeszköztől (valószínűleg még az E-3 AWACS gépektől is). Egy nagyobb lélegzetvételű írás található a lábjegyzetben található linken.⁴⁷⁹

A Korean Air repülőgép-javító üzeme idén átadta az első korszerűsített amerikai F-15-öst, aminek az elektromos vezetékek cseréje során a gépet felkészítették a jövőben beépítendő rendszerek fogadására. (Ha a műszaki tartalom változik, akkor megint csak kérdéses, hogy hozzá kell-e majd nyúlni ezekhez a gépekhez.) A dél-koreai cég még 2011-ben nyerte el az Okinaván állomásozó C/D gépekre vonatkozó megrendelést.⁴⁸⁰



A Silent Eagle bemutatása 2009 márciusában.

A Boeing saját kockázatra belefogott egy csökkentett észlelhetőségű F-15 kifejlesztésébe az F-15E alapján, amit 2009 márciusában mutattak be Silent Eagle néven. A gép koncepciója mai napig nem végleges, a 2009-es bejelentés óta némileg áttervezték a típust.⁴⁸¹ A dolog szépséghibája, hogy 3 év alatt egyetlen megrendelés sem érkezett a típusra annak ellenére, hogy meglévő gépek átalakítását is vállalják. Állításuk szerint nem csak az 'E', de a régebbi vadászváltozatok esetén is alkalmazható az újfajta, a CFT helyett alkalmazott törzshöz simuló, belső fegyvertérként funkcionáló eszköz.

⁴⁷⁸ <http://www.flightglobal.com/news/articles/usaf-adds-irst-pod-for-f-15s-332380/>

⁴⁷⁹ <http://aviationintel.com/2012/02/27/thoughts-on-the-f-22-raptor-f-15-golden-eagle-air-dominance-team/>

⁴⁸⁰ Aranyas magazin, 2012. szeptember, Lokátor rovat.

⁴⁸¹ <http://htka.hu/2012/09/15/nem-kap-dontott-vezersikokat-a-silet-eagle/>
<http://htka.hu/2012/06/26/jol-halad-az-f-15se-szelcsatorna-tesztjeivel-a-boeing/>

A japán Sasok élettartam-hosszabbítás nélkül is repülhetnek még kb. 10-15 évig – a legfiatalabb gép még alig 15 éves – bár modernizáció nélkül képességeik egyre inkább elmaradnak a „királykategóriától”. Japán hosszútávon számol a gépekkel, ezért igen komoly korszerűsítéssel számolnak. Új adatkapcsolat, ASEA radar, fejlesztett AAM-4 rakéval, ami elsőként a világon AESA elven működő antennrendszerrel terveznek ellátni. Röviden, XXI. századi szintre korszerűsítik a géppark igen komolyrészét jelen állás szerint.

Az izraeli F-15 flottát nem túl régen újították fel, a szaúdi vadászflootta élettartama kérdőjeles számomra és az, hogy a jövőben igényt tartanak-e rájuk. A meglévő S változatok modernizációja és az új SA gépek beszerzése bőven 2030-on túl tartó szolgálati időt vázol fel. Ezek mellé 72 darab Eurofighter Typhoon gépet is terveznek rendszeresíteni. A fent felsorolt Sas változatok és az európai vadászgépek elméletileg képesek a Tornado csapásmérők 2020 körüli leállítását – lehetséges, hogy ezek egy része is tovább szolgál – és az F-15C/D gépek esetleges kivonását követően keletkező űrt kitölteni.

Úgy tűnik tehát, hogy az F-15 vadász-változata az USAF és külföldi alkalmazó országok színeiben még hosszú ideig megtalálható lesz, a csapásmérő változatokról nem is beszélve. Az F-15 olyan hosszú szolgálati idővel büszkélkedhet majd, mint élvonalbeli vadászgép, ami példa nélkül álló. Bár a MiG-21 és MiG-17/19 típusok szolgálata az első felszállástól számítva nagyobb időtartamot fog át, azonban az idők során számtalan alváltozatuk készült. Egy MiG-21bisz közel sem annyira közeli rokona egy MiG-21F-nek, mint az F-15C az F-15A-nak. Ezen felül lehet, hogy még mindig repül a J-5/6, a MiG-17/19 kínai másolata, azonban egyik típus esetén sem lehet elmondani, hogy élvonalbeli vadászgépek lettek volna már gyártásukkor, nemhogy ma... Igazság szerint az F-15 Eagle már most is rekorder, 1976 óta az élvonalat képviseli.

10. Források, linkek, ajánlott irodalom

Az első és utolsó oldal képei

- <http://alexgeorge14.deviantart.com/art/USAF-McDonnell-Douglas-F15E-195122890?offset=20>
- <http://www.wallpaperhd.org/wallpaper/7857/f-15-eagle-end-day-widescreen.html>
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/F-15_vertical_deploy.jpg

Könyvek, flight manual

- Jeff Ethell – F-15 Eagle
- Michael J. Gething, Paul Crickmore – Combat Aircraft F-15 (Salamander Books)
- Dennis R. Jenkins – F-15 (Aerofax)
- René Francillion – McDonnell Douglas F-15A/B Eagle (Aerofax Minigraph 2)
- Dennis R. Jenkins – McDonnell Douglas F-15 Eagle (Warbirdtech series, vol. 9)
- Steve Davies – F-15C Eagle units in combat (Osprey Combat Aircraft 53)
- Shlomo Aloni – Israeli F-15 Eagle Units In Combat (Osprey Combat Aircraft 67)
- Mike Spick – F-15 Eagle (Osprey)
- Steve Davies, Doug Dildy – F-15 Eagle Engaged (Osprey)
- World Air Power Journal, 1992 summer (volume 9) – F-15 Eagle
- World Air Power Journal, 1995 summer (volume 21) – F-15E Strike Eagle
- World Air Power Journal, 1998 summer (volume 33) – F-15 Eagle Variants Briefing
- Lock On No.4 – F-15C/D Eagle
- Lou Drendel, Capt. Don Carson – F-15 in action (squadron / signal publications)
- <http://books.google.hu/books?id=trJ8ThEEZuwC&printsec=frontcover&hl=hu#v=onepage&q&f=false>
- <http://www.scribd.com/doc/54633063/SSP-5528-F-15-Eagle>
- Ray Whitford – Designed for Air Combat
- TO 1F-15A-1 Flight Manual (1986)

John Boyd, E-m elmélet, vietnámi tapasztalatok, ACEVAL / AIMVAL

- <http://www.sci.fi/~fta/JohnBoyd.htm>
- <http://www.aviation-history.com/airmen/boyd.htm>
- <http://www.warbirdforum.com/boydbks.htm>
- <http://www.airforce-magazine.com/MagazineArchive/Pages/2008/February%202008/0208reformers.aspx>
- <http://combatace.com/blog/5/entry-33-acevalaimval-lessons-learned/>
- <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/cc/watts.html>

NASA és RPRV

- <http://www.dfrc.nasa.gov/gallery/photo/F-15A-RPRV/HTML/ECN-4891.html>
- <http://www.dfrc.nasa.gov/gallery/photo/F-15A-RPRV/HTML/ECN-4891.html>
- <http://www.archive.org/details/NIX-ECN-3644>

Hajtómű, szívócsatorna, tüzelőanyag rendszer

- <http://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/1969/1969%20-%200395.html>
- <http://vnfawing.com/forum/viewtopic.php?t=598&sid=bd3e286c8f9ade8dc0f2dcc965748c3e>
- <http://www.jet-engine.net/miltfspec.html>
- <http://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/1960/1960%20-%200385.html>
- <http://www.aircraftenginedesign.com/custom.html4.html>
- http://www.leteckemotory.cz/konkretni_motory.php
- http://www.alternatewars.com/SAC/TF30-P-1,-1A_Turbofan_AECS_-_August_1968.pdf
- http://www.alternatewars.com/SAC/TF30-P-12,-12A_Turbofan_AECS_-_August_1968.pdf
- <http://www.scribd.com/chanrixsoni/d/24418180-Study-of-Air-Intake-in-aircraft-report>
- <http://www.flickr.com/photos/fjtyro/2908274263/>
- <http://vnfawing.com/forum/viewtopic.php?t=599&sid=bd3e286c8f9ade8dc0f2dcc965748c3e>
- <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=152>
- <http://www.pw.utc.com/>
- <http://www.hightempmetals.com/techdata/hitempHaynes188data.php>
- www.haynesintl.com/pdf/h3001.pdf
- <http://goo.gl/DVr7c>
- <http://www.aircraftenginedesign.com/custom.html4.html>
- <http://goo.gl/4M40H>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Compressor_map

Vezérlőrendszer, CAS, ARI

- <http://www.scribd.com/doc/53462798/Boeing-F15-Auto-Flight-System-Technical-Manual-1998>

Általános összefoglaló anyagok

- <http://www.ausairpower.net/Profile-F-15A-D.html>
- <http://www.fas.org/programs/ssp/man/uswpns/air/fighter/f15.html>
- <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/f-15-history.htm>
- http://www.vectorsite.net/avf15_1.html
- http://www.joebaughner.com/usaf_fighters/f15_6.html
- http://www.joebaughner.com/usaf_fighters/f15_13.html
- <http://www.youtube.com/watch?v=4anfJJeRvBo> (Great Planes Series, F-15 Eagle)
- <http://www.aeroflight.co.uk/aircraft/types/boeing-f-15-eagle.htm>
- <http://www.f-15.nl/hist.html>

F-15A & F-15C fő jellemzők

- [http://www.alternatewars.com/SAC/F-15C_Eagle_\(CFT\)_SAC_-_February_1992.pdf](http://www.alternatewars.com/SAC/F-15C_Eagle_(CFT)_SAC_-_February_1992.pdf)
- http://www.alternatewars.com/SAC/F-15C_Eagle_SAC_-_February_1992.pdf
- http://www.alternatewars.com/SAC/F-15_Eagle_CS_-_January_1976.pdf

RAND tanulmányok

- <http://www.rand.org/pubs/reports/2006/R4016.pdf>
- http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/documented_briefings/2005/DB398.pdf
- <http://goo.gl/BXPFO>

Streak Eagle & Szuhaj P-42

- <http://www.scribd.com/doc/33758394/134/Sukhoi-P-42>
- Yefim Gordon – Sukhoi Su-27 (Famous Russian Aircraft)
- <http://forum.lockon.ru/showthread.php?t=22546>
- http://thetartanterror.blogspot.com/2011_04_01_archive.html
- <http://www.youtube.com/watch?v=HLka4GoUbLo>
- <http://www.youtube.com/watch?v=S7YAN9--3MA>
- <http://s362974870.onlinehome.us/forums/air/index.php?showtopic=201878>

Múzeumok

- <http://www.coastcomp.com/av/pres/presf.htm>
- <http://www.pimaair.org/collection-detail.php?cid=183>
- http://www.castleairmuseum.org/mcdonnell-douglas_f15a.html
- <http://www.air-and-space.com/nb-523.htm>
- <http://www.air-and-space.com/McDonnell-Douglas%20F-15%20pre-production.htm>
- <http://www.air-and-space.com/NB-52B%20Walkaround.htm>

Fegyverzet

- http://www.alternatewars.com/SAC/AIM-7F_Sparrow_CS_-_January_1976.pdf
- http://www.alternatewars.com/SAC/AIM-7F_Sparrow_III_SMC_-_January_1977.pdf
- http://www.alternatewars.com/SAC/AIM-9L_Sidewinder_SMC_-_November_1974.pdf
- http://wiki.scramble.nl/index.php/Raytheon_AIM-7_Sparrow
- http://wiki.scramble.nl/index.php/Raytheon_AIM-9_Sidewinder
- http://rightwing.sakura.ne.jp/equipment/jasdf/weapons/aim-7m/aim7m_03.jpg
- http://www.navy.mil/navydata/fact_display.asp?cid=2200&tid=1000&ct=2
- <http://www.defenseindustrydaily.com/multinational-orders-for-aim9m-sidewinder-upgrades-03248/>
- http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/navy/ntsp/aim-9m-a_2002.pdf
- <http://www.superfighter.hu/Article/AzAIM9LSidewinderIgharcrakta/index.html>
- <http://www.defence.pk/forums/pakistan-strategic-forces/131692-difference-between-aim-9l-aim-9l-i-1-aim-9m.html>
- http://navyaviation.tpub.com/14313/css/14313_85.htm
- <http://vnfa2.tripod.com/VNFA-AIM-9.html>
- http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/docs/AIM-9X_train.pdf
- <http://www.scribd.com/doc/94122923/PS-940-Oct-1979-F-15-Armament-Handbook>
- <http://www.scribd.com/doc/57171219/1959-Continuous-Rod-Warhead-Damage-to-B-29>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Continuous-rod_warhead
- <http://www.ousairpower.net/TE-Sidewinder-94.html>
- <http://www.defencetalk.com/pictures/data/3018/f-15e-fighter-airforce-060716-F-2034C-128.JPG>
- http://en.valka.cz/attachments/121/F-15C_AIM-7.jpg
- <http://www.designation-systems.net/dusrm/m-120.html>
- <http://www.superfighter.hu/Article/ARaytheonAIM120AMRAAMrakta/index.html>
- http://www.pmulcahy.com/ammunition/autocannon_ammunition.html
- Gary C. West, Lt Col, USAF – F-15C Eagle, Albatross Or Bird Of Prey?
- <http://www.youtube.com/watch?v=fpJSviD8D4k>

Elektronikai rendszerek, MSIP

- http://legiero.blog.hu/2008/06/13/sasok_a_mocsabol
- <http://www.angelfire.com/hi/militaryaviation/F15.html>
- <http://www.secretprojects.co.uk/forum/index.php/topic,53.0.html>
- <http://cdn-www.airliners.net/aviation-photos/photos/2/6/5/1281562.jpg>
- <http://articles.janes.com/articles/Janes-Electronic-Mission-Aircraft/BOL-Sweden.html>
- <http://s362974870.onlinehome.us/forums/air/index.php?showtopic=132196>
- <http://www.defenseindustrydaily.com/the-wonders-of-link-16-for-less-midslvts-updated-02471/>
- <http://www.youtube.com/watch?v=GmF4-urGI1U&feature=context-chv>
- <http://tinyurl.com/bvl5olx>

Pilótafülke

- <http://www.f15sim.com/misc.html>
- <http://www.ejectionsite.com/acesiitech.htm>
- <http://www.arcair.com/awa01/001-100/awa020-F-15C/00.shtm>
- <http://forums.eagle.ru/showpost.php?p=909811&postcount=31>
- http://legiero.blog.hu/2008/07/01/legifotok_a_gyakorlatrol

F-15 ASAT

- <http://www.svengrahn.pp.se/histind/ASAT/F15ASAT.html>
- <http://www.thespacereview.com/article/1540/1>
- <http://www.astronautix.com/lvs/asat.htm>
- <http://www.astronautix.com/engines/fw4em640.htm>
- http://www.joebaughner.com/usaf_fighters/f15_16.html
- <http://blog.seattlepi.com/americanaerospace/2010/09/page/2/>
- Aranyas magazin, 2002. Augusztus, Kővári László – Vought ASM-135A

F-15 STOL/MTD, ACTIVE

- <http://www.nasa.gov/centers/dryden/multimedia/imagegallery/F-15ACTIVE/index.html>
- http://www.archive.org/details/313457main_ED09-0023-24_full_full
- <http://www.nasa.gov/centers/dryden/news/FactSheets/FS-048-DFRC.html>
- <http://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/1991/1991%20-%202249.html>

Aerodinamika, szárnyak

- http://www.archive.org/stream/nasa_techdoc_19660010456/19660010456#page/n0/mode/1up
- <http://airwarrior.afkamm.co.uk/Aerodynamics/aero5.shtml>
- <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/geom.html>
- <http://history.nasa.gov/SP-4302/ch2.12.htm>
- <http://history.nasa.gov/SP-468/ch12-4.htm>
- <http://sin-web.paris.ensam.fr/spip.php?article140>
- http://books.google.hu/books?id=DPZYUGNyubOC&printsec=frontcover&hl=hu&source=qbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- <http://www.pdas.com/naca456samples.html>

Fotók, egyébek, vegyes

- www.airfighters.com
- <http://www.flickr.com/photos/-jplphoto/6108196244/>
- http://www.aero-cafe.com/real_aviation/F-15/walk/images/
- http://www.simhq.com/_air/air_041a.html
- <http://www.network54.com/Forum/211833/thread/1108691866/1108830362/French+F-15>
- <http://theaviationist.com/2012/02/05/red-air/>
- <http://www.flickr.com/photos/eor1/>
- <http://www.defenseindustrydaily.com/f-15s-looking-for-the-aesa-edge-04044/#readings>
- <http://www.afsec.af.mil/organizations/aviation/index.asp>

USAF szériaszámok

- http://www.joebaugher.com/usaf_serials/

Köszönetnyilvánítás

A lektorálásban és az írás minél teljesebbé tételében köszönet illeti *Cifka „Cifu” Miklóst, Kővári Lászlót. Allesmor Obranna* a hajtóművel foglalkozó fejezet, *Farkas Gábor* az aerodinamikát taglaló rész megírásában nyújtott nagy szakmai segítséget. *Zord Gábor László* a fegyverzetre és a harcászati elektronikra vonatkozó információkkal és magyarázatokkal segített. Az izraeli Sasokról szóló fejezet első részének fordítását *Halasi Endre* készítette, a Sivatagi Vihar fejezet légi harcainak fordításában az SG.hu fórumáról *Aquir* volt segítségemre.

A nyelvtani és stilisztikai lektorálás dandárját édesapám, *Molnár László* és *Tarr „ambasa” Gábor* végezte. Az általános műszaki fordítások minél pontosabbá tételében és minél korrektebb megfogalmazásában szintén édesapám segített. A fent említettek segítségével az írás nem lehetett volna teljes. Végtelen türelmükért – különösen édesapáméért – köszönettel tartozom.

