

*Szolnoki Tudományos Közlemények XI.  
Szolnok, 2007.*

**KAVAS LÁSZLÓ**

## **HARCÁSZATI REPÜLŐGÉPEK ELEMZÉSE FŐBB HARCÁSZATI KÉPESSÉGEIK ALAPJÁN**

### **BEVEZETÉS**

A korszerű harcászati repülőgépek harcászati-technikai adatainak ismerete biztosítja összehasonlításuk legegyszerűbb lehetőségét. E módszerrel viszonylag megbízható kép nyerhető a címben meghatározott eszközök békeidős kiképzési repüléseinek anyagi értelemben vett gazdaságosságáról, kisebb mértékben a kiképzési célban meghatározott hatékonyságáról.

Az elmúlt másfél évtized háborús tapasztalatai azonban egyértelműen igazolták, hogy csak ezen tapasztalatok, ismérvek szintézise alapján születet katonai repülőgépek, noha a rajzasztalok nagy ígéretei, a légi bemutatók sztárjai, nem szükségszerűen váltak a legeredményesebb harceszközzé. Harci hatékonyságukat ugyanis nemcsak a manőverező-képességük, fedélzeti fegyverzetük és elektronikájuk fejlettsége, hanem legalább olyan mértékben önvédelmi képességük, harci-túlélőképességük magas valószínűsége határozza meg. Az utóbbi mutatók tartalma, összehasonlításra alkalmas jellemzőik az eddig napvilágot látott szakirodalomban sem kellően tisztáztak, nem egyértelműen definiáltak.

### **1. A HARCÁSZATI REPÜLŐGÉPEK HARCÁSZATI KÉPESSÉGEIT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK**

Katonai repülőgépek esetében az „ütőerő”, a harcászati érték az elsődlegesen megvizsgált jellemző. Bármely összehasonlítás elsősorban e tulajdonság figyelembe vételével kell, hogy történjen, természetesen a gazdaságosság kérdésének mellérendelésével.

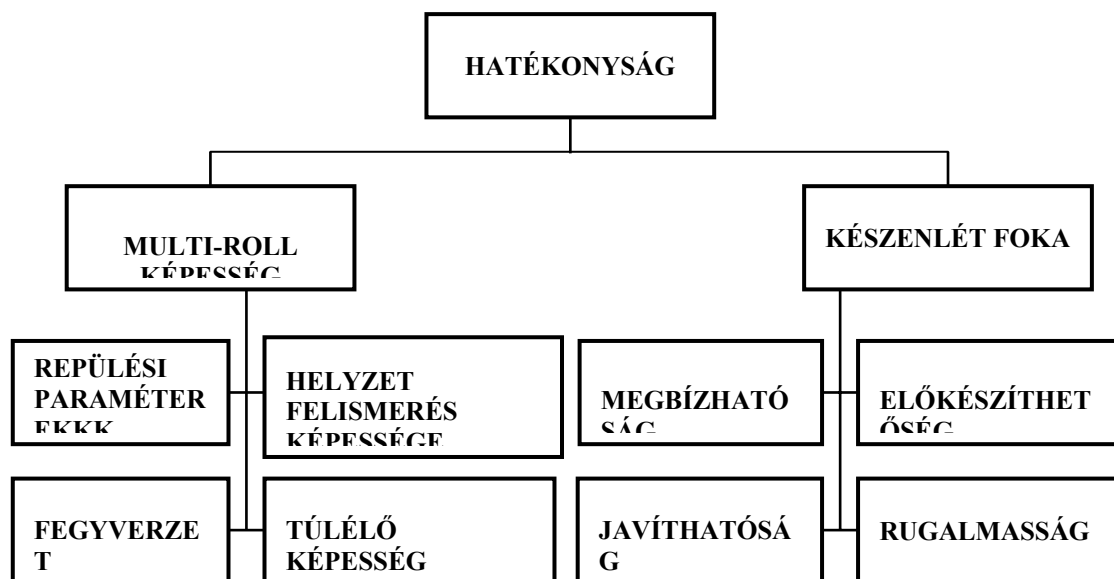
A harcászati potenciál nem más, mint fenyegetési vagy pusztítási képesség. E képesség tartalmazza a:

- pusztító erő nagyságát,
- ezen erő kivetítésének lehetséges térbeli és időbeli határait,
- a pusztító eszközök alkalmazási gyakoriságát.

Egy adott típusú harcászati repülőgép létrehozásának és későbbi módosításainak legfontosabb hajtóereje a kijelölt feladatoknak legjobban megfelelő eszköz biztosítása.

Természetesen az egyes gyártmányok nem egyformán felelnek meg minden elvárásnak, hiszen jól ismert tény, hogy tökéletes termék nincs. Az egyes típusok megítéléséhez azon kívül, hogy meg kell ismerni a kitűzött feladatnak való megfelelést vagy nem megfelelést, el kell dönteni az alkalmasság mértékét, sőt más versenytársakkal egzakt összehasonlításban rangsorolni is szükséges lehet.

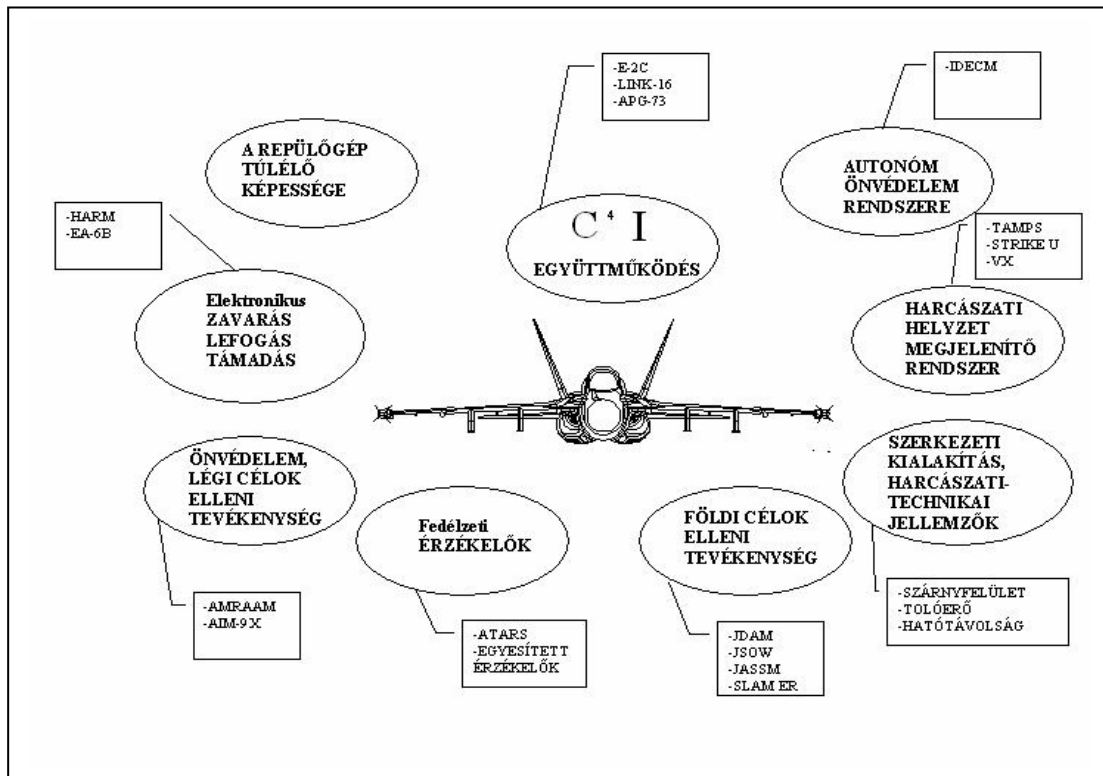
A harcászati potenciált befolyásoló összetevők (1. ábra) ismeretében, a számszerűsíthető, mérhető paraméterek kifejezhetőek, az elemzések egységes vizsgálati metódusban elvégezhetővé válnak.



1. ábra A repülőgép harcászati értékét befolyásoló tényezők

A repülőgépek harcászati célú elemzése során az üzemeltethetőséget tágabb értelemben vizsgálva, az eszköz funkcionális alkalmazhatóságának értékeléséhez jutunk, mely számunkra a légi jármű lehetséges alkalmazásait, képességeit tárja fel. A katonai repülőgépek esetében az alkalmazás minősége, hatékonysága az alábbi ábrán látható tényezők együttese által meghatározott (2. ábra). A harcászati hatékonyságot döntő módon a harci jellemzők és a rendelkezésre állás (azonnali harci bevetettség) határozzák meg. Az első esetben a repülés-technikai tulajdonságok, a fegyverzet, a szituáció felismerő-képesség és a túlélőképesség a döntő. A második csoportba pedig a megbízhatóság, a javíthatóság, a gyors ismételt feladatra való felkészítés (fast turn around)

és a rugalmasság tartozik. Ezek a tulajdonságok kellene ahhoz, hogy egy ténylegesen többfunkciós, korszerű 4. generációs repülőgépet lehessen kialakítani.



2. ábra. A 4.generációs harcászati repülőgépek hatékonyságát biztosító elemek

Természetesen a repülőgépbe integrált szerkezeti megoldások, rendszerek korszerűsége, teljesítménye közvetlenül meghatározza a feltüntetett szempontok valamelyikét. Szoros összefüggések tárható fel például a következő módon:

HARCÁSZATI KÉPESSÉG	TELJESÍTÉS ESZKÖZE
Földi célok elleni csapásmérő képesség	Precíziós fegyverek (JDAM, JSOW, stb), Felfüggeszthető fegyverzet tömege, Harcászati hatósugár
Manőverező képesség	Szárny felületi terhelés nagysága, Szárnymechanizáció minősége, Hajtómű tolóerő,
Túlélő képesség	Lopakodó szerkezeti kialakítás, Nagy hatótávolságú, nagyfelbontású érzékelők, Fejlett fedélzeti figyelmeztető rendszer (IDECM) Rövid fel- és leszállási úthossz, Rekonfigurációs képesség

A táblázat sorait még lehetne növelni, -és ezzel együtt a képességek taglalását- ám minden elemző ezt a saját vizsgálati irányának megfelelően alakítja ki.

A magyar harcászati repülőgép beszerzési folyamathoz kapcsolódóan szintén sikerült egy átfogó, néhány kiemelt típusra korlátozott képességvizsgálati módszert megismerni. Ezen összehasonlító tesztek közös ismérve, hogy a valóságos, meghatározott repülési feladat teljesítése során tanúsított teljesítmény-mutatókat állítja egymás mellé, és szemléletesen kimutatja e területen tapasztalható típus teljesítménybeli különbségeket.

## II. TÍPIZÁLT REPÜLÉSI FELADATOK TELJESÍTÉSE SORÁN NYERT ÉRTÉKELÉSEK

Az egységes, teljesítendő feladat a NATO harcászati eljárásait vette alapul, tehát elmondható, hogy az életszerűség teljesül. Egyik összevetendő repülőgép gyártója sem állíthatja, hogy a kitűzött feladat valamely fél „szájíze” szerint került kialakításra.

### 2. 1. HARCÁSZATI JÁRŐRÖZÉS MEGADOTT LÉGTÉRBE

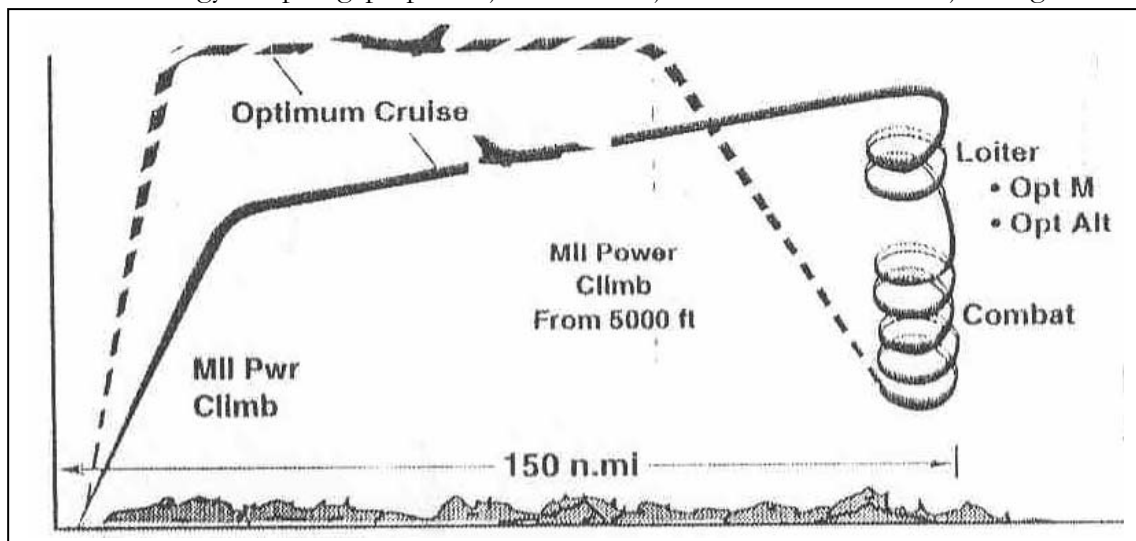
A tesztelési feladat:

A feladat teljesítése szabványos (normál) felszállás végrehajtásával kezdődik (utánégetés alkalmazásával), majd emelkedés előírt magasságra (utánégetéssel) és kirepülés az őrzőterületi légtérbe. A járőrözés során felderített ellenség megsemmisítése egy rögzített módon vívott légiharcban, majd a feladat befejezése után a bázis repülőtéren való leszállás (3. ábra).

A feladat előírt paraméterei:

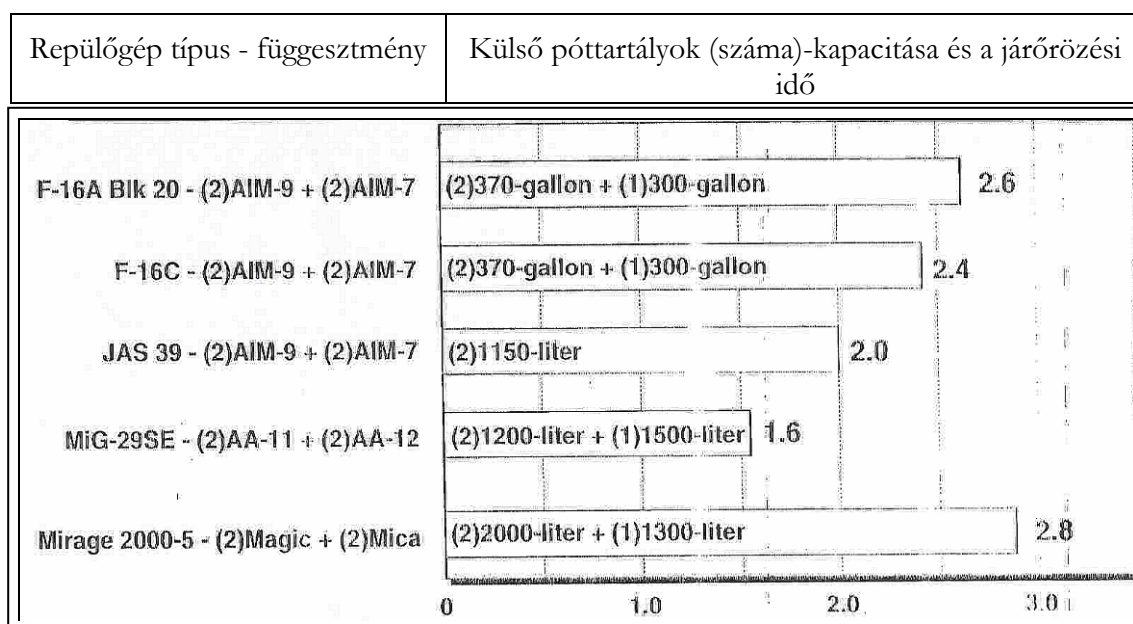
- Leszállás 20 perc repülésre elegendő tartalék tüzelőanyag mennyiséggel
- A légiharc meghatározott elemei: 5000 m magasságon kezdődik, 2 rakéta indítással, majd utánégetéssel gyorsítás M 0.8-ról M 1.2 sebességre, fordulóharc 5 360 fokos fordulattal, M 0,8 sebességgel, végül a maradék rakéták indítása és a fedélzeti gépágyú lőszerkészletének 50 %-os eltüzelése.
- a járőrözési légtér a bázisrepülőterétől 270 km (150 nml) távolságban van kijelölve.

A feladattal az egyes repülőgép típusok járőrözési idejének maximumát kívánják meghatározni.



3. ábra. Légi járőrözési összehasonlító feladat

A repülőgép típusok az alábbi harcászati teljesítmény-mutatókkal jellemezhetőek e mérés után.



A feladat teljesítése összetett módon információt ad a hajtóművek gazdaságosságáról, a repülőgép manőverező képességéről, a belső tüzelőanyag tartályok térfogatáról is. A kapott eredmények tükrében egy ide vonatkozó sorrend állítható fel, mely alapján értékelő mérőszám is generálható:

Helyezés	Repülőgép típus	Teljesítmény (óra)	Pontszám
1.	Mirage 2000-5	2.8	100
2.	F-16A Blok 20	2.6	93
3.	F-16C	2.4	86
4.	JAS-39	2.0	71
5.	MiG-29SE	1.6	57

A pontozás elve: az adott feladatban legjobban teljesítő típus 100 ponttal került értékelésre, a többi arányosság alkalmazásával számítható.

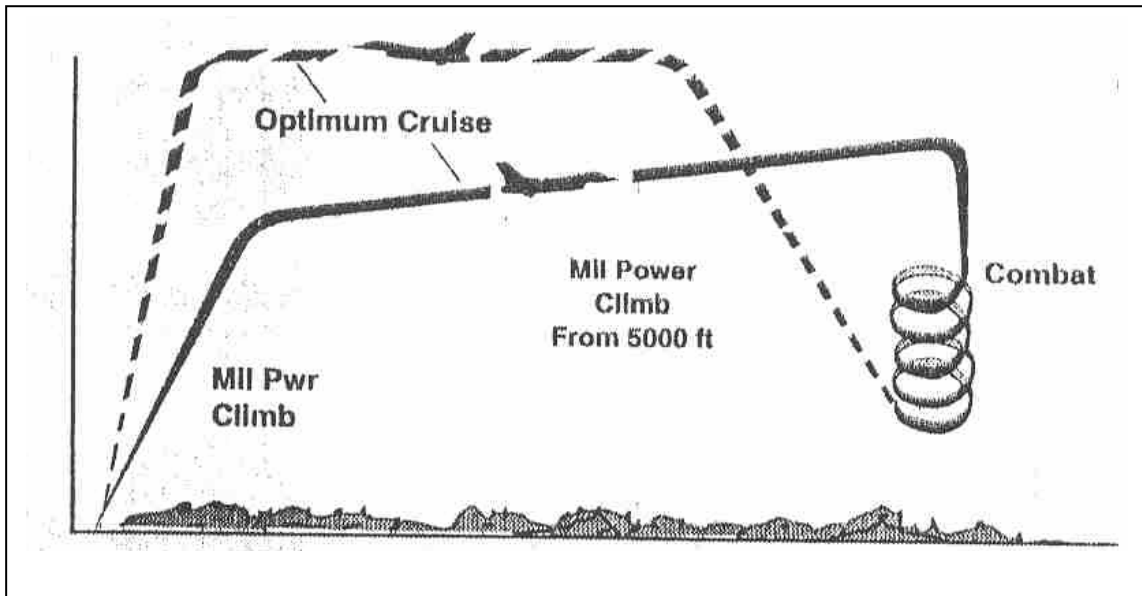
### III. LÉGTÉRVÉDELMI KÉPESSÉGEK

A másodikként felvetett harcászati képességek megmérése érdekében kettő tipizált feladaton tesztelik a repülőgépeket.

#### 3/A. LÉGIHARC HATÓSUGÁR MEGHÁLLAPÍTÁSA

- A kitűzött feladat szintén „szabványosított” módon teljesítendő (4. ábra):
- felszállás normál eljárással, utánégetés alkalmazásával,
  - emelkedés előírt magasságra (utánégetéssel),
  - repülés „utazó” üzemmódon,

- légharc az előző pontban vázoltak szerint,
- visszarepülés a bázisrepülőtérrre,
- leszállás 20 perc repülésre elegendő tartalék tüzelőanyag mennyiséggel



4. ábra. Légharc ellenőrző feladat felépítése

A repülőgép típusok a következő eredményeket mutatták:

Repülőgép típus - függesztmény	Külső póttartályok (száma)-kapacitása és a hatósugár (nml)
F-16A BIK 20 - (2)AIM-9 + (2)AIM-7	(2) 370-gallon + (1) 300-gallon 860
F-16C - (2)AIM-9 + (2)AIM-7	(2) 370-gallon + (1) 300-gallon 810
JAS 39 - (2)AIM-9 + (2)AIM-7	(2) 1150 liter 600
MiG-29SE - (2)AA-11 + (2)AA-12	(2) 1200-liter + (1) 1500-liter 450
Mirage 2000-5 - (2)Magic + (2)Mica	(2) 2000 liter + (1)1300-liter 880

Mint látható, a feladat jellégében eléggé hasonlít az első pontbeli megméréstetéshez, ezért az eredmények is másolják az ott tapasztaltakat. Természetesen nem véletlenül, hiszen itt is a hajtóművek gazdaságossága és a sárkány szerkezet jósága (kis légellenállás, optimálisához közeli szárny felületi terhelés érték légharc helyzetben) dominál leginkább. A légharc előtt a felfüggesztett póttartályokat a repülőgép vezetők leoldják, a kedvezőbb manőverező-képesség elérése érdekében.



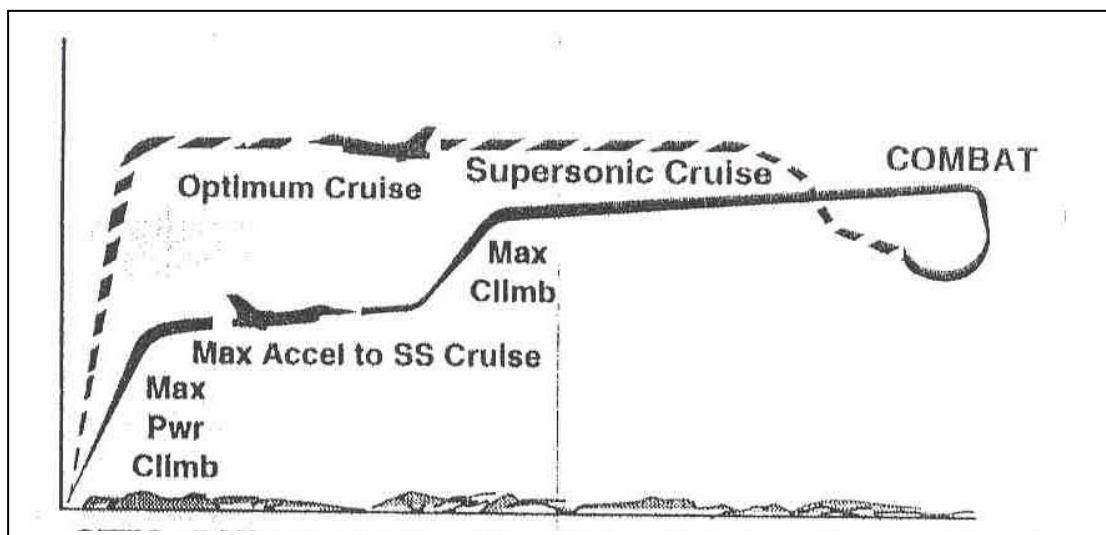
Az elért teljesítmények pontszámokká átalakítása:

Helyezés	Repülőgép típus	Hatósugár (nml / km)	Pontszám
1.	Mirage 2000-5	880 / 1580	100
2.	F-16A Blok 20	860 / 1540	97
3.	F-16C	810 / 1450	92
4.	JAS-39	600 / 1080	68
5.	MIG-29SE	450 / 810	51

### 3/B. HANGSEBESSÉG FELETTI ELFOGÁS HATÓSUGARÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A repülési profil (5. ábra) a következő feladatokat tartalmazza:

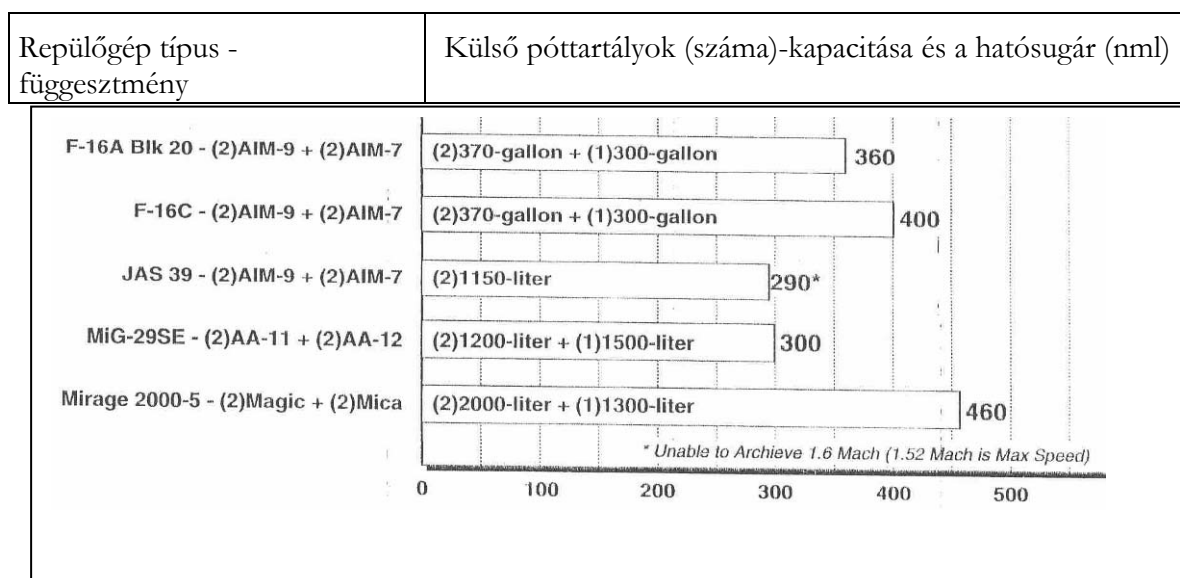
- felszállás normál eljárással, utánégetés alkalmazásával,
- emelkedés előírt magasságra (utánégetéssel),
- maximális gyorsítás hangsebesség feletti sebességre,
- emelkedés szolgálati csúcsmagasságra,
- hangsebesség feletti sebességgel ( M 1.6) cél megközelítés, elfogás,
- Légicél megsemmisítése az összes légiharc rakéta elindításával és a fedélzeti gépágyú összes lőszerének ellövésével
- visszarepülés a bázisrepülőtérre,
- leszállás 20 perc repülésre elegendő tartalék tüzelőanyag mennyiséggel.



5. ábra. Elfogási feladat repülési profilja

A repülés egy sokkal meredekebb, de rövidebb idejű emelkedést irányoz elő, ahol a hajtóművek maximális tolóerejének nagysága és a repülőgép felszálló súlya a mérvadó paraméter.

Az elvégzett tesztrepülés eredményének összefoglaló táblázata:



Az eredmények a bemutatott táblázatban már újabb információkat is nyújtanak. Az első lényeges különbség az előzőekhez képest, hogy van olyan típus az összehasonlítottak között, amely nem képes az előírt feladat maradéktalan teljesítésére. Ez okozhatja akár az adott repülőgép tenderből való kizárását, illetve NATO harcászati elveknek való nem megfelelést is.

A teljesítmények pontszámokká konvertálása:

Helyezés	Repülőgép típus	Hatósugár (nml / km)	Pontszám
1.	Mirage 2000-5	460 / 830	100
2.	F-16C	400 / 720	87
3.	F-16A Blok20	360 / 650	78
4.	MIG-29SE	300 / 540	65
5.	JAS-39	290 / 520	63

A bemutatott mérésekkel a légiharban lényeges harcászati képességek, mutatók gyakorlati kiválasztása és számszerűsítése történt meg. A felvázolt helyezések, sorrendek akár közvetlenül is adhatják a típusok összehasonlításának eredményét, ám a gyakorlatban a pontszámok további súlyozási tényezővel kerülnek helyesbítésre.

#### IV. FÖLDI CÉLOK ELLENI CSAPÁSMÉRŐ KÉPESSÉG

A harcászati repülőgépek „többfeladatúságának” második összetevője a földfelszíni célok megsemmisítésére való alkalmasság. E területen ma már nem érdemes a fegyverzetbeli különbségeket vizsgálni, hiszen az érdemben vizsgálható repülőgépek ugyanolyan, NATO szabványnak megfelelő hagyományos szabadesésű, vagy precíziós vezérléssel rendelkező eszközöket alkalmaz. Feltárható eltérések csupán két irányból mutathatók ki. Az első lehetőség a harcászati hatósugár tekintetében, a második az egyidejűleg hordozható fegyverzet mennyiségében rejlik.



A vizsgálódásokat a bemutatott elvnek megfelelően hajtva végre, az alábbi eredményeket láthatjuk.

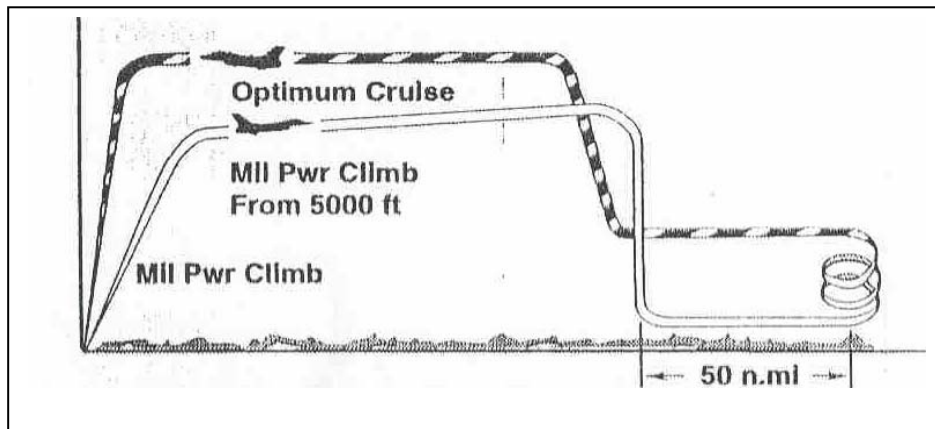
#### 4.1. A LEVEGŐ - FÖLD FELADAT HATÓSUGÁRÁNAK VIZSGÁLATA

A repülőgépek e feladatot (6. ábra) klasszikus módon, un. **HLLH** repülési profil szerint teljesítik (High-Low-Low-High).

Az egységes összehasonlítás érdekében a hordozott fegyverzet:

2 db. AIM-9 infra vezérlésű rakéta a szárnyvég tartókon (önvédelem)

2 db. MK-84 szabadesésű bomba.



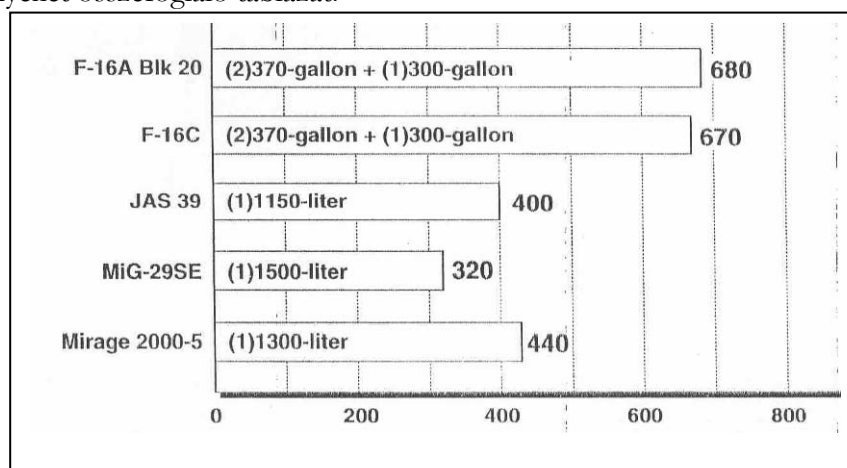
6. ábra. „HLLH” földi célok elleni bevetési profil

#### A feladat leírása:

A felszállás, emelkedés, utazó repülés szakaszok megegyeznek a már bemutatottakkal.

Felszíni célok támadása előtt kb. 90-100 km távolságban lesüllyed a repülőgép az utazó magasságból földközeli (~ 180 méter) magasságba, a nehezebb felderíthetőség érdekében. A cél közvetlen támadása ezen a magasságon kezdődik 800-900 km/h (~540 KTAS) sebességen. A támadás során a cél felett 2 teljes (360 fokos) fordulat közben kell oldani a bombákat, miközben a támadó repülőgép 1300-1500 méterrel magasabbra emelkedik. A támadás befejezése után optimális repülési magasságon és sebességgel visszatér a bázisrepülőtérré a támadó. A leszállási paraméterek megegyeznek az előző feladatokban ismertetettekkel.

A teljesítményeket összefoglaló táblázat:



Az ábrán egyes repülőgépek harcászati hatósugaráról kapunk információt, azaz a felsorolt fegyverzettel és a diagramon feltüntetett pót- tüzelőanyag mennyiséggel, saját repülőterünktől milyen távolságban lévő ellenséges földi célokra képes csapást mérni az adott típus.

Jól kivehető eltérések mutatkoznak az európai és az amerikai repülőgépek között, melyek részben tervezésbeli koncepciók különbözőségeken alapulnak, részben a folyamatos műszaki kutatásokban szerzett műszaki fejlettségbeli különbséget takar.

Érdekes változás a MIRAGE hatósugárbeli változása. A légi célok elleni összevetésekben fölényt mutatott, a földi célok ellen közepszerű teljesítményt ért el. A tervezéskori feladat optimalizálás hatása érhető tetten e paraméterekben. Mennyire „légifőlény” repülőgép az adott típus, és csak kiegészítésként alkalmas földi célok támadására, vagy mennyire valódi többfeladatúságról beszélhetünk.

A rangsoroló és pontozó táblázat:

Helyezés	Repülőgép típus	Hatósugár (nml / km)	Pontszám
1.	F-16A Block 20	680 / 1220	100
2.	F-16C	670 / 1200	98
3.	Mirage 2000-5	440 / 790	65
4.	JAS-39	400 / 720	59
5.	MIG-29SE	320 / 570	47

A bemutatott eljárások tipikus NATO repülőfeladatok teljesítése során szerzett tapasztalatokat értékelési tényezőket tükröznek. A megmértetés legfontosabb erénye, hogy a reklámanyagok és a repülőbemutatók fényes sztárjai munka közben is bizonyítják helyüket a világ azonos feladatú teremtményei között.

## V. REPÜLŐGÉPEK ÖNVÉDELMI ÉS TÚLÉLŐ KÉPESSÉGE

A korszerű vadászrepülőlépek az előző generációs elődeik tulajdonságaiból azokat szintetizálják, amelyekkel a tényleges helyi háborúban, valamint modellezett szituációkban a megfelelő harci hatékonyságot -az elfogadható rizikófaktor mellett-, vagyis a legnagyobb megsemmisítési valószínűség mellett a saját gép minimális felderíthetőségi és megsemmisülési valószínűségét biztosítják.

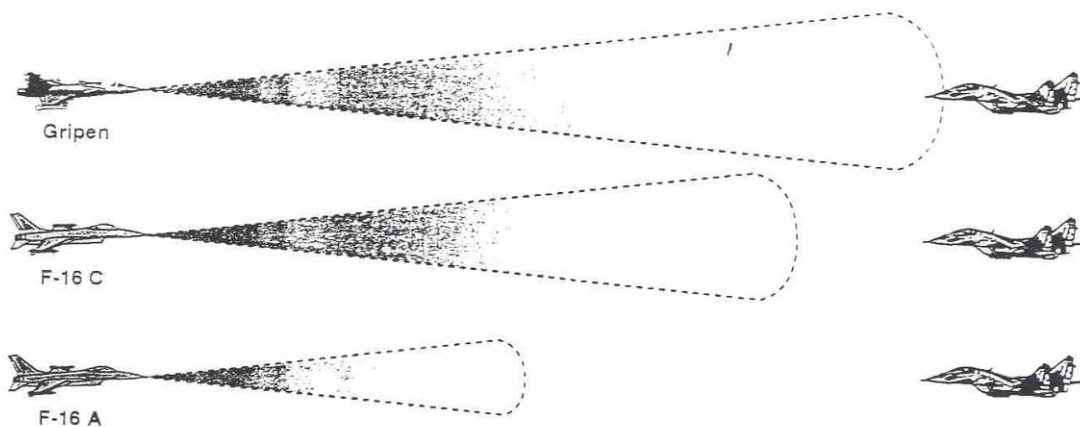
Napjaink elgondolása szerint a gépek légiharcukat nagy (60-140) km, vagy közepes (20-60) km távolságon kezdik, majd közel-légiharcban fejezik be, mely várhatóan 80 %-ban meghatározza eredményességüket. Eközben intenzíven, gyakran a korlátozási határaikat közelítve, esetenként azt meghaladva manővereznek. Ezért a korszerű vadászrepülőgépeknek, mind hangsebesség alatt, mind felette egyaránt jó manőverjellemzőkkel kell rendelkezniük, bár a légiharc döntően hangsebesség alatt fog lezajlani.

A nagy pontosságú fedélzeti fegyverzet eredményes működtetéséhez szükséges tűzmozgató pozíciót a gépek statikus instabilitásával és vezérelhető tolóerő-vektorával támogatott „szuper manőverező-képesség” hivatott biztosítani.

A légi harc kimenetele szempontjából a legfontosabbnak minősíthető a légi cél felderítési távolsága. A nagy felderítési (7. ábra) távolság elősegíti a korszerű rakétafegyverzet nagytávolságú indítási lehetőségeinek kihasználását, a légi cél esetleges manőverezési fölényének semlegesítését illetve a saját manőver időbeni végrehajtását az ellenség radarfelderítésével szemben.

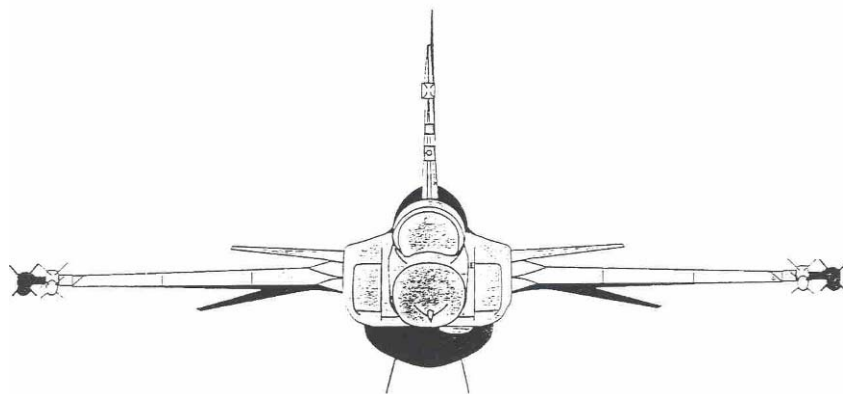
Az egyes radarok felderítési távolságai rendkívül sok tényezőtől függenek, tehát egy radar hatótávolsága nem egyszerűsíthető le egyetlen számszerű adatra. Ilyen tényezők a megtámadott légi cél hatásos rádiolokációs visszaverő felülete, a saját repülési magasság, a cél repülési magassága és sebessége, a viszonylagos szintkülönbség, a sebességvektorok irányai által bezárt szög nagysága, a levegő páratartalma stb.

A francia Rafale RBE-2 fedélzeti radarja egy  $5\text{m}^2$  hatásos rádiolokációs visszaverő felülettel rendelkező célt a horizont felett 140 km-ről, horizont alatt mintegy 100 km távolságról képes felderíteni. A repülőgépbe televíziós, lézer- és infra felderítő és követő rendszer van beépítve. A TV-kamera  $1^\circ$ -os látómezőjében egy légi cél típusának megállapítása  $\sim 45$  km távolságról lehetséges.



7. ábra. Korszerű radar biztosította észlelési fölény

A harci túlélőképesség kulcsfontosságú tulajdonság-együttese a *stealth jellemzők*. Ezek közül is megkülönböztetett figyelmet érdemel a rádiolokációs besugárzást elnyelő/visszaverő képesség, amit a hatásos visszaverő felület ( $A_{\text{ekv}}$ ) jellemez (8. ábra). Csökkentésével a felderítési távolság ( $L_{\text{lok}}$ ) is csökken. Célszerű azonban megvizsgálni a hatásos rádiolokációs visszaverő felület, a lokátor felderítési- és rakéták indítási távolságai, valamint az utóbbiak indításához rendelkezésre álló idő közötti összefüggést.



8. ábra. Repülőgép típusok felderíthetőségét befolyásoló alaki különbségek

Napjaink nézeteit összefoglalva, amennyiben egy adott repülőgép túlélőképességét és a vele szorosan összefüggő önvédelem minőségét boncolgatjuk, a következő, meghatározó elemek vizsgálандók:

- a repülőgép radar besugárzásra figyelmeztető rendszere (RWR), illetve annak automatizáltsági szintje
- a repülőgép zavarótöltet kivető rendszere (CMDS)
- elektronikus veszély -jelző rendszer (ECM)
- lopakodó kialakítás
- önálló fedélzeti energia ellátás képessége
- széttelepült üzemeltetésre való alkalmasság
- gyors indíthatóság,
- rövid fel- és leszálló pálya szükséglet

Mindezen képességek- összevetve a 2. fejezetben közöltekkel - jóval nehezebben hasonlíthatóak össze az egyes repülőgép típusok között. A számszerűsítésük még inkább nehezen képzelhető el. Gyakorlatilag az egyes tényezők igen-nem típusú eldöntését vagyunk képesek elvégezni.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- 1.Hiller, F.S. and Liebermann, G.J.: Introduction to Operation Research, Holden Day Inc. 1986.
2. Basak, I. and Saaty, T.L., : Group the analytic hierarchy process, Mathematical Computer modelling 17 (1993)
- 3.Clementson, R.: A JAS 39-es összehasonlítása az F-16-os és MiG-29-essel
4. Varga, F. A légiharc változása az I. világháborútól napjainkig, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, PhD értekezés, Budapest, 2001.
5. F-16 Aircraft for the Defense of Hungary , US Government, 1995.
6. Dr. Óvári, Gy.: Vadászipülőgépek hatékonysági mutatói, ZMNE, Budapest, 2001.