

*Szolnoki Tudományos Közlemények XII.  
Szolnok, 2008.*

**KAVAS LÁSZLÓ**

## **HARCÁSZATI REPÜLŐGÉPEK TÚLÉLŐKÉPESSÉGE**

### **REZÜME**

A cikkben bemutatásra kerülnek a repülőgép gyártók aktuális nézetei a címben megjelölt témában. Felvázolásra kerül a túlélőképesség fogalmi meghatározása, és az azt befolyásoló 3 fő műszaki fejlesztési terület. Konkrét kialakítási példák szemléltetik a túlélőképesség legfontosabb jellemzőit, az észlelhetőség, a rakéta támadás elkerülése, és a találat esetén megvalósítható túlélés módját. A szerző néhány repülőgép típust is elemez a túlélőképesség megítélésének bemutatására.

Az elmúlt 2-3 évtized háborús tapasztalatai azt a tanulságot (is) szolgáltatják, hogy egy katonai repülőgép harci hatékonyságát nem csak a manőverező képesség, fedélzeti fegyverzet, a beépített elektronikai fejlettség határozza meg, hanem legalább olyan mértékben fontos az önvédelem képességéhez szorosan kapcsolódó túlélőképesség valószínűsége.

A korszerű harcászati repülőgépek az előző generációs elődeik azon kedvező tulajdonságait egyesítik, amelyekkel a tényleges háborús viszonyok között az elvárható harci hatékonyságot biztosítják, egy elfogadható megsemmisülési kockázati szint mellett.

Napjaink elgondolása szerint a gépek légi harcukat nagy (60-140 km), vagy közepes (20-60 km) távolságon kezdik, majd közel-légi harcban fejezik be, mely várhatóan 80 %-ban meghatározza eredményességüket. Eközben intenzíven, gyakran a korlátozási határaikat közelítve, esetenként azt meghaladva manővereznek. Ezért a korszerű vadászipülőgépeknek, mind hangsebesség alatt, mind felette egyaránt jó manőverjellemzőkkel kell rendelkezniük, bár a légi harc döntően hangsebesség alatt fog lezajlani. A nagy pontosságú fedélzeti fegyverzet eredményes működtetéséhez szükséges tűzmegnyitási pozíciót a gépek statikus instabilitásával és vezérelhető tolóerő vektorával támogatott "szuper manőverező-képesség" hivatott biztosítani.

A címben szereplő téma vizsgálata általánosságban a következő módszerrel történt:

## 1. A TÚLÉLŐKÉPESSÉG ÁLTALÁNOS VIZSGÁLATA

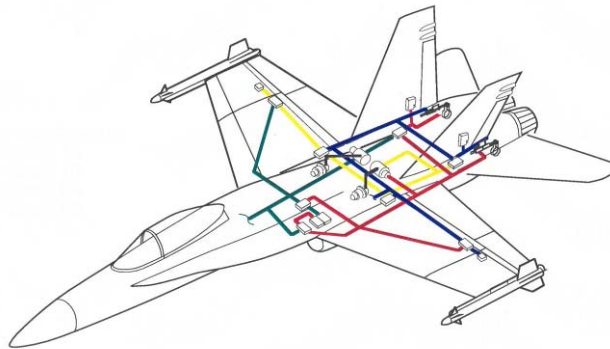
A túlélőképesség legegyszerűbb fogalma alatt azt értjük, hogy ha a repülőgép a levegőben meghibásodik vagy találat éri, akkor milyen képességekkel rendelkezik ezek hatásainak kivédésére, illetve a bázisra történő visszatérésre.

Az ebből a célból alkalmazott megoldásokat, illetve rendszereket célszerűen aszerint különböztethetjük meg, hogy az adott megoldás kizárólag harci sérülés, és/vagy üzemküzben bekövetkező meghibásodás ellen (is) véd-e. (Az üzem közbeni meghibásodás elleni védelem általában harci találat esetén is hatékony védelmet biztosít.)

A fenti feladatokra az alábbi rendszereket, megoldásokat, illetve eljárásokat alkalmazzák:

- *A repülőgép levegőben történő meghibásodás elleni védelmét* a berendezések, rendszerek többszörös tartalékolása biztosítja. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a főrendszer üzemképtelenné válása esetén a tartalék rendszer, vagy rendszerek egymás utáni működésbe lépésével a meghibásodás, illetve annak következményei kivédhetők legyenek.

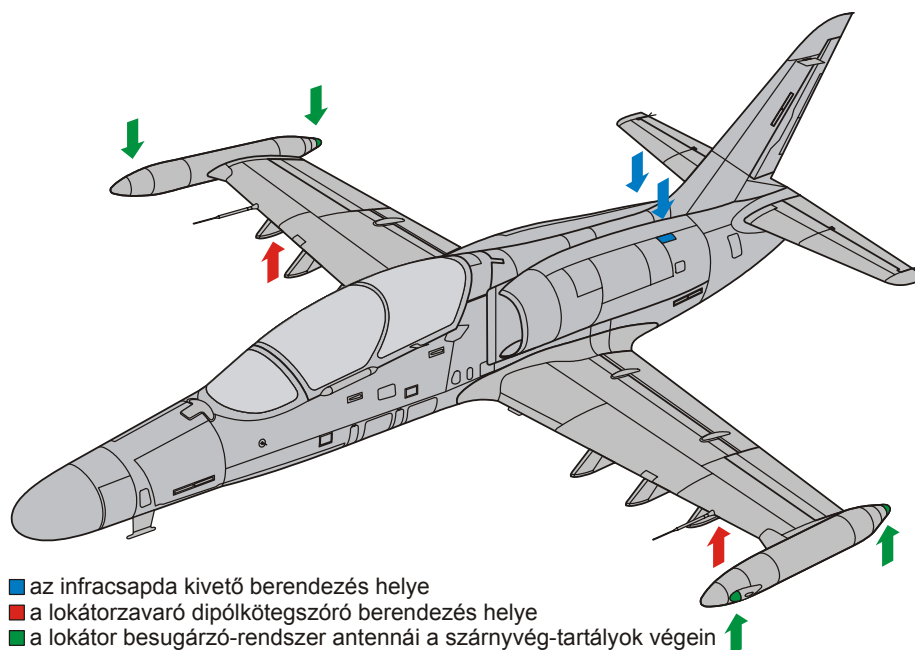
A létfontosságú berendezések vezérlése duplikált, illetve többszörösen tartalékolat. Ez különösen vonatkozik a repülés feltételeit biztosító hajtóművezérlésre, valamint az aerodinamikai kormányzás elemeinek vezérlésére.



1. ábra. A kormánylapok vezérlésének kettőzése

- *A repülőgép ellenséges támadás elleni védelmébe tartozik:*
  - a saját fegyverzet hatótávolsága, hatékonysága, ami a repülőeszközt képessé teszi arra, hogy elsőként semmisítse meg a támadót;
  - azok az elektronikai támogatást biztosító fedélzeti eszközök, amelyek a repülőgépet érő elektromágneses impulzusok felderítésére, illetve beazonosítására alkalmasak, valamint az ehhez szorosan kapcsolódó integrált fedélzeti elektronikai hadviselési rendszerek, amelyek az elektronikai támogatás jelzései és számításai alapján automatikusan, vagy a pilóta által aktiválva a fenyegetettségnek megfelelő elektronikai ellentevékenységi – zavarási, vagy más, passzív elektronikai védelmi – pl.: dipólkiszórás, infracsapda - kilövés (Chaff / Flares Countermeasures Dispensers) – tevékenységet hajtják végre.
  - korszerű és elterjedt megoldás a törzs hátsó részén kétoldalt felül beépített infracsapda kivetők beépítése,

- a szárny alatti külső felfüggesztők speciális rakétaindító sínjeire sűrített levegővel működő lokátorzavaró dipólköteg szóró beépítése.



2. ábra. A repülőgép ellenséges támadás elleni védelmi eszközei elhelyezkedése

Szintén a harci sérülésekkel szembeni védelmet biztosítja a tüzelőanyag tartályokat semleges gázzal feltöltő rendszer alkalmazása.

Ezen egyszerűsített szemléletű elemzés, - amint az látható - két fő megsemmisülést okozó területet vizsgál, a légi meghibásodások területét valamint az ellenséges támadások lehetséges elhárítását.

A túlélőképesség fogalomhoz tartozó repülőtechnikai tulajdonságok fontosságát indokolandó a következő elvárásokat állították a fejlett hatalmak a leendő repülőeszközökkel szemben:

**„Minden 2005 után rendszerbe állítandó vadászrepülőgépeknek a jelenlegi harmadik-, negyedik generációs típusokhoz viszonyítva az alábbi jellemzőkkel kell rendelkeznie:**

1. 25%-kal magasabb aerodinamikai jóság;
2. 45%-kal alacsonyabb telemetrikus, 40%-kal kisebb rádiolokációs felderíthetőség;
3. 50%-kal nagyobb üzemeltetési megbízhatóság;
4. 20%-kal kisebb üzemeltetési költségek;
5. 20%-kal jobb gyorsulási- és vízszintes manőver-jellemzők;
6. 30%-kal nagyobb hatósugár és hasznos terhelhetőség;
7. 10%-kal magasabb élettartam.”

A dőltbetűs sorokban megfogalmazottak közvetlenül a túlélőképesség minőségével összefüggő elvárások.

## 2. A TÚLÉLŐKÉPESSÉG KITERJESZTETT VIZSGÁLATA

Amennyiben az első pontban leírtaktól eltérő módon, a kifejezetten katonai célú felhasználást is értelmezve elemezzük a kérdést, először is pontosítani kell a definíciót.

A jelenleg 4. generációs repülőgépeket gyártók szerint:

***A hatékony háborús tevékenységet biztosító működőképesség fenntartási képességet túlélőképességként definiálhatjuk.***

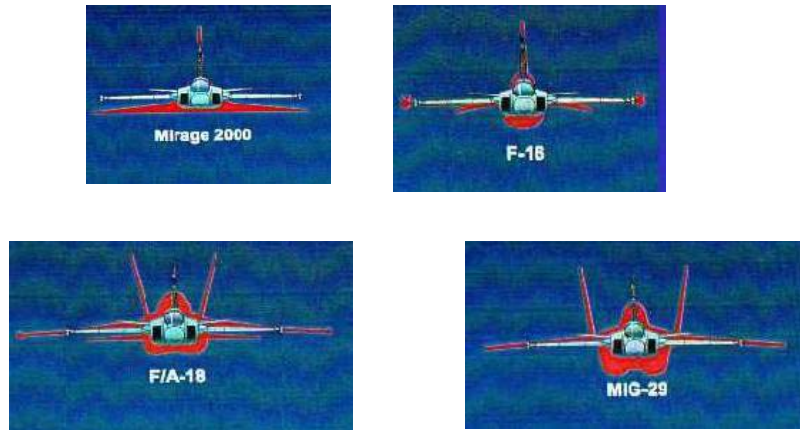
Mint az látható, a túlélőképesség nem csupán egyszerűen egy vészhelyzetben szükséges „hazarepülő” képességet takar, magába foglal valamilyen harctevékenységre való alkalmasságot is. Természetesen ez esetben már nem a támadások végrehajtása a fő cél, sokkal inkább az önvédelmi képesség megtartása a reális cél. Véleményem szerint ezen egzaktan tekinthető fogalom alapján szükséges összehasonlításokat végezni különböző repülőgépek, helikopterek esetében. A repülőeszközök ez irányú fejlesztése - gyáranként eltérő hangsúllyal - jól meghatározható területekre irányulnak, ami azt is jelenti, hogy vannak mérhető különbségek az egyes típusok között. A túlélőképességet fokozó jelenlegi műszaki fejlesztési területek:

1. A felderíthetőség csökkentésére irányuló fejlesztések;
2. A támadás elhárítására irányuló fejlesztések;
3. A szerkezeti sérülések következményeit csökkentő fejlesztések.

Egy harcászati repülőgép felderíthetősége foka kiemelkedő jelentőségű jellemző. Az észlelhetőség csökkentése óriási műszaki probléma a gyártók számára. Az ellenséges eszközök fedélzetén a szenzorok száma, teljesítménye folyamatosan nő, az irányító rendszerek és a kommunikációs rendszerek is fejlődnek.

### 2.1 A FELDERÍTHETŐSÉG CSÖKKENTÉSÉRE A KÖVETKEZŐ LEHETŐSÉGEK ADÓDNAK

- Észlelhetőség csökkentés mind a vizuális mind a lokátoros felderítési területeken;
- A felderíthetőség szempontjából kulcsfontosságú a repülőgép „radar keresztmetszete”, éppen ezért fontos tervezési szempont a minimalizálás, főként a mellső légtérből történő észlelhetőséget igyekeznek a gyártók lecsökkenteni. További műszaki megoldásként alkalmazzák a „radar abszorbens” festékbevonatokat a repülőgép kritikus részein.
- Az erőfeszítések másik fő iránya az infravörös sugárzási tartomány leszőkítése, amely a hajtómű forró részeitől ered. Az álcázás e területen főként az osztott, oldal kialakítású szívócsatorna alkalmazásával történik, mivel így a mellső légtérfélből a repülőgép forró részei nem, vagy kevéssé érzékelhetők.
- Az alacsony vizuális észlelhetőség alapja a kis geometriai méret mellett, a hajtómű alacsony füst kibocsátó tulajdonsága. A korszerűbb, jobb hajtóművek szerkezeti minőségéhez a digitális vezérlést alkalmazva lehetséges a hajtóművön belüli tökéletesebb égés megvalósítása, ezáltal az árulkodó fekete füstcsík eltüntetése a hajtóművek mögül.

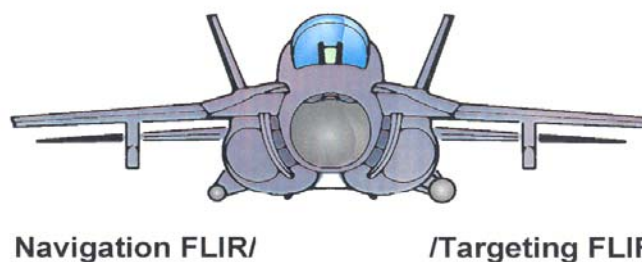


3. ábra. A felderíthetőséggel arányos geometriai különbségek szemléltetése

- A repülőgép helyzetfelismerő képességének fejlettsége
  - Pontos navigációs rendszer révén, **a saját pozíció pontos ismerete** esélyt ad a különösen veszélyes területek felett történő repülések elkerülésére. Hogy ezt megvalósulhasson megfelelő pontosságú navigációs rendszert kell a repülőgép fedélzetére integrálni, a pilóta számára pedig mozgó-térkép megjelenítést kell biztosítani.
  - **Az ellenséges veszélyforrások elhelyezkedésének, a szövetségesek elhelyezkedésének ismerete** a nagy hatótávolságú integrált érzékelők révén lehetséges. Természetesen ez a képesség is mozgó-térkép kijelzővel együtt hatékony.
  - **A célpontok elhelyezkedésének ismerete** akkor valósítható meg, ha rendelkezik nagyfelbontású érzékelőkkel a repülőgép és integrálták ezt a rendszert is a mozgó-térkép kijelző rendszerhez.

A rendszeren belül külön figyelmet érdemel az adatkapcsolati rendszer léte, illetve nem léte, fejlettsége. A legmodernebb repülőgépek képesek a felderített célok adatait továbbítani repülőgépek között, a repülőgép és a földi irányítás között is.

- Éjszakai támadókép
  - Az éjjel, rossz látás drasztikusan. Ám bevetéseket külön, és célzást segítő be
  - A különleges kör speciális megvilágí



tőiséget csökkentik teljesítsen éjszakai lerítést, azonosítást lőgépvezető fülke égessé teszi.

4. ábra. Az éjszakai bevetést támogató speciális eszközök elhelyezése a repülőgépen

## 2.2 A RAKÉTATÁMADÁS ELHÁRÍTÁSA, KIKERÜLÉSE ÉRDEKÉBEN ALKALMAZOTT MEGOLDÁSOK

- Megfelelő minőségű és mennyiségű fegyverzet egyidejű hordozása mind földi célok, mind légi célok ellen.

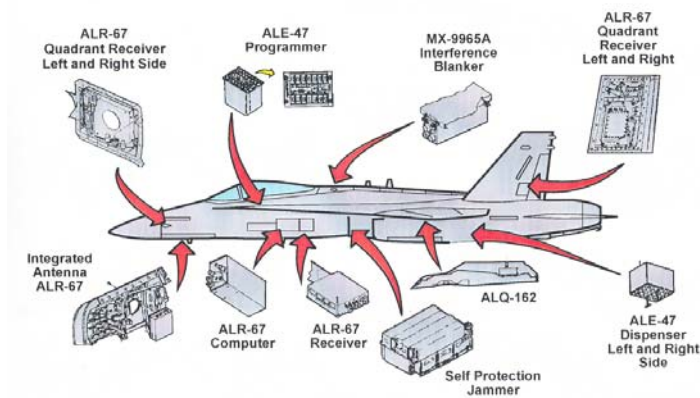
A harci körülmények közötti rugalmas alkalmazkodó képesség megkívánja, hogy a repülőgép vezető lehetőleg egyetlen kapcsoló átváltásával a földi célok elleni fegyverzetről áttérjen légi célok

elleni fegyverek alkalmazásának képességére. A földi célpontok ellen különféle bombák, rakéták szükségesek, a támadó repülőgépek ellen a fedélzetén hordozott rövid- és hosszú hatótávolságú légi harc rakéták biztosíthatnak védelmet.

- Az elektronikus hadviselés eszközeinek beépítése a fedélzeti rendszerekbe.

Ezzel a megoldással a belső elektronikai elemek nem csökkentik a külső fegyvertartókon hordozható fegyverzet mennyiségét, a fegyverzet hatékonyságát. Az ellentevékenységet biztosító rendszer alapvetően két alrendszert integrál magába, a radarbesugárzás jelzőt és a zavarót. A rendszer minimálisan szükséges elemei:

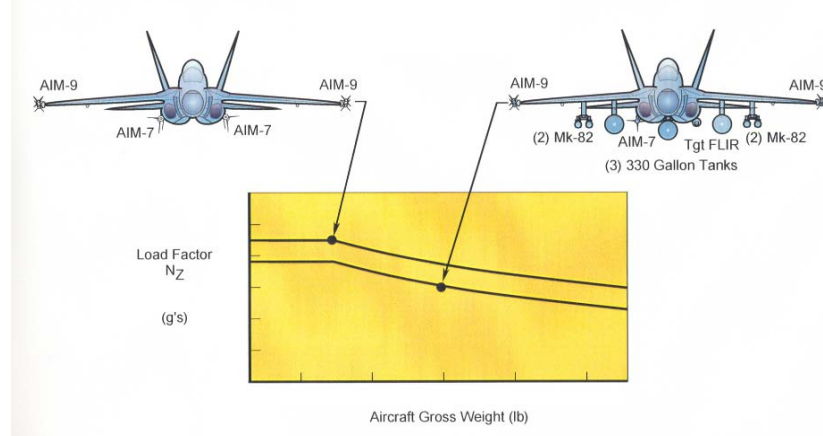
- AN/ALR-67 radar besugárzásra figyelmeztető rendszer;
- AN/ALQ-126B önvédelmi zavaró (szakaszos üzemmódokra);
- AN/ALQ-162 önvédelmi zavaró (folytonos hullámú);
  - AN/ALQ-165 továbbfejlesztett rendszer (minden üzemmódra);
  - AN/ALE-47 félvezető cél kilövő rendszer.



5. ábra. A repülőgép elektronikus önvédelmi rendszernek elemei

- A repülőgép manőverező képességének kiterjesztése minél nagyobb repülési össztömeg esetére.

A jó önvédelmi képességgel rendelkező repülőgépek a teljes megengedhető túlterheléssel képesek manőverezni már normál felszálló tömeg estén is, azaz feltöltött tüzelőanyag rendszerrel és alapvető önvédelmi fegyverzettel. A minél jobb forduló karakterisztika, a kis fordulósugar a kikerülő manőverek sikerét képesek biztosítani.



6. ábra. A repülőgép tömegének hatása a manőverező képességre

- Egyéb, a védelem hatástalanítására szolgáló rendszerek integrálása a repülőgép elektronikus rendszerébe.

E feladatok elsősorban olyan eszközöket igényelnek, melyek a megtámadni kívánt ellenséges területen elhelyezkedő védelmi rendszereket „lefogják”, bénítják, elnyomják. A feladatot teljesíthető külső függesztésű, speciális konténerrel repülve (ALQ-119, ALQ-131, ALQ-184), esetleg egy olyan vegyes kötelék összeállításával melyben található 1-2 speciális zavaró- lefogó repülőgép a csapásmérő repülőgépek mellett.



7. ábra. ALQ-131 zavarókonténer a törzs alatt

## 2.3 A SZERKEZETI SÉRÜLÉSEK KÖVETKEZMÉNYEIT CSÖKKENTŐ LEHETŐSÉGEK

A harcászati repülőgépek sérülésállóságát napjainkban a következő módszerekkel próbálják minél magasabb megbízhatósággal biztosítani.

- A korszerű szerkezeti anyagok alkalmazásával a sárkányszerkezet sérülésállóságának növelése

Az egyre inkább elterjedő kompozit anyagok nagy előnye a hagyományos duralumínium vagy acél szerkezeti anyagokkal szemben nem csak a kisebb súly mellett megvalósítható nagyobb szerkezeti szilárdság, hanem a szerkezet nagyobb merevsége, kifáradásra való érzéktelensége is. A nagyobb merevség hatására a felületek lövedék vagy repesz találat hatására sokkal kisebb mértékben deformálódnak, kisebb marad a roncsolt zóna, kevesebb a sérült berendezés.



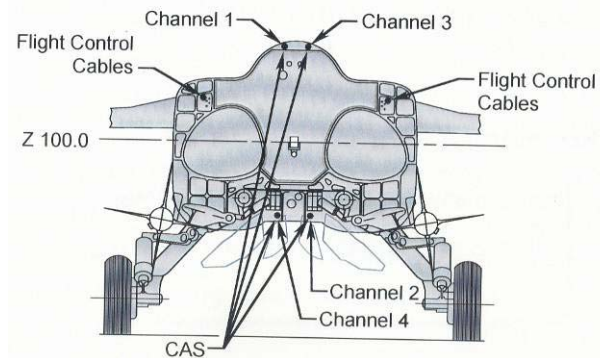
8. ábra. Kompozit anyagok a korszerű katonai repülőgépeken

- Az elektromos rendszerek, áramforrások duplikálása révén sérülések, meghibásodások esetén is van lehetőség a fontos elektromos berendezések árammal való ellátására.

A gyakorlatban a repülőgépeket két, önálló meghajtással rendelkező generátorral szerelik fel, és emellett egyenáramú energiaforrásként akkumulátorok valamint „APU” is rendelkezésre áll.

- A repülőgép vezérlőrendszerének négyszeres biztosítása

A három, esetenként négyszeres közvetlen elektromos kapcsolat mellé tartalékként mechanikus rendszert is kiépítenek.



9. ábra. A repülőgép vezérlőrendszere csatornák széttelepítése a túlélőképesség fokozása érdekében

- A tüzelőanyag rendszer védelme a robbanástól, illetve a fedélzeti tűz lehetőségétől.

Egyes repülőgépgyártók szerint a leghatékonyabb és bizonyítottan leghatékonyabb védelmi megoldás, ha a tüzelőanyag rendszer csővezetékeit nem hagyják szabadon, hanem ún. üzemanyag cellákban vezetik a megfelelő helyekre. Természetesen itt is találkozunk alkatrész többszörözéssel, például szivattyúk esetében. További biztonsági megoldás a törzstartályokhoz kapcsolódó habképző alrendszer, mely tűzelfojtó üregkitöltő habot juttat a tartályok szabad tereibe szükség esetén. A szárnyakban található tartályokhoz robbanás elfojtó hab kerülhet. Más repülőgépgyárak elegendőnek tartják a tüzelőanyag tartályok semleges gázzal való feltöltését tűzveszély esetén.

- A hidraulika rendszer védelme

A hidraulikus rendszerek esetében szintén a többszörözés, a párhuzamos alrendszerek kialakítása a szokásos eljárás. Két hidraulika tartály alkalmazásával két esetleg három független hidraulika rendszert hoznak létre, négy hidraulikus ággal. A rendszer biztonságos működtetése érdekében elzáró szerkezeteket építenek be a megrongálódott vezeték szakaszok lezárására, a folyadéktartályokba folyadékszint érzékelőket helyeznek el az elfolyás, elszivárgás figyelésére.

- Tűzoltó rendszer hatékonysága
- Hajtómű védelme, a szükséges tolóerő biztosítása

Napjaink egyik el nem döntött nagy kérdése az „egy hajtómű- két hajtómű alkalmazásának kérdése. A kéthajtóműves nézetet vallók szerint a biztonság egyik alappillére, hogy egy rakétatalálat esetén, ha az egyik hajtómű leáll, a másik még működőképes marad valószínűleg és biztonságos továbbrepülést, menekülést tesz lehetővé. További biztonságot fokozó megoldás, ha a hajtómű kompresszora, turbinája erős acélborítást kap, tűzérezelő és oltó rendszert építenek ki a hajtómű terében, valamint a tüzelőanyag tápvezeték elzárásának lehetőségét is megteremtik

- A fedélzeti életkörülmények biztosításának biztonságos megoldása



A korszerűnek tekinthető repülőgépek fedélzetéről elhagyták az olyan rendkívül robbanásveszélyes elemeket, mint például a folyékony oxigén rendszer, ehelyett a biztonságosnak tekinthető oxigén előállító berendezést (OBOGS) alkalmazzák a pilóták számára nagymagasságban szükséges.

### **3. EGYÉB, A TÚLÉLŐKÉPESSÉGET MEGHATÁROZÓ KÉPESSÉGEKHEZ SOROLHATÓ MŰSZAKI JELLEMZŐK**

Az ellenséges támadások klasszikus célpontjai a repülőterek, azok létesítményei, többek között a leszállópályák. A rövid leszállópályára történő leszállási képesség, a minimalizált földi kiszolgáló eszköz szükséglet, a széttelepült üzemeltetésre való alkalmasság, a gyors előkészíthetőség, újrafegyverzés, az autótutakról történő felszállási képesség mind- mind a háborús hatékonyságot növelheti.

Repülőgép típus	F-18C	F-16C	JAS-39C	Mirage-2000-5	MIG-29 SE
A szükséges leszállópálya minimális hossza (m)	780	760	500	690	600
Nekifutási úthossz (m)	360	500	350	460	300

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

Napjainkra jellemző gazdasági törekvés minden vállalt részéről, hogy új eszközök beszerzése vásárlása előtt igyekszik minél több és hiteles információt beszerezni az érdeklődési körébe eső termékekről. Minél bonyolultabb a rendszeresítendő gép vagy éppen rendszer, annál nehezebb a reális előzetes értékelés. Katonai eszközök esetében külön nehézséget jelenthet a „Titkosítás” alá eső teljesítmény adatok megkérése. A korszerű gazdasági döntésmechanismusok vonatkozó eljárásainak átültetése, a többszemponos döntésmélet módszereinek alkalmazása révén úgy tűnik jó eséllyel előzetes értékelés készíthető a beszerzési eljárás korai fázisában is. A harcászati repülőgépek új elveken történő értékelése lehetőséget ad a korszerű repülő eszközök közötti kis különbségek kimutatására is.

A negyedik generációs repülőgépeket gyártók nézeteit összefoglalva, amennyiben egy adott repülőgép túlélőképességét és a vele szorosan összefüggő önvédelem minőségét boncolgatjuk, a következő, meghatározó elemek vizsgálandók:

- a repülőgép radar besugárzásra figyelmeztető rendszere (RWR);
- a repülőgép zavarótöltet kivető rendszere (CMD�);
- elektronikus veszély -jelző rendszer (ECM);
- elektronikus rádiótechnikai lefogás rendszer;
- lopakodó kialakítás;
- manőverező képesség;
- szerkezeti sérülésállóság;
- széttelepült üzemeltetésre való alkalmasság;
- rövid fel- és leszálló pálya szükséglet.

Az ismertetett jellemzők megvizsgálása, elemzése révén objektíven értékelhetünk, összehasonlíthatunk repülőgép típusokat. Az elemzés szempontenkénti pontszám meghatározás érdekében történik.

Példa a hatásos lokátorsugárzás visszaverő felület ( $A_{ckv}$ ) szerinti értékelésére:

Repülőgép típus	F-18C	F-16C	JAS-39C	Mirage-2000-5	MIG-29 SE
$A_{ckv}$ (m <sup>2</sup> )	~3	~2.5	~1.5	~3	~2.5
Értékelési pontszám	70	80	100	70	80

Az értékelő lépéseket valamennyi megfogalmazott szempont szerint el kell végezni. Amennyiben valamely paraméter nem számszerűsíthető közvetlenül, a verbális értékelésekre kidolgozott módszer szerint kell eljárni, vagyis Kiváló, Jó, Megfelelő, Nem megfelelő érték kategóriákat kell definiálni, és hozzárendelhető pontszámokat kell rögzíteni.

Repülőgép típus	F-18C	F-16C	JAS-39C	Mirage-2000-5	MIG-29 SE
Adatkapcsolati rendszer minősítése	Jó	Jó	Kiváló	Jó	Jó
Értékelési pontszám	90	90	100	90	90

A repülőgép típusok végső, összegzett megítélése a részmutatók pontszámainak átlagolása alapján történik.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] Clementson R.: A JAS 39-es összehasonlítása az F-16-os és Míg-29-essel. Tanulmány.
- [2.] Dr.Óvári Gy.: Vadásziprepülőgépek hatékonysági mutatói, ZMNE, Budapest, 2001.
- [3.] F-16 Aircraft for the Defense of Hungary , US Government , 1995 [4.].
- [4.] VARGA, F.: A légi harc változása az I. világháborútól napjainkig, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Phd értekezés, Budapest, 2001.
- [5.] F/A-18 COMBAT SURVIVABILITY . MCDONNELL DOUGLAS AEROSPACE PROPRIETARY.
- [6.] Aircraft Characteristics. Burdeshaw Associates, Ltd. Bethesda.

## RESUME

The article shows the actual views of aircraft manufactures connected with the theme determined by the title. It is sketched the determination of survivability concept, and the 3 main technology areas, which can influence it. The author analyses several aircraft types to show the appreciate of the survivability too.