

A GRIPEN HOTAS- ÉS KIJELZŐ- RENDSZERE

A Magyar Légierőnek szánt JAS 39 EBS HU repülőgépek fedélzetén rendszeresített korszerű ember-gép kapcsolati rendszer¹ legfontosabb elemei a botkormányon és a gázkaron elhelyezett kapcsolók² és a pilótafülke négy legfontosabb kijelzője³. Az MMI tanulmányozása nélkülözhetetlen a repülőgép-vezető tevékenységi környezetének (munkahelyének) megértéséhez, különös tekintettel arra, hogy a Magyar Légierőben a Gripen az első repülőgéptípus, amelynek pilótafülkéjét ilyen elvek szerint alakították ki. Ez a tény önmagában szemléletbeli változtatást tesz szükségessé, hiszen a tradicionális feladatok mellett a repülőgép-vezetők rendszermenedzserei teendőire helyezi a hangsúlyt. Hasonlóképpen, az új technológiának kiképzési és repülésbiztonsági implikációi is vannak.



1. ábra A második generációs Gripen pilótafülkéje

Fotó: Gripen International

¹ MMI – Man/Machine Interface

² HOTAS – Hands On Throttle And Stick

³ HUD – Head Up Display, FDD – Flight Data Display, HSD – Horizontal Situation Display, MSD – Multi Sensor Display

A PILÓTAFÜLKE KIJELZŐI

A második generációs Gripen vadászpilóta⁴ pilótafülkéjében az EP-17-es kijelző-rendszeren belül négy fő kijelző található, melyeket két csoportba lehet sorolni. Az elsőbe a műszerfal tetején, a szélvédő mögött elhelyezett szemmagasságú kijelző (HUD) tartozik, mely a korszerű ergonomikus elveknek megfelelően megjeleníti a repülőgép-vezető számára legfontosabb, illetve leggyakrabban ellenőrizendő információkat. A másik csoportba a műszerfalra szerelt három többfeladatú, színes kijelző sorolható, melyek több, részletesebb információt szolgáltatnak, mint a HUD, funkciójuk változtatható és a képernyők szélén lévő nyomógombokkal lehetővé teszik a fedélzeti rendszerek vezérlését és konfigurációját. [1] A képernyők működése integrált, igény szerint átvehetik egymás szerepét.



2. ábra A HUD, az FDD, a HSD, és a MSD

Fotó: Gripen International

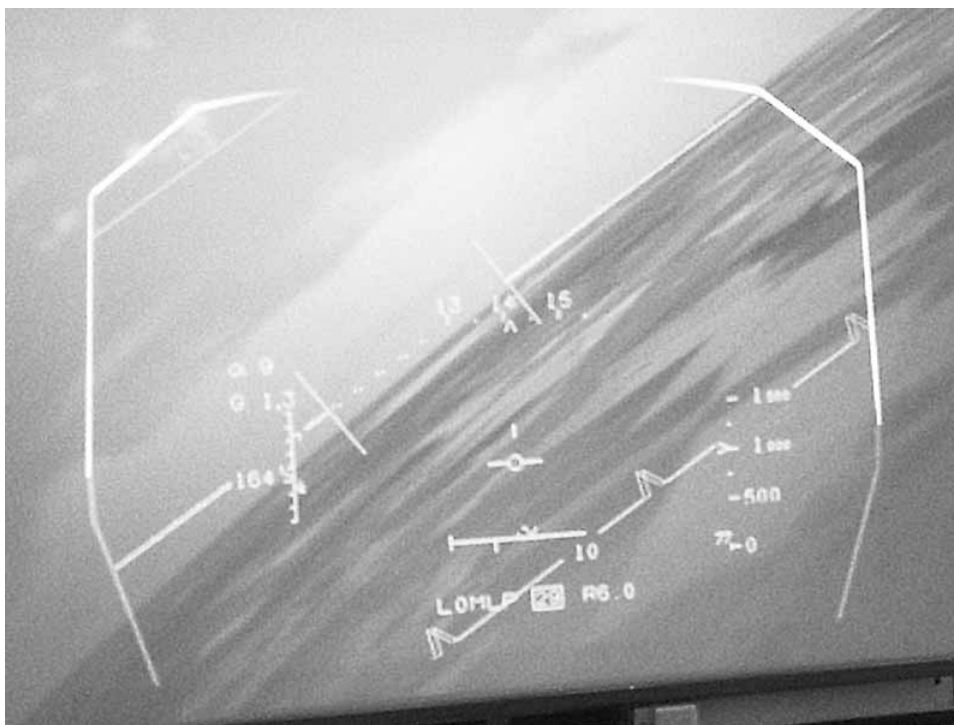
Az első generációs Gripenhez⁵ képest az új képernyőrendszer felülete mintegy másfélszer nagyobb, jobb ergonomiai kialakítású, több információt közölhet, ugyanakkor az alkalmazott technológiának köszönhetően olyan működési megbízhatóságot mutat, hogy elhagyhatóvá váltak a hagyományos kialakítású tartalék műszerek. A rendszer felépítése ennek megfelelően redundáns, meghibásodás esetén lehetséges működtetése tartalék energia- és adatforrásokból. [2]

⁴ JAS 39 C/D, ennek exportváltozatát EBS-nek, azaz Export Baseline Standard-nak hívják

⁵ JAS 39 A/B

A szemmagasságú kijelző

A második generációs Gripen szemmagasságú kijelzője lényegében változatlan maradt a korai A/B gépekhez képest, eltekintve a megjelenítés és az alkalmazott szimbólumok módosításától, mely a rendszerszoftver folyamatos fejlesztéséből adódik. A HUD a diffrakció elvére alapuló kijelző: a ferdén elhelyezett speciális üvegre alulról egy katódsugárcsőves képernyő vetíti a képet, ám közben az előre történő kilátás biztosítva marad. [1]



3. ábra A szemmagasságú kijelző egy szimulátorban

Fotó: A szerző felvétele

Bár a szemmagasságú kijelző a hagyományos célzókészülék fejlesztésének eredményeként már több évtizede megtalálható a harci (újabbán a civil) repülőgépek fedélzetén, a Gripen fedélzetén alkalmazott, nagy látószögű⁶, amerikai gyártmányú típus⁷ illetve az alkalmazott megjelenítés módja összegzi a korábbi HUD-fejlesztések és alkalmazások során felhalmozott tapasztalatokat. A HUD egység speciális üvege előtt tévékamera is elhelyezésre került, mely a gép előtt látható teret rögzíti. Később a HUD ugyancsak rögzített szimbológiájával keverve megfelelő objektív kontroll is biztosítható. [1]

A HUD-on megjelenő repülési adatok alapvetően az elsődleges repülési adatforrásból származnak, melyek az adatbuszon keresztül kerülnek a DP2-es⁸ képernyőprocesszorba, ahol a megjelenítendő információt létrehozzák. [2]

A HUD szimbológiájának egy érdekes és rendkívül praktikus eleme egy rendkívül egyszerű besugárzásjelző-indikáció, mely a prioritást élvező fenyegetés irányát mutatja meg közvetlenül a pilóta látómezejében. Egy kereszt origója szimbolizálja a saját repülőgép helyzetét, a négy térfél pedig a jobb és bal mellső, illetve jobb és bal hátsó légtérrel mutatja, amiben megjelenik a fenyegetés típusára jellemző szimbólum. [3]

⁶ 28 fok oldalszög, 20 fok helyszög szerint

⁷ Kaiser Electronics

⁸ Az EP-17-es képernyőrendszerben két képernyőprocesszor (Display Processor) állítja elő a megjelenítendő információt.

A többfeladatú színes kijelzők

A műszerfalán elhelyezett színes, többfeladatú, 158x211 milliméteres (6x8 inches) kijelzők aktív mátrix technológián alapuló folyadékkristályos képernyők⁹, melyek megbízhatóságban jelentős előrelépést biztosítottak az első generációs Gripenekben használt monokromatikus katódsugárcsöves képernyőkhöz képest. Ugyanakkor láthatóságuk könnyebben biztosítható a változó külső megvilágítás függvényében, valamint éjjellátó szemüvegek¹⁰ használatakor. Nagyobb felületük és színeik több információ ergonomikus megjelenítését teszik lehetővé anélkül, hogy zsúfoltságot, információs túlterhelést¹¹ okoznának. A felbontás lehetséges SVGA (800x600) illetve XGA (1024x768) minőségben, bár általánosságban az előbbit használják. [2] Bár a Saabtech elektronikai részleg is állít elő ilyen képernyőt MFID 68 jelöléssel [5], 2001-ben a gépeket előállító svéd gyár az amerikai L-3 Communications céggel kötött tízmillió dolláros szerződést a kijelzők szállítására. A tengerentúli példányok megfelelnek a MIL-STD-810-ben támasztott követelményeknek [6].

A képernyők keretén található húsz-húsz nyomógomb útján változtatható a kijelzők konfigurációja, de egyben vezérelhetők azok a fedélzeti rendszerek is, melyek adatai megjelennek. A képernyőkereten egy-egy fényerő, illetve kontrasztszabályzó kapcsoló illetve két-két külső fényerő-érzékelő is megtalálható. [2] Mivel a megjelenítésnek csak az alkalmazott programok szabnak határt, igény szerint, hardwaredőmosítás nélkül folytatható a fejlesztés: az FDD-n például igény szerint analóg műszerek is megjeleníthetők, ami megkönnyítheti a hagyományos pilótafülke-műszerekkel felszerelt repülőgéptípusokról történő átképzést¹². A képernyőkön megjelenő információkat digitális memóriába rögzítik MP2 formátumban, legfeljebb kilencven percig. [1]

A repülési adatok kijelzője

A rendszer normális, vagy alap-konfigurációban történő működése során a bal oldalon lévő Repülési Adatok Kijelzője (FDD) szolgál a repüléssel, a sárkány- és hajtóműrendszerrel kapcsolatos, a harcfeleladat végrehajtásával csak közvetve összefüggő információk megjelenítésére. Megtalálható itt a műhorizont, a sebesség/Mach-szám mérő, a magasságmérő, az állásszög- és túlterhelésjelző, a hajtómű-tolóerő százalékos kijelzése, illetve az üzemanyag-maradék is. A harcászati fontos információk közül általában itt kerülnek megjelenítésre az elektronikai harc rendszer (besugárzásjelző) adatai, illetve a függesztmény-konfiguráció is.

Mivel az FDD által prezentált adatok létfontosságúak, érdemes röviden megismerni különleges szükséghelyzeti funkciójával, mely kiváltja a hagyományos tartalék műszereket. Ez a funkció, melyet képes mindhárom többfunkciós képernyő ellátni, akkor is rendelkezésre áll, ha a fedélzeti elektronika nagyrészt üzemképtelenné válik, vagy a fedélzeti számítógépek és rendszerelemek közti kommunikációt biztosító MIL-STD-1553 adatbuszok felmondják a szolgálatot. Míg normális üzem közben alapvetően az adatbuszra „felfűzött” elsődleges repülési adatforrásból a DP1-es képernyőprocesszor állít elő megjeleníthető információt, addig szükséghelyzetben a másodlagos források kerülnek előtérbe. Ebben az esetben azonban az adatbuszok helyett egy RS485 mintájú soros csatlakozást, és a többfeladatú színes kijelzőkbe már beépített önálló processzort használják. Ez a kapcsolat és ez a számítástechnikai kapacitás biztosítja a repülési adatok megjelenítésének redundanciáját. Az FDD felületén a tartalék funkció automatikusan működni kezd, ha a fő adatbusz vagy a DP1-es képernyőprocesszor meghibásodik, illetve leáll a fedélzeti váltóáramú rendszer (például a hajtómű leállásakor). A tartalék funkció ettől függetlenül manuálisan is aktiválható (bármelyik képernyőn egy billentyű megnyomásával), és működőképes marad egészen addig, amíg legalább a gép akkumulátorai működnek. [2]

A rendszer kialakítása ugyanakkor lehetővé teszi, hogy a repülési adatok két forrásának összevetését – melyet az első generációs Gripen fülkéjében csak a pilóta végezhetett – automatikusan

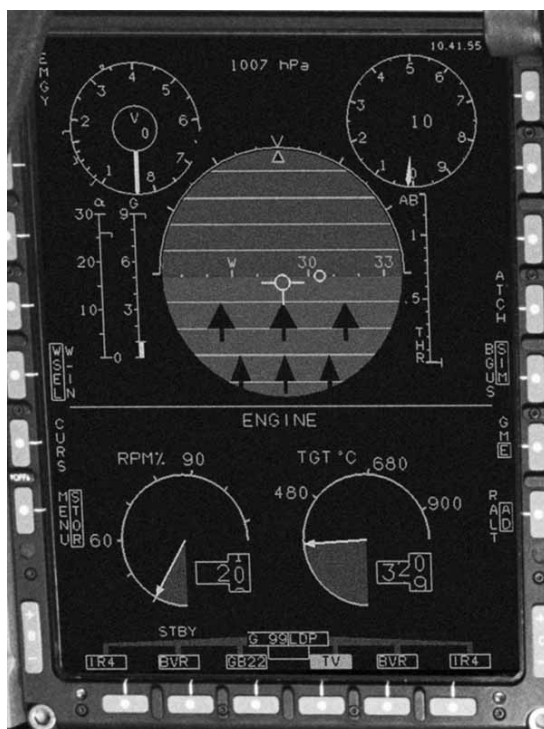
9 AMLCD – Active Matrix Liquid Cristal Display

10 NVG –Night Vision Goggles

11 Information overload – az integrált fedélzeti kijelzőrendszerek fejlesztésének egyik legnagyobb kihívása, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű információt jelenítsenek meg a szükséges pillanatban. Az „információdömping” egy szinten túl a hatékonyság csökkenéséhez vezet

12 A 2005 januárjától a satenasi F7-es repülőezrednél átképzését folytató magyar oktatócsoport tagjai már szereztek tapasztalatokat integrált kijelzőrendszerekkel az NPTC Hawk 115 és az Aero Vodochody L-159-es repülőgépén

oldják meg és figyelmeztetést küldjenek, ha eltérés mutatkozik. Erre akkor van szükség, amennyiben a képernyőfelületet főként harcászati célokra (például besugárzásjelző indikátorként) kell igénybe venni, azaz nincs lehetőség két készlet műszer megjelenítésére. A vizuális összevetést ebben az esetben a HUD adataival lehet megtenni, mely mindig a másik adatforrást használja az FDD-hez képest – hacsak nem maga az adatforrás hibásodott meg. Amennyiben nincs szükség harcászati információk megjelenítésére az FDD-n is, továbbra is lehetséges a pilóta részéről történő összevetés magán az FDD-n: ilyenkor az képernyő felső egyharmadában a másodlagos repülési adatforrások adatait jelenítik meg a „másodlagos adatforrás összevető üzemmód”¹³ keretében. A képernyő alsó kétharmadában a „normál repülési adatok üzemmód”¹⁴ keretében az elsődleges adatforrásokból származó információkat prezentálják. [2]



4. ábra A repülési adatok kijelzője (FDD)

A 4. ábrán az FDD egy másik konfigurációja látható. Felül a normál repülési adatok kijelzője jelenik meg, sebességgel, magassággal, barometrikus nyomással, állásszöggel, túlterheléssel, műhorizonttal és tolóerővel. Figyelemre méltó, hogy a műhorizontra integráltak egy iránytűskálát is. Alul a hajtómű fordulatszám százalék, illetve a gázhőmérséklet pontos kijelzése, illetve a függesztmény-konfiguráció látható.

A harcászati helyzet kijelzője

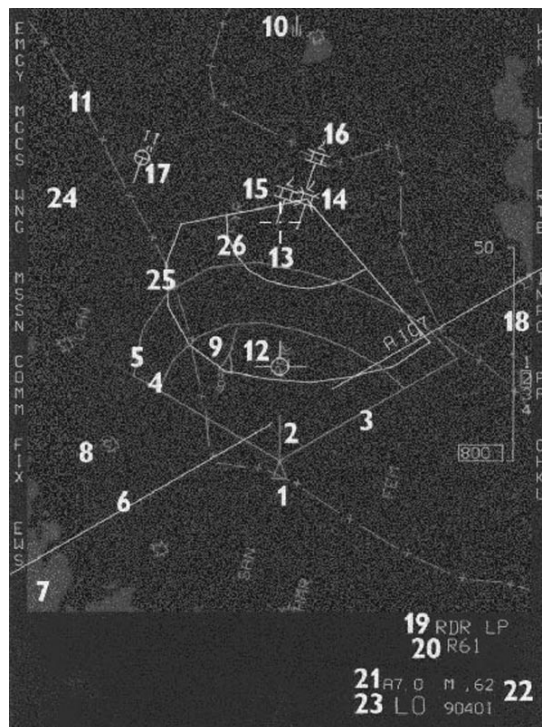
Középen alul a digitális térképre vetített harcászati helyzet jelenik meg az úgynevezett Horizontális Helyzet Kijelzőn (HSD). A digitális térkép formátuma, a megjelenített részletek mennyisége változatható, miként a térkép léptéke is. Ezen a kijelzőn megjelennek a saját szenzorok által felderített célok, illetve megfelelő, elkülönített szimbológiával az adatátviteli rendszeren kapott célok is. Ugyancsak az adatátviteli rendszerből származó adatok alapján a saját kötelékben lévő gépek is megjelennek itt, a velük kapcsolatos fontosabb (üzemanyag, fegyverzet) információkkal együtt. Külön

13 Secondary Sensor (SS) Monitor Mode

14 Standard Flight Data Mode

figyelmet érdemel az ellenséges légvédelmi rendszerek illetve repülőgépek fegyverzetének alkalmazását jellemző adatok (indítási zónák) kijelzése.

Az 5. ábrán számokkal jelöltük a HSD jellegzetes kijelzéseit és szimbólumait.



5. ábra A szenzorok kijelzője (MSD)

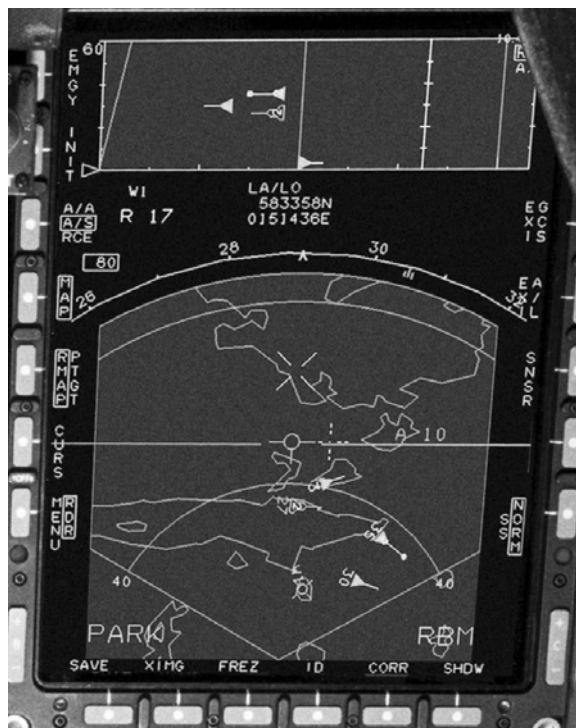
- 1. Saját gép szimbóluma
- 2. Saját gép sebességvektora
- 3. A saját gép lokátorának letapogatási zónája
- 4. A manőverező célok elleni indítási zóna határa
- 5. Az indítási zóna külső határa (nem manőverező célok esetében)
- 6. Műhorizont
- 7. Digitális térkép
- 8. ?
- 9. Saját cél
- 10. Programozott fordulópont
- 11. Frontvonal
- 12. A műhorizont sebességvektora
- 13. A HOTAS által működtethető kurzor
- 14. Kiválasztott cél
- 15. Másodlagos cél

- 16. Harmadlagos cél
- 17. Negyedleges cél
- 18. Méretarány
- 19. Radarüzemmód kijelzése
- 20. A kiválasztott cél távolsága
- 21. A kiválasztott cél magassága
- 22. A kiválasztott cél Mach-száma
- 23. A cél jelölése
- 24. A lokátorkijelző léptékének külső határa
- 25. A kiválasztott cél indítási zónájának külső határa
- 26. A kiválasztott cél manőverező célok elleni indítási zónájának határa

A szenzorok kijelzője

Jobb oldalon a harcfeladat végrehajtásához szükséges fedélzeti szenzorok (elsősorban a radar) adatai jelennek meg (MSD). A radarkép megjelenítése szektoros PPI-típusú, azaz szög- és távolságtartó¹⁵. A kijelző felső részén a felderítési zóna függőleges metszete is megjelenik, hasonlóan a földi telepítésű magasságmérő lokátorok E-típusú indikátorához. A más ország vadászpilótáinak nem alkalmazott prezentáció sajátos kísérlet a megjelenítés három dimenzióssá tételére. [4]

Az MSD-n jeleníthető meg a gépre függesztett célfelderítő/célmegjelölő konténer, a Zeiss Optronik-Rafael Litening IIIG által készített kép, aminek a célpont-azonosítás céljára történő teljes kihasználásához lehetőséget nyújt a képernyő nagy pixelszáma.



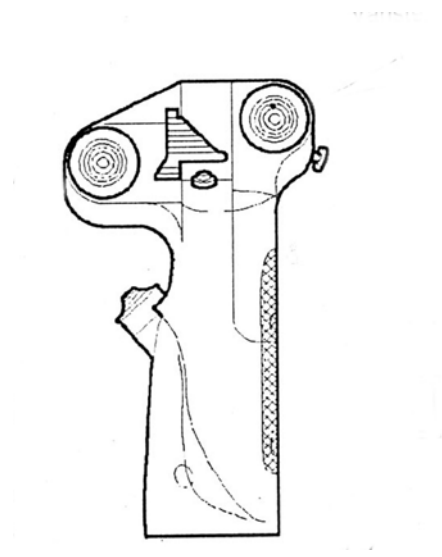
6. ábra A szenzorok kijelzője (MSD)

¹⁵ Miként másutt, a Svéd Légierőben is vita zajlott a kijelzés típusáról. Miután a Viggen légi harc-üzemmódjai esetében kitérőt tettek a B-típusú kijelzés irányába, a Gripennél visszatértek a PPI-hez. Ennek elsődleges oka, hogy a radarkijelző kompatibilis legyen a taktikai helyzet kijelzésével, a különbség ne okozzon zavart

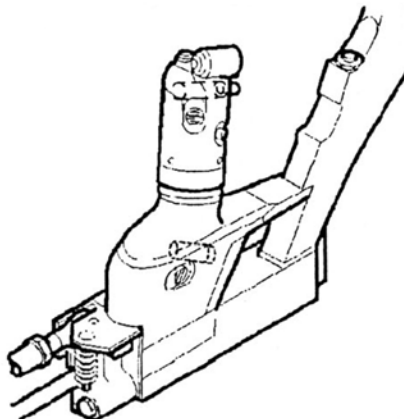
A botkormányon és a gázkaron lévő kapcsolók

A fedélzeti rendszerek repülés (többek között nagy túlterhelés) közben történő gyors és megbízható kezelését szolgálják a gázkaron és botkormányon található kapcsolók. A kiterjedt HOTAS megjelenése a 70-es évek elején a HUD-hoz hasonlóan egyfajta ergonómiai forradalmat eredményezett a harci repülőgépek pilótafülkéjében. A Gripen esetében a kijelző-rendszer és a HOTAS kifejlesztése során felhasználták az elmúlt évtizedek tapasztalatait és fokozták integráltságukat. Az ergonómikus elrendezés kialakításához szilárd alapot nyújtottak a különböző iparágakban (elektronika, építőipar, bútoripar) szerzett idevágó svéd tapasztalatok.

A kijelző-rendszerek és a HOTAS integráltságára többek között rávilágít az a tény, hogy a HOTAS egyes kapcsolóinak funkciói lényegében változatlanok maradnak a kijelzők üzemmódjától és konfigurációjától függetlenül. A gázkar-markolat kitéríthető felső része nemcsak egy, hanem az összes kijelzőn is biztosítja a kurzor mozgatását: az egyik képernyőn véghelyzetbe kitérített kurzor „átugrik” a mellette lévő kijelzőre. [4]



7.ábra A botkormány (ministick)



8.ábra A gázkar és a kurzorként szolgáló felső markolat

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SAABTECH: Gripen Display System Providing superior situational awareness, SaabTech AB 2004 (TS0479)
- [2] SAAB AEROSPACE: A képernyőrendszer tervezői által az Aerosense 2000 kiállításra készített konferenciaanyag publikus kivonata, Linköping, 1999-09-09
- [3] A szerző saját jegyzetei a Gripen avionikai demonstrátorán szerzett tapasztalatairól, Kecskemét, 2003. május 20.
- [4] A szerző saját jegyzetei a svéd anyagtechnikai és beszerzési hivatal, az FMV repülőkísérleti központjában tett látogatásáról, Linköping, 2005. január 24.
- [5] SAABTECH: Multi-Purpose Display MFID 68, SaabTech AB, 2003 (TS0391)
- [6] L-3 COMMUNICATIONS: L-3 Communications awarded displays contract for JAS 39 Gripen aircraft, New York, November 7. 2001.