

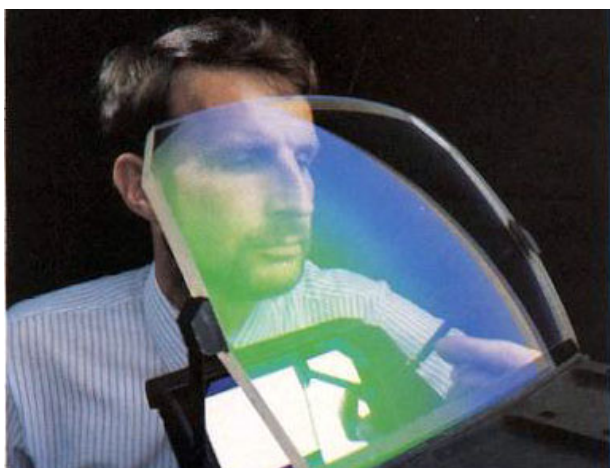


BEVINGAT

Flygtekniska föreningens tidskrift • Nr 3/2012

Utveckling av siktlinjesindikatorer till JA37 och JAS39

Göte Svedenkrans, som i år tilldelades Thulinmedaljen i silver, höll ett föredrag om utvecklingen av siktlinjesindikatorer för militära flygplan vid Flygtekniska föreningens föredragsafton den 11 september på KTH. Följande artikel av Göte Svedenkrans är en sammanfattning av föredraget.



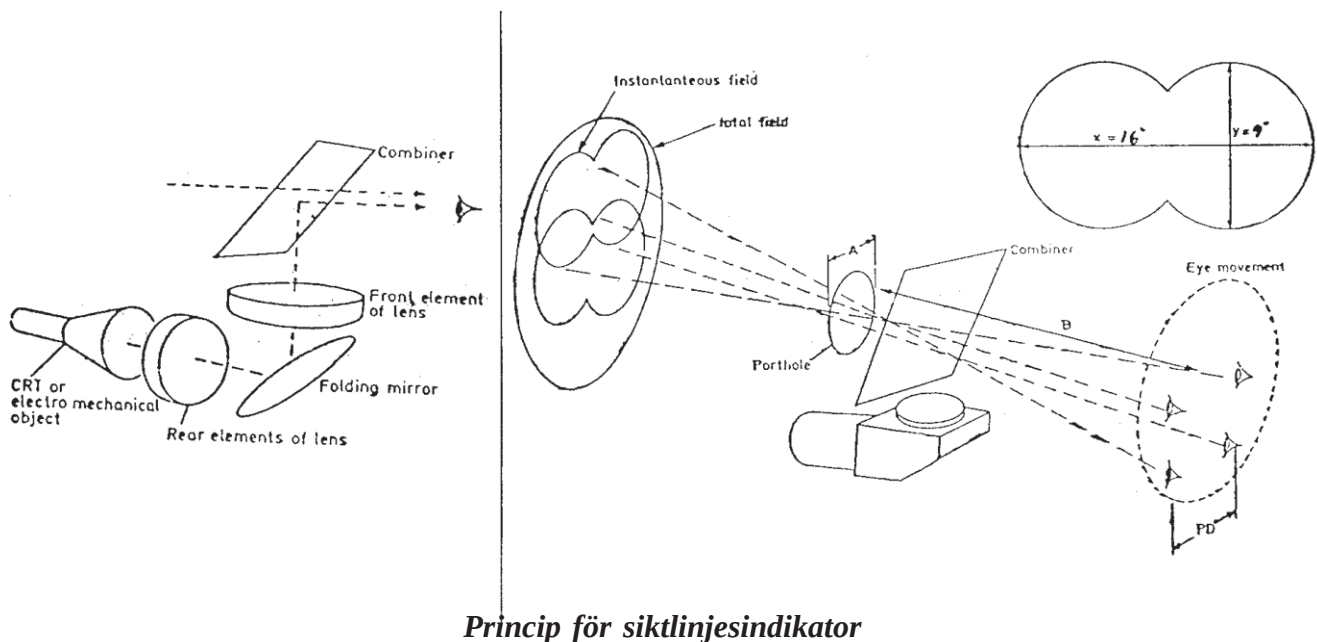
Göte Svedenkrans (bilden) är född 1941 i Trollhättan och gick ut Chalmers elektroteknik/teleteknik 1965. Blev värnpliktig radaringenjör på Robotsystem 68 (Bloodhound). Började på Svenska Radio AB (SRA) 1966 som kommunikationsradio-konstruktör. Från 1972 ansvarig för utveckling av ny siktlinjesindikator till JA37. Fortsatte med denna utveckling för JAS39 och dess färgindikatorer samt spaningskameran i spaningskapsel SPK39. Gick i pension 2009.

Sverige har varit pionjär vid utveckling av elektroniska siktlinjesindikatorer, främst till de svenska flygplanen JA37 Viggen och JAS39 Gripen. Artikeln behandlar denna utveckling sedan 1970-talet fram till den HUD (Head-Up Display) som nu finns i JAS39. Denna verksamhet har också genererat andra "spin-off" produkter såsom HMD (Head Mounted Display) och VID (Virtual Image Display).

Cockpit JAS 39 C/D

Denna cockpit-bild av den senaste versionen av JAS39 domineras av siktlinjesindikatorn och tre färgdisplayer. **Vad är det som är så unikt med siktlinjesindikatorn i JAS39 Gripen?** Arbetet med utvecklingen av siktlinjesindikatorn till det den idag är har möjliggjorts tack vare många duktiga personer hos SRA, hos FMV och hos SAAB samt några leverantörer och samarbets-partner i England och USA.

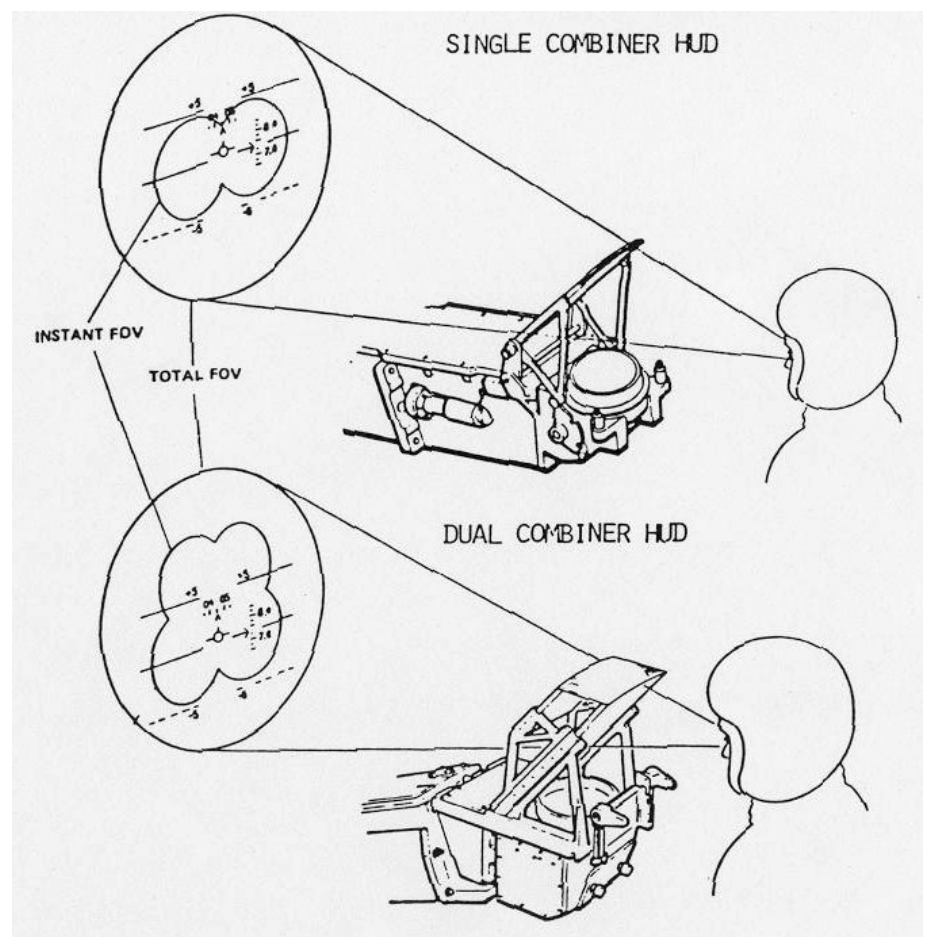




Redan AJ37 Viggen var ett av de första flygplanen som fick ett elektroniskt sikte på 60-talet. Uppspegling av siktessymboler på ett halvgenomskinligt plant glas i siktlinjen hade funnits länge innan dess, t.ex. gyrosikten. Det nya i AJ37 var att symbolerna ritades på ett katodstrålerör och via en optik reflekterades i reflexglaset till pilotens ögon. Den utökade informationen kunde då användas inte enbart för siktning utan också för flygningen, därav namnet **Head-Up Display (HUD)** på engelska. Piloten hade all nödvändig information för flygningen i siktlinjen och behövde inte titta ner på instrumenten. För piloten upplevdes dessa Head-Up symboler som sedda genom **ett fiktivt hål** (porthole) ca 12 cm i diameter, som är optikens öppning, placerat på armlängds avstånd. Detta ger vissa begränsningar som t.ex vid landning, då man vill se symbolerna strax över nos. Piloten måste då hissa upp sig, vilket dock inte räckte, utan en förflyttning nedåt av det fiktiva hålet fick han också göra genom att med en spak på siktet ställa om reflexglasets position till landnings-läge.

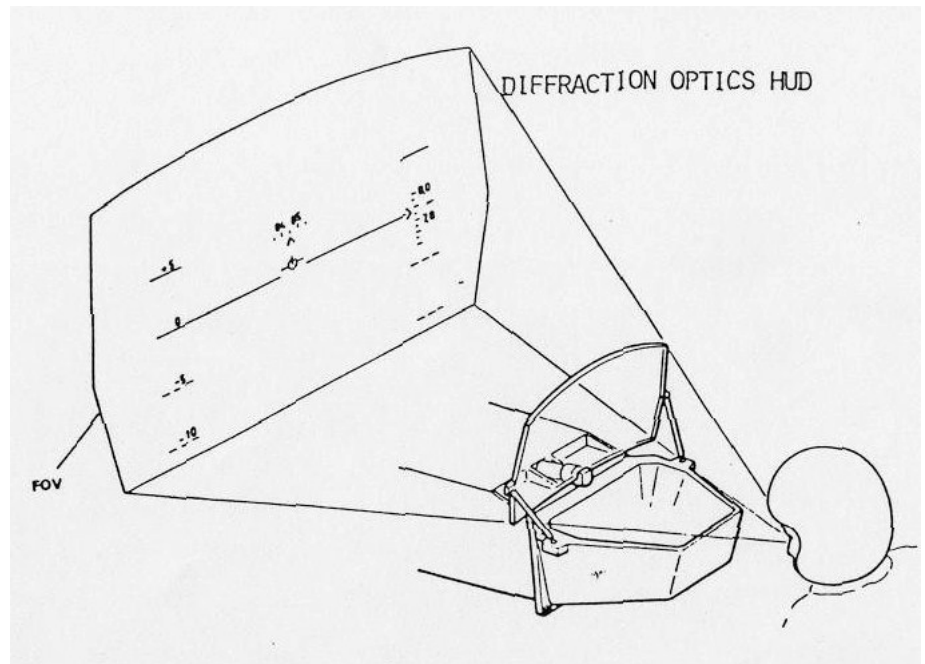
Siktlinjesindikator AJ37 och JA37

När så JA37 skulle ha ett nytt sikte gjordes ett förbättringsarbete, då SRA tillsammans med Smith Industries i England tog fram sofistikerade reflekterande beläggningar på två fast monterade reflexglas. Detta placerade **två fiktiva hål ovanpå varandra**, vilket utökade det vertikala synfältet och piloten behövde inte göra omställningen inför landning utan enbart en mindre upphissning.

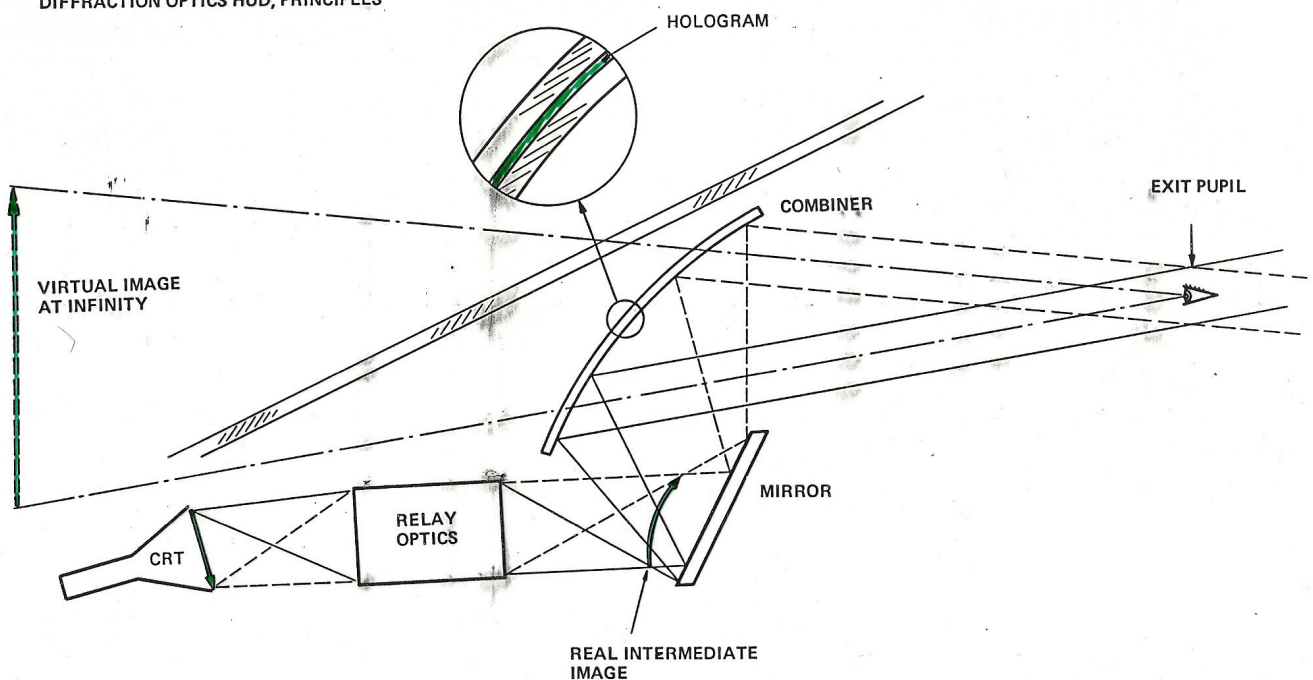


Siktlinjesindikator med diffraktionsoptik

Under 70-talet bedrev SRA på uppdrag av FMV studier och försök för utveckling och förbättring av presentationssystemet i militära flygplan, och detta gällde speciellt för siktlinjesindikatorn. Under dessa studier skapades ett nytt koncept, där det plana reflexglaset ersattes av ett holografiskt krökt reflexglas, som placerade **det fiktiva hålet vid pilotens ögonläge**. Detta gav piloten ett avsevärt större synfält och dessutom bättre genomsikt och högre ljusstyrka och därmed bättre kontrast hos symbolerna mot bakgrunden.



DIFFRACTION OPTICS HUD, PRINCIPLES



Diffraktionsoptik

SRA hade vid den tiden sedan länge ett samarbete med Hughes Aircraft i USA inom andra områden och det visade sig att de kunde tillverka det stora hologram som behövdes för detta koncept. Hologrammet, som är ca 20 mikrometer tjockt, är placerat mellan två glasskivor för att skyddas mot fukt. I hologrammet finns ett diffraktionsmönster in exponerat med avseende på brytningsindex-variationer. Detta hologram fungerar

som en asfärisk spegel inom ett mycket smalt våglängds-område (543 nm). För övriga våglängder är hologrammet transparent. Symbolerna ritas på ett katodstrålerör (CRT), som har en mycket smalbandig fosfor (nästan som en grön laser vid 543 nm). Reflexglaset är i princip det sista optiska elementet innan ögonen och tillsammans med utträdespupillen, som är placerad vid pilotens ögonläge, bestämmer

detta synfältets storlek. 1975 startades ett siktlinjesindikator-samarbete med Hughes Aircraft, som levererade en optik med ett holografiskt reflexglas. SRA integrerade detta i ett presentationssystem, **vilket flygprovades 1977 i en SK37 på FC, Malmslätt.**

Detta blev den först i världen flygande vidvinkliga siktlinjesindikatorn med diffraktionsoptik

Sverige var verkligen pionjärer och tack vare tillgången till denna SK37 Viggen och det nära samarbetet med provflygare från FC och SAAB kunde konceptet utvecklas och förfinas. Sedan 90-talet blev denna typ av siktlinjesindikator etablerad i de flesta moderna stridsflygplan och finns idag även inom civil luftfart. Det var självklart att denna mycket förbättrade siktlinjesindikatortyp skulle användas i JAS39 Gripen, när detta blev aktuellt på 80-talet. Den sitter nu i samtliga versioner av JAS39 och har inte förändrats sedan första serieexemplaret, vilket innebär att ca 250 enheter har tillverkats.

En jämförelse med siktlinjesindikatorn i JA37 visar följande:

Transmission för ögat: JA37 har 70%
 JAS39 har 85%

Ljusstyrkan är 3 till 4 gånger högre hos JAS39.

Siktlinjesindikatorn i JAS39 har ett avsevärt större område där symbolerna ses med två ögon (överlappande synfält) jämfört med konventionell siktlinjesindikator (JA37). Detta ställer stora krav på anpassningen av optiken mot omvärlden för att minimera parallaxproblem. Det är omvärlden sedd genom frontrutan, som symbolerna skall anpassas till. Frontrutan är ett tjockt lutande koniskt format krökt element och fungerar som en negativ lins i horisontalplanet men har ingen brytkraft i vertikalplanet. Detta innebär att ett mål i oändligheten sett genom rutan förefaller att ligga på ca 15 meters avstånd i horisontalplanet men i oändligheten i vertikalplanet. Således en kraftig astigmatisk omvärld. För att undvika parallax måste då symbolerna i siktlinjesindikatorn också göras astigmatiska. Detta kräver normalt ett asfäriskt linssystem, vilket är dyrt. Denna asfäriska kompensation har därför lagts in i

hologrammet i reflexglaset, och därmed behövs inga asfäriska linselement i optiken.

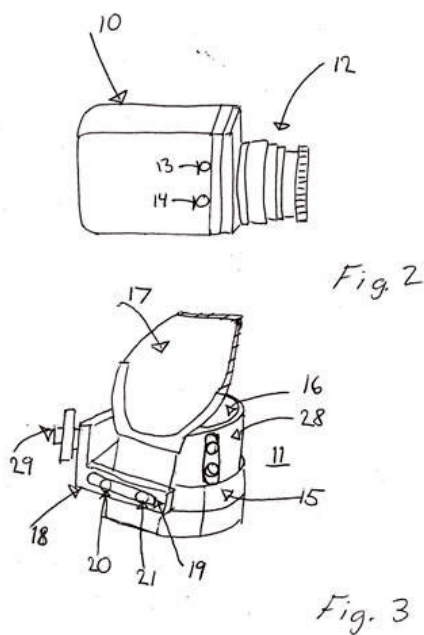
Trenden för **framtida siktlinjesindikatorer** tycks vara en uppgradering av befintlig indikator, där man behåller reflexglas, optik och chassi. Katodstråleröret med tillhörande högspänningsaggregat och drivelektronik byts då ut mot en digital videoprojektor.

HMD (Heade Mounted Display) integrerad i en hjälm med ett noggranhjälmpositionerings-system finns nu som komplement till en mindre fast monterad siktlinjesindikator. I F35 (JSF) har man helt ersatt siktlinjesindikatorn med ett sådant system.

Nya siktlinjesindikatorkoncept bygger på digitala videoprojektorer och enklare optikkonstruktioner. Ett exempel är SAAB/EDS i Jönköping som utvecklat RIGS-HUD för helikopter och affärsflyg. Denna har en videoprojektor och finns i många olika konfigurationer.



RIGS-HUD



Thermal Vision System

En "spin-off" effekt från studier och siktlinjesindikatorverksamheten är huvudmonterade displayer (HMD). Ett exempel är ett mini-sikte monterad i en andningsmask med en IR-kamera (Patent 524 890), som hjälper rökdykaren att hitta människor i mörka rökfyllda lokaler. Han kan också lokalisera heta områden och bedöma risk för övertändning och explosion. I andningsmasken framför ena ögat sitter ett minisikte bestående av en OLED-display (liten som ett frimärke 800x600), en optik och ett reflexglas med 70/30 % (reflektans/transmission). IR-kameran är en icke kyld microbolometer-kamera (7–14 mikrometer) monterad utanför masken vid minisiktet.

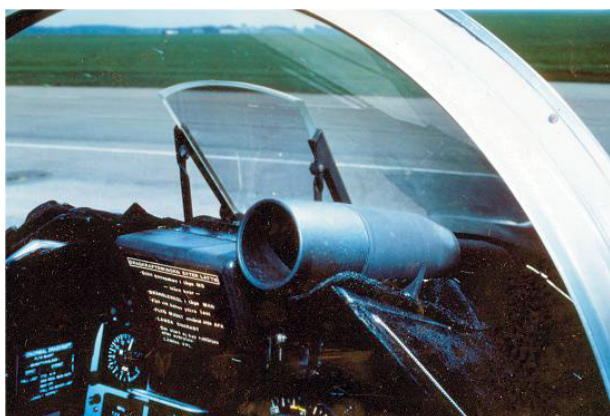
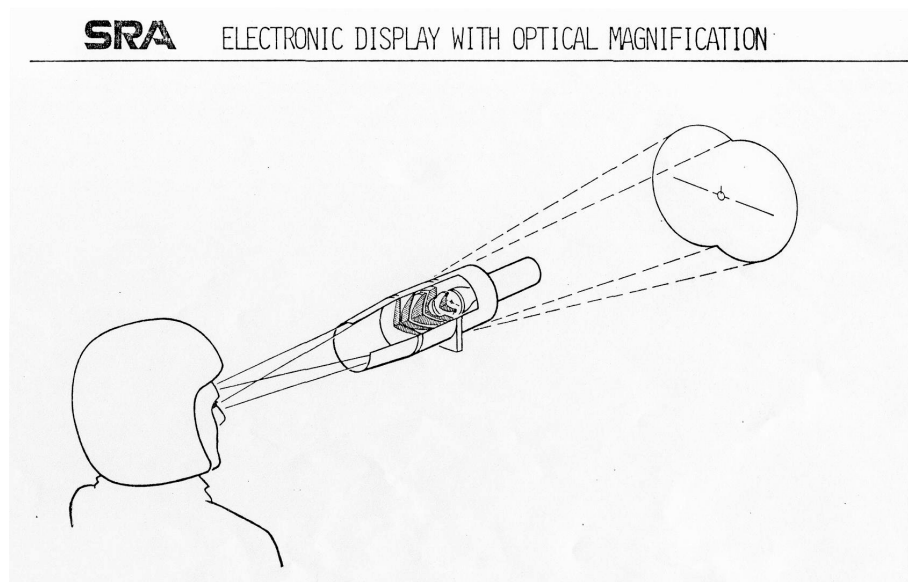


AddVisor 150

Ett annat exempel är ett presentationssystem för simulering och träning, AddVisor 150, som ger två oberoende högupplösta fullfärgsbilder med genomsikt.

Virtual Image Display (VID)

När AJ37 på 70-talet skulle föras med en Maverick-robot (RB-75), som hade en TV-målsökare, fanns det ingen plats på instrumentbrädan för presentation av bilden för piloten vid pålysning. SRA's lösning blev att i princip ta en siktlinjesindikatoroptik utan reflexglas och 90-gradersprisma. Detta blev en förstöringsoptik, som gav en virtuell bild placerad på ett avstånd mellan instrumentbrädan och siktlinjesindikatorns bild. Denna indikator kallas Virtual Image Display (VID) eller Head Level Display (HLD) och är ett biokular.

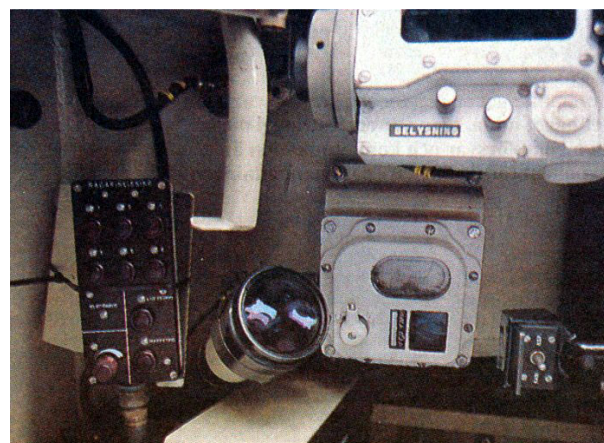


VID i AJ37 Viggen

Med en placering av den virtuella bilden på ca 3m avstånd och biokularet nära siktlinjesindikatorn erhålls snabb ögonomställning från siktlinjesindikatorn till VID eller instrumentbrädan till VID. En viktig egenskap hos VID är att en bild på avstånd är mycket lättare att läsa



Stridsfordon CV 90



VID i CV90

i turbulent och skakig miljö jämfört med en bild presenterad i instrumentbrädeplanet. Detta koncept med VID finns idag bl.a i stridsfordon CV90.

Göte Svedenkrans

BEVINGAT utkommer med 4 nr/år och publiceras på FTF:s hemsida: www.flygtekniskaforeningen.org

Redaktör och ansvarig utgivare

Lars Anderson
Kammakargatan 52
111 60 Stockholm, 0768 234 123

Lokalredaktörer

Mattias Mårtensson, Göteborg, 031-794 85 45
Bengt Bengtsson, Malmö, 046-29 19 08
Ulf Olsson, Trollhättan, 0520-14106