

Unika dator- och TV-system i flygspaningens tjänst



Av överstelöjtnant Ingemar Strandberg

☆☆☆ När jakt- eller attackföraren trycker på avfyringsknappen och robotarna eller raketerna lämnar flygplanet, så har han i princip löst sin uppgift – förutsatt att man bortser från skjutresultatet. ☆ ☆ När spaningsföraren över spaningsmålet trycker på "avfyringsknappen" för spaningsflygplanets sensorer har han INTE löst sin uppgift. Det har han gjort först sedan han lyckats flyga sitt flygplan till en spaningsbas, flygplanet plundrats på filmer och tape samt dessa utvärderats vid basens underrättelsepluton under hans medverkan – och resultatet härav nått "kunden". ☆ ☆ ☆





Bild 1: En SF 37 SpaningsViggen har just landat efter ett fotospaningsuppdrag. Föraren hoppar ur, kamerans kassetter demonteras, mörkrumsbilen med utrustning för plundring och omladdning har kört fram.

Vid anskaffning av ett nytt spaningsflygsystem kan det ligga nära till hands att i första hand satsa på hög kvalitet hos flygplan och sensorer. Flygplanen skall prestandamässigt mäta sig med motståndarens, och sensorerna vill man givetvis skall vara de bästa och mest avancerade som står att uppbringa.

Det är lätt att förbise, att inget system är starkare än sin svagaste länk – i detta fall **bearbetningsystemet**. Ju fler och bättre sensorer det finns i ett spaningsflygplan, desto större blir emellertid kraven på bearbetning – både till volym och kvalitet. I annat fall uppstår obalans i systemet – satsningen på detta har inte varit optimalt.

● ● **System S 37 – till en början i obalans.** – Spaningsflygsystem S 37 består som känt av två Viggen-versioner – SH 37 och SF 37 – med huvuduppgifterna havsövervakning respektive fotospaning.

För bearbetning av spaningsresultatet disponeras underrättelseplutoner och -troppar. Vid dessa framkallas sensorernas filmer, vilka sedan utvärderas av underrättelseassistenter, även kallade fototolkar.

Underrättelseplutoner och -troppar är mobila. (Bild 2 + 3.) De inryms i

stora trailers i två utföranden. – Den ena kallas stabsvagn och inrymmer lokaler för divisionsledning med en "ordersal", plats för pluton/troppchef samt underrättelseofficer. Vidare finns här utrustning för utvärdering av den elektroniska strålning som belyst flygplanet under företaget. – I den andra vagnen inryms utrustning för framkalling och utvärdering av spaningsfilm.

Underrättelseplutonen/-troppen är vidare självförsörjande beträffande elkraft, vatten, samband och fordon. Den konstruerades ursprungligen för manuell utvärdering av flygfilm – på samma sätt som i princip skett alltsedan flygspaningens tidiga barndom. Detta innebär fototolkning med hjälp av stereoskop och lupp – instrument som i sin tur bygger på utnyttjande av optiska linser, som lär ha upfunnits omkring 500 år e Kr i Babylon. Dock disponerades moderna ljusbord med motordrift av filmerna samt stereoskop, som konstruerats för maximalt utnyttjande intill de optiska lagarnas gränser. Gränsen för bearbetningskapaciteten blev människan/fototolken, vars kapacitet visade sig inte räcka till för den mängd film som producerades av ett modernt spaningsflygplan.

● ● **Bearbetning av radarinformation tidsödande.** – I spaningsflygplan

S 32 "Lansen" bearbetades radarinformationen i luften av flygplanets navigatör/radarobservatör, så att ett färdigt resultat kunde presenteras redan vid flygplanets landning.

SH 37 saknar navigatör. Dess radar manövreras av föraren och bilden på radarskopet registreras av en filmkamera för bearbetning efter landning. Eftersom registrerkameran (RKA) sitter snett ovanför radarskopet, blir radarbilden sned på filmen. Den kan därför inte utvärderas utan tidsödande matematiska operationer. Att restituera bilden optiskt till mätriktighet medgav inte optikens lagar. Problemet verkade olösligt, ända till dess man kom att tänka på att man kunde utnyttja en bordskalkylator för att restituera radarbilden elektroniskt. En automatisk "plotter" borde dessutom kunna rita ut fartygsekona på en karta.

● ● **Datakameran och navigeringssystemet – förutsättningar för datorbearbetning.** – Försvarets materielverk (FMV) uppdrog åt Teleprodukter AB, Stockholm, att projektera en försöksutrustning för bearbetning av SH 37 radarfilm. Det lyckade resultatet gjorde att en mindre serie utrustningar beställdes för detta ändamål. Utrustningarna arbetade inte i realtid, efter-

Bild 2: Trots sin storlek är underrättelsetjänstens vagnar lättmanövrerade även i trånga utrymmen.



Bild 3: Underrättelseplutonens vagnheter får framföras på landsväg (fredstid) med 70 km/h och kan därifrån snabbt omgrupperas.

som datorprogrammet fanns inspelat på ett vanligt kassettband. För att geografiskt fastställa flygplanets läge utnyttjades värden från S 37:ans datakameror – ett slags färdskrivare som registrerar flygplanets läge, flyghöjd, kurs, attityder, tid m m. Flygplanets navigeringssystem levererade indata om läget. Kravet på exakthet var stort. Systemet kunde dock lätt uppdateras i förhållande till kända referenspunkter med hjälp av ... just flygplanradarn. Övriga indata kom bl a från flygplanets flyginstrument.

● ● **Resultaten gav mersmak.** – När nu radarbearbetningens svårigheter lösts, började man fundera på att vidareutveckla systemet till att arbeta i realtid med hjälp av en minidator. Samarbetet mellan FMV, Teleprodukter AB och E1:s spaningsenhet fördjupades. Den ena idén födde den andra och utvecklingsmöjligheterna tycktes nästan obegränsade.

Av ekonomiska skäl – och för att inte "gapa över för mycket" – beslöts att ett datorstött bearbetningssystem för flygspaningsinformation skulle utbyggas etappvis. I systemet skulle ingå ett TV-system för bildbehandling. Systemet skulle sedermera kunna utbyggas i ytterligare etapper utan datorbyte. Kabeldragningar skulle ta hänsyn till vidare utbyggnad. (Bild 4.)

● ● **Den värnpliktige fototolkens behov styrande.** – I motsats till de flesta andra flygvapen, som utnyttjar fast anställd personal vid bearbetning

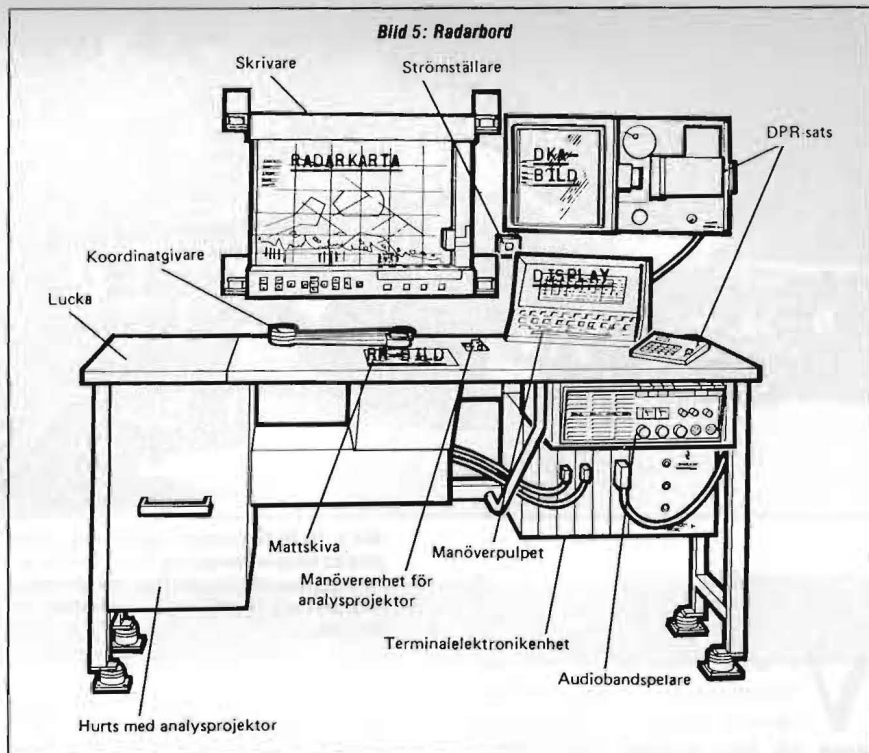
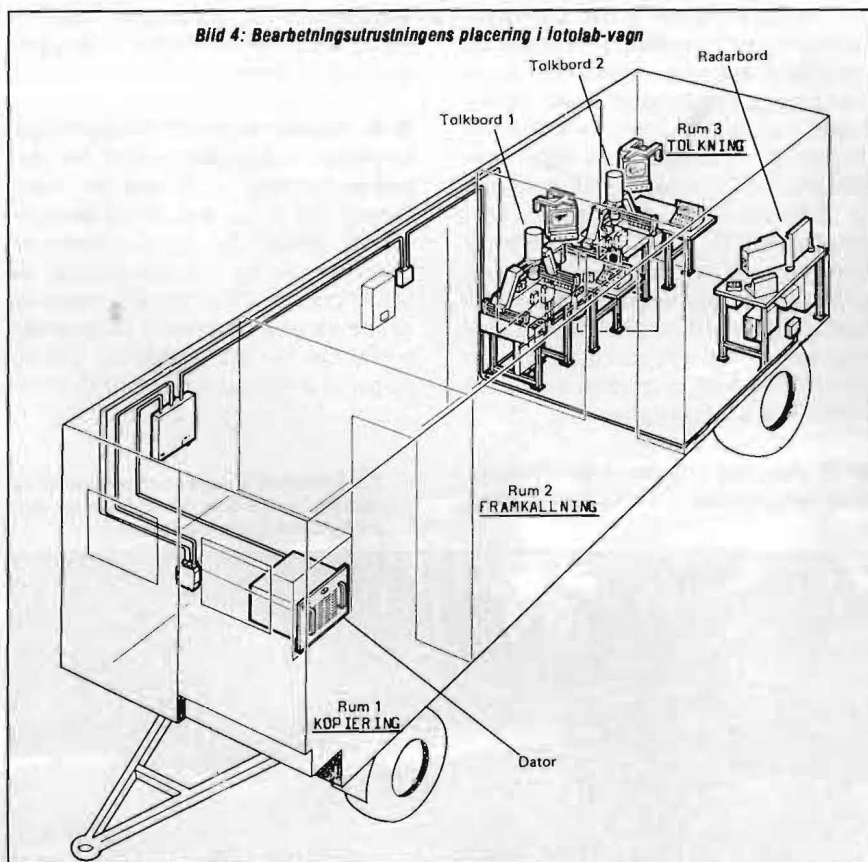


Bild 5: RKA-film projiceras av analysprojektor på mattglasskivan. Tolken mäter i denna med hjälp av koordinatgivarens lupp. DKA-bilden används för att mata datorn med RKA-bildens parametrar. Datorn styr via displayen tolkens arbete och resultatet av bearbetningen presenteras på skrivarens radarkarta.

av spaningsresultat, har vi i Sverige sedan länge utnyttjat värnpliktig personal för detta ändamål. Efter grundutbildningen på cirka ett år kan det dröja lång tid innan underrättelseassistenten (tolken) inkallas till repetitionsutbildning.

Bild 4: Utvärdering av radar- och fotospaning sker i rum 3. Här finns plats för tolkning av 1-2 foto- och 1 radarspaningsföretag. Datorn har kapacitet att samtidigt försörja 2 lab-vagnar med datakraft. Genom utnyttjande av korskoppling erhålls reservdatakraft från lab-vagn nr 2 vid bortfall av datorn i lab-vagn nr 1 eller omvänt.



Mycket har hunnit förändras (tex aktuell organisation och materiel) och mycket har hunnit glömmas. Men har tolken under ett års tid fått lära sig "knappologin" hos sitt bearbetningssystem, så bör man genom en klok programmering av datorn kunna kompensera kunskapsbristerna hos tolken. "Knappologin" repeterar han snart in igen.

● ● **Radarspaning – en omfattande uppgift.** – Genom att Sverige till mycket stor del omges av hav, har också radarspaning över hav blivit en av spaningsflygets huvuduppgifter. Efter ett radarspaningsuppdrag plundras registrer- och datakameror på sina filmer, som framkallas i underrättelseplutonens laboratorium. Radartolken placerar registrerkamerafilmen i en analysprojektor, som via speglar projicerar radarbilden på en mattglasskiva. Datakamerafilmen placeras i en dataprojektor (DPR). Till radarbordet hör manöverdon för styrning av projektorer och kommunikation med datorn. För mätningar i bilden finns en koordinatgivare. Vidare finns en talbandspelare för tape från flygplanets bandspelare med förarens muntliga kommentarer under aktuellt flygföretag. Spaningsresultatet ritas ut på speciella radarkartor av en automatisk skrivare eller "plotter", som kan rita ett antal olika symboler och ett antal olika färger efter tolkens behov. För kommunikation med datorn finns också en display. (Bild 5, 6, 7.)



Bild 6: Radarbordets analysprojektor kan enkelt svängas fram för att underlätta laddning med film. Över bordet finns skåp med blanketter och kartor.



Bild 7: Radarbordet i närbild. Alla manöverorgan finns inom bekvämt räckhåll för tolken.

Med koordinatgivaren positionerar tolken PPI-bilden för datorn, varefter han manuellt matar in data från DKA-filmen och anger mål på bilden. Datorn beräknar därefter målets läge och presenterar detta på display:en i klartext, samtidigt som målet ritas ut med vald symbol och färg på skrivaren. Målets läge anges i latitud och longitud eller om så önskas i GEOREF, UTM eller Rikets nät. **(Bild 8A+B.)**

Systemet är självinstruerande – dvs datorn anger på display:en åtgärd efter åtgärd, som tolken skall vidta vid bearbetningen.

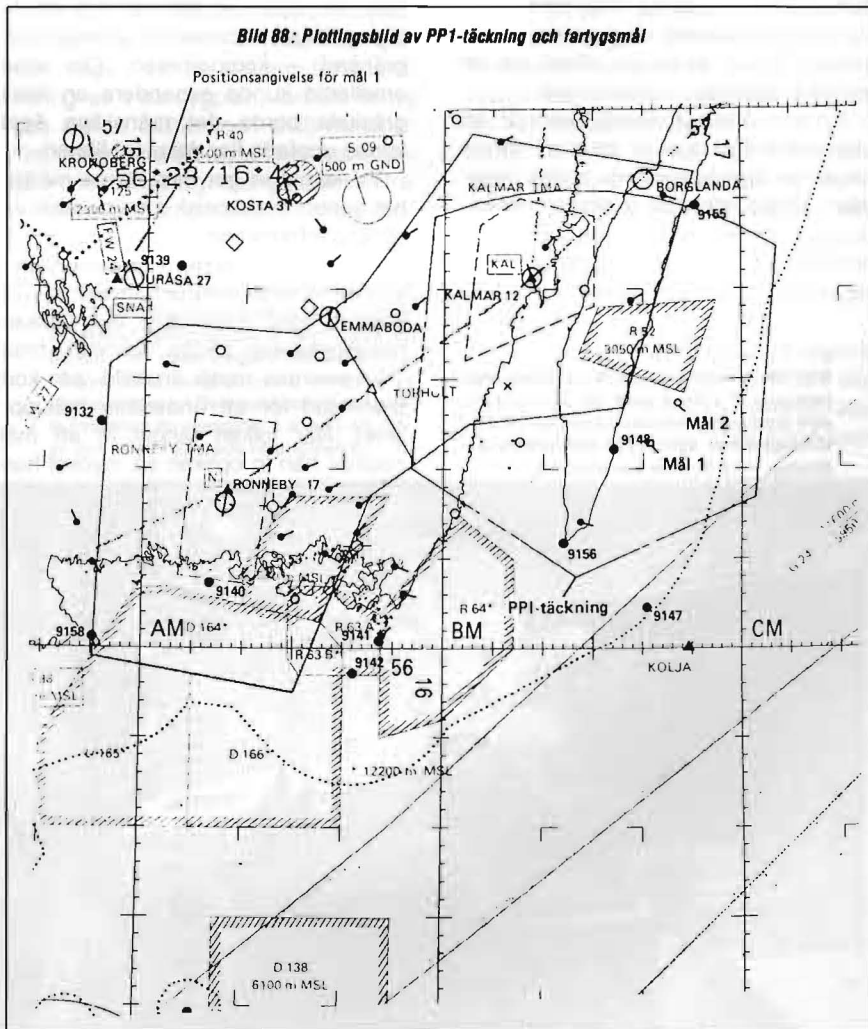
På radarkartan finns ett antal geografiskt väldefinierade punkter angivna. Genom att positionera skrivarens mätoptik över en sådan punkt (FIX-punkt) på radarkartan och koordinatgivaren över motsvarande punkt på PPI-bilden samt skriva in punktens koordinater i datorn, korregerar datorn med stor exakthet för fel i navigeringssystemets lägesangivning. Skrivaren ritare vidare ut varje radarbilds täckning på kartan om så önskas. Annan kartskala kan väljas vid behov.

Resultatet av radarbearbetningen erhålls nu enklare, snabbare och med större exakthet än med det äldre, manuella systemet.

Bild 8B: Så här presenteras samma radarbild på radarkartan efter tolkens bearbetning. Målets positionsangivelser skrivs ut i Lo/La med början i kartans övre vänstra hörn. Observera även fix-punkter för uppdatering av navigeringssystemet, t ex Ölands Södra Udde (9156).

● ● **FotospaningsViggen ger enorm informationsmängd.** – När samtliga kameror arbetar i en SF 37, motsvarar den inhämtade informationsmängden ungefär den som förmedlas av 50 parallellt arbetande färgTV-kameror. En filmruta från kameran Ska 31 i SF 37 (228x228 mm) innehåller t ex en informationsmängd

Bild 8A: Radarbild av Ölands Södra Udde, som den presenteras för tolken på mattglasskivan. Notera fartygsekona.



av ca 650.000 punkter. Det säger sig självt, att de krav som ställs på fototolken vid bearbetning av denna informationsmängd måste vara stora. Vid manuell bearbetning räcker en fototolks arbetskapacitet normalt inte till, utan lagarbete måste tillgripas för att inte bearbetningstiden skall bli för lång. Vanligen utnyttjas härvid tre underrättelseassistenter, varav två tolkar filmer och en skriver tolkrapport simultant åt de båda andra. Trots denna insats av personal uppstår ändå "bearbetningssköer" vid hög företagsfrekvens.

Genom övergång till helt ny bearbetningsutrustning, baserad på optronik – bildbehandling med hjälp av TV-teknik – samt genom att utnyttja dator för mätningar i bilden, har ett stort kliv framåt tagits i jämförelse med den äldre manuella optiska metoden med balyoniska anor.

● ● **TV-tekniken manipulerar bilden.** – När man tar en fotografisk bild och registrerar den på en film med en emulsion av silvernitratsalter, låser man sig vid en viss svärtning av filmen. Visserligen kan man vid framkallningen inom vissa gränser manipulera svärtningen, men en sådan åtgärd innebär endast marginella förbättringar i bildens läsbarhet. Dock – på filmen finns vanligen den information man vill ha fram. Det är bara svårigheter att uppfatta den. Hur man än försöker förbättra filmens läsbarhet med optiska hjälpmedel stupar försöken oftast på de optiska lagarnas begränsningar.

En annan begränsande faktor är, att det mänskliga ögat är ett klart sämre organ än ögat hos många andra däggdjur. Möjligheten att uppfatta gråska-

Bild 9B: Interiör av rum 3 i fotolab-vagn (tolkrum). T v finns plats för 2 fototolkar, som antingen gemensamt kan bearbeta ett företags filmer, eller också bearbeta var sitt företag. – T h är radartolkens plats.

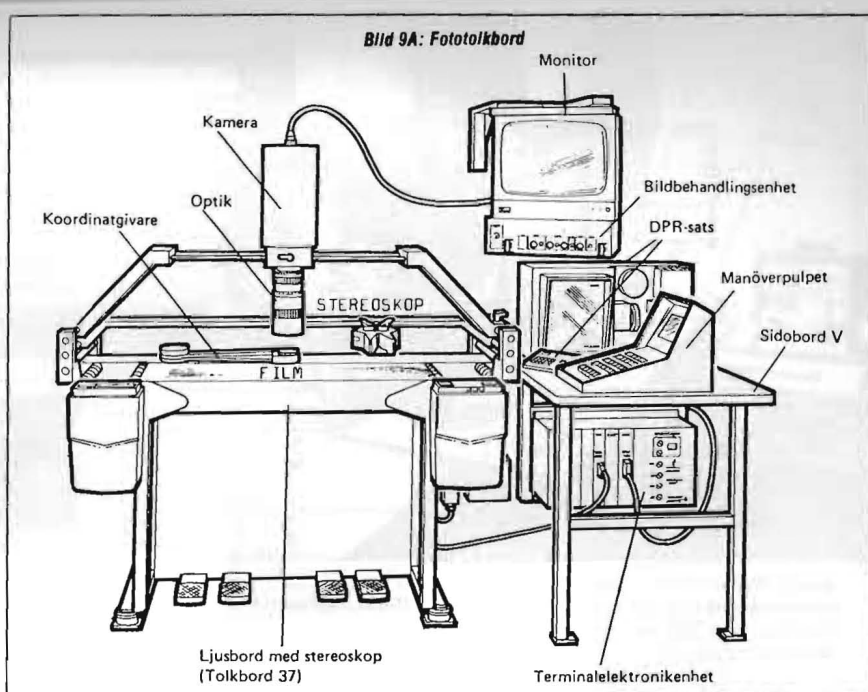
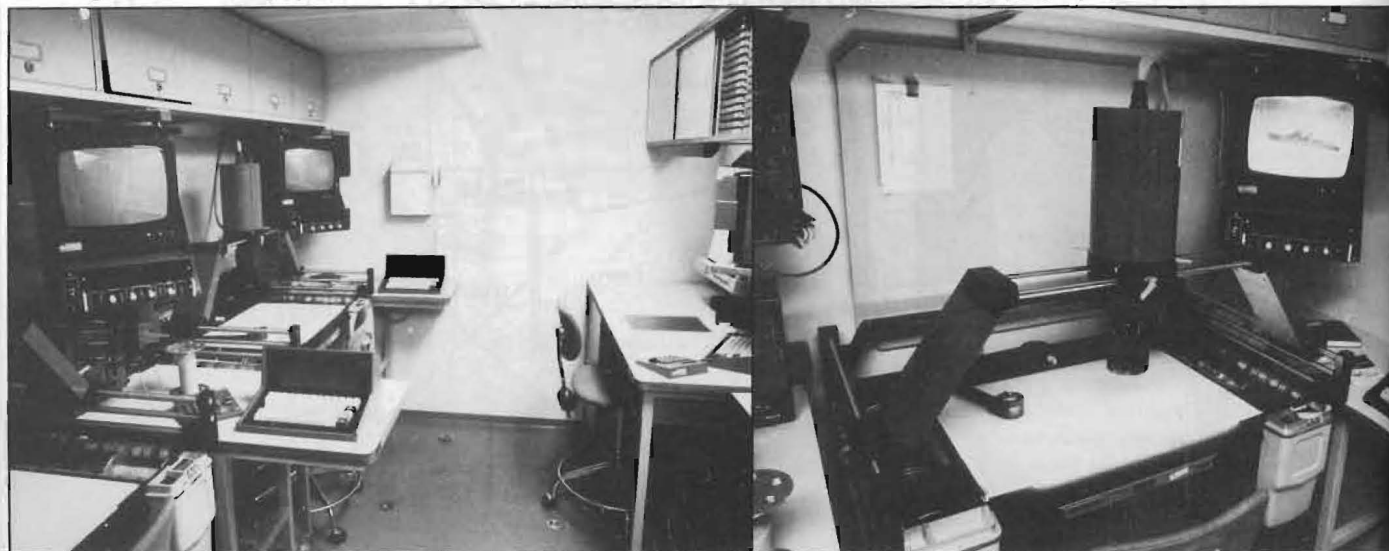


Bild 9A: Avsnitt av filmen på ljusbordet presenteras av TV-kameran via bildbehandlingsenheten på FV-monitorn. Positionering av filmrutan för datorn och mätningar i bilden görs med hjälp av koordinatgivarens lupp. Möjlighet finns att förstora även denna bild i TV-monitorn för att öka mätprecisionen. DKA-filmens parametrar för filmrutan presenteras för datorn via manöverpulpets tangentbord. Datorn styr sedan tolkens arbete genom text på manöverpulpets display.

lans variationer är t ex ganska dålig hos människan. Gråskalan hos en fotografisk film är dessutom vanligen begränsad – komprimerad. Om man emellertid kunde expandera en films gråskala borde det mänskliga ögat kunna uppfatta fler detaljer i filmen.

TV-kameran ger oss denna möjlighet genom elektronisk manipulation av filmens information.

Över varje ljusbord i underrättelseplutonens vagnar sitter numera en TV-kamera med zoom-optik och bildbehandlingsenhet. Bilden "scannas" med TV-kamerans optik inställd på kort brännvidd för att underlätta målupptäckt. När tolken fångat in ett mål zoomar han in optiken så mycket han

behöver för att bekvämt kunna studera målet. Optiken medger en förstoring av upp till 45 gånger utan att bilden degraderas i nämnvärd grad. Gränssättande är i praktiken filmens egen kornighet. Som en jämförelse kan nämnas, att med vanlig optisk teknik blir redan en förstoring tio gånger i regel värdelös för tolkändamål. (Bild 9A, B, C.)

Med bildbehandlingsenheten kan tolken nu efter behov manipulera bilden han ser på sin TV-monitor. Han kan ändra gråskala, framhäva kontrast och bildkontur, ändra bildens ljus och växla mellan negativ och positiv bild. Bildpresentationen på TV-monitorn medger också att flera tolkar samtidigt kan studera målet, vilket kan vara till

Bild 9C: Detaljbild av en fototolkplats. TV-kameran kan föras steglöst över ljusbordet på en brygga. Bakom TV-kameran sitter ytterligare en brygga med ett stereoskop för stereobetraktning av stereobildpar. Manöverpulpeten med en display om 6x40 tecken syns t h. Genom denna korresponderar tolken med datorn. Dataprojektorn skymtar längst t h. Koordinatgivaren med sin lupp syns på ljusbordet.



Bild 10B: 4x TV-förstoring.

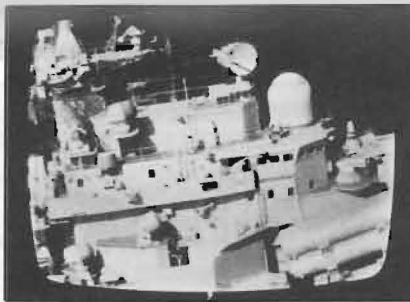


Bild 10C: 8x TV-förstoring.

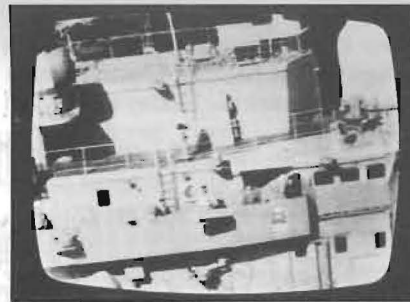


Bild 10D: 16x TV-förstoring.

Bild 10A: Originalfilmen i 2x optisk förstoring.



fördel vid bedömning av "svåra" mål. TV-systemet har ett linjetal, som ger lika stor upplösning i såväl horisontell som vertikal axel. (Bild 10A, B, C, D, E.)

● ● Datorn mäter även i filmen. –

Genom att kamerorna i S 37 monteras i fasta vinklar i förhållande till flygplanets axlar och toleransen för dessa vinklar är små, kan man med utnyttjande av värden på flygplanets läge, höjd, kurs, attityder och tid för fotograferingstillfället med godtagbar exakthet fastställa var ett fotograferat mål befinner sig på marken eller vattnet. En lodbild ger möjlighet till exaktare lägesinmätning än en snedbild, som ju t ex påverkas av terrängens höjdvariationer. Lägesinmätning sker även här med hjälp av koordinatgivare. Systemets felmarginaler vid lodfotografering är försumbara,

jämförda med felet i S 37:s navigeringssystem. Detta kan emellertid uppdateras med hjälp av kända geografiska punkter i flygbilden, så att totalfelet också blir försumbart.

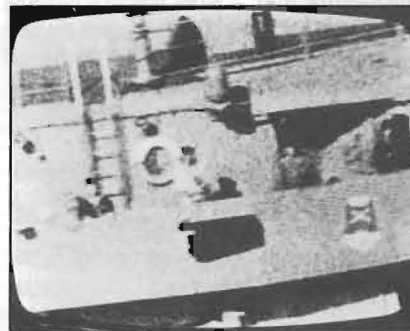
Genom jämförelse av terrängföremål på filmen (t ex ett vägskäl) och kartan, kan en uppdatering av navigeringssystemets fel ske på motsvarande sätt som vid bearbetning av PPI-film. Uppdatering kan ske oavsett kartslag och kartskala. Även själva föremålet i bilden kan mätas med stor noggrannhet, oavsett föremålets vinkel i förhållande till bildaxlarna. Systemets mätnoggrannhet garanterades från början ligga inom ± 20 proc. I praktiken är denna emellertid betydligt högre. Felorsakerna ligger vanligen mera i tolkens precision vid mätning än i själva systemet.

● ● Identifieringsregister i datorn.

– Genom att man kan mäta föremål i bilden med relativt stor exakthet öppnas vägen till ett system för identifiering av t ex flygplan, fordon, fartyg och annan militär (och civil) materiel. Det gäller bara att bryta ned respektive föremål i tillräckligt många parametrar – måttuppgifter, detaljer, konfiguration

Ovan + nedan: Sovjetunionens nya rb-jägare "Sovremennyj" (f d Bal-Com 2; byggd i Leningrad 1980) här under färd färdigbestyckad. "S" hade tidigare numret 670 (se FV-Nytt 3/80, jungfrufärden) men har nu färdigutprovats i Östersjön och lämnat detta innahav för uppgifter å annan ort. Därav den till 680 ändrade nr-angivelsen.

Bild 10E: 32x TV-förstoring. Kornigheten i filmen börjar framträda. Bilden är dock fullt läsbar, trots att förstoringen är ungefär 3 ggr större än som är möjligt med enbart optiska hjälpmedel. Den skarpsynte kan urskilja två "blåkragar", den ena med ljus och den andra med mörk bussarong.



– och sedan systematisera dessa i datorn.

Vad skall nu detta vara bra för? Vem som helst kan ju se att en C-130 "Hercules" är en "Hercules", när man ser den på en flygbild. Det må så vara. Det finns dock mängder av mål som är betydligt svårare att identifiera även för en van betraktare. Hur skall det då inte vara för den värnpliktige fototolken, som kanske inte repetitionsövat på flera år. Hur mycket minns han av den materiel han lärde sig under grundutbildningen? Hur mycket ny materiel har tillkommit ... och hur mycket har tagits ur tjänst?

Genom att i datorn hålla ett register med ett stort antal data om de i vårt närområde aktuella materielslagen kan man skapa ett aktivt identifieringssy-



stem, som med stor säkerhet identifierar föremålet genom att ställa frågor till tolken. Tolken besvarar frågorna antingen genom mätningar i bilden eller genom JA/NEJ-svar eller genom sifferuppgifter. Om TP 84/C-130 "Hercules" tas som exempel, kan en identifieringssekvens se ut enligt **bild 11**. För varje av tolken besvarad fråga anger också datorn hur många möjliga alternativ som återstår. Till slut anger datorn ett eller flera ID-nummer för det eller de objekt, som motsvarar identifieringsprogrammets data för det observerade föremålet. Tolken kan sedan finna motsvarande objekt i en lista.

● ● **Ett system med stor utvecklingspotential.** – Som tidigare nämnts utgör det nu använda systemet endast en första utbyggnadsetapp. Genom att systemet har ett utbyggbart minne, har utrymme beretts för en omfattande vidareutveckling.

Exempel på tänkbara utvecklingsvägar är:

- ◆ Optisk läsutrustning för datafilm tillkommer. Datafilmens parametrar kan automatiskt läsas in i minnesfunktionerna i datorn. Tolken behöver inte längre läsa in varje värde manuellt. Värdena för varje separat bildruta utnyttjas i stället automatiskt när den bearbetas av tolken.
- ◆ Datorns minnesfunktion utnyttjas för att sortera upp tolkresultaten, vilka en eller flera tolkar simultant skriver in i datorn. Efter fullbordad tolkning skriver datorn en tolkrapport i kronologisk ordning för varje företag. Tolkrapporten fås både i klartext och i form av en teleprinterrens.

Förenklat exempel på sökning i ID-register

Datorn frågar	Tolken svarar	Antal kvar
Flygplan?	J/N	163
Jet?	J/N	110
Prop?	J/N	110
Mät längd!	29,8 m (rätt)	11
Mät spännvidd!	40,1 m (mätfel 0,2)	5
Antal motorer?	4	2
Lågvingad?	J/N	2
Midvingad?	J/N	2
Högvingad?	J/N	2
Rak vinge?	J/N	2
Enkel fena?	J/N	1

ID-nr 132! – Svar: TP 84/C-130 'Hercules'.

◆ Utrustning ansluts för överföring av den optroniskt behandlade bilden via smalband till vissa kunder; t ex milostab, attackeskaderstab eller attackflygförband. Tolken kan utöver anteckningar på bilden via teleförbindelsen muntligen kommentera t ex en anfallsbild för attacken. Möjligheter skapas att via en inkopplad kopiator på ett fåtal sekunder göra papperskopior av aktuella bilder eller skisser. Överföringen görs krypterad.

◆ Navigeringsberäkningar för spaningsföretag med S 37 görs med hjälp av datorn – som dels med plottern ritar ut företaget på lämplig karta med alla erforderliga värden, kurser, farter, bränsleförbrukning etc; dels i klartext skriver ut värden som föraren måste programmera in i flygplanets centralkalkylator (CK) före start. Da-

torn kan vidare tänkas programmerad för att optimera användning av SH 37:s radar vid havsövervakning.

◆ Datorstöd signalanalys (som nu görs manuellt) görs av den elektroniska strålning som belyst spaningsflygplanet under företaget.

◆ Identifierings- och handboksuppgifter överförs på 35 mm film. Filmen presenteras automatiskt med hjälp av friställda dataprojektorer (DPR). Dessa styrs av datorns identifieringsregister, så att aktuell materiel automatiskt presenteras för tolken vid sidan av TV-monitors bild.

● ● **Systemet JAS-anpassat.** – Oavsett vilken spaningsutrustning som kommer att ingå i JAS-systemet, torde anpassningen av flygspaningens nya bearbetningssystem till denna inte bereda några större svårigheter. Vissa hårdvarumodifieringar blir helt naturligt nödvändiga. I huvudsak kommer det dock att röra sig om mjukvaruanpassning.

De positiva erfarenheterna av utnyttjandet i S 37-systemet gör, att huvuddelen av barnsjukdomarna bör kunna elimineras innan de ens brutit ut.

Det svenska Flygvapnet är sannolikt ensamt om att förfoga över ett så avancerat bearbetningssystem för flygspaningsinformation som här beskrivits – åtminstone för taktiskt bruk. Detta faktum – kombinerat med uppfattningen att flygplan S 37/Spänings-Viggen torde vara ett av de förnämsta nu existerande taktiska spaningsflygplanen – gör, att svensk flygspaning kan anses hävda sig mycket väl i en internationell jämförelse. System S 37 är alltså nu balanserat.

● Genom att tillvarata detta arv borde också S i JAS kunna bli ett balanserat flygspaningssystem. ■

Övlt Ingemar Strandberg

Artikelförfattaren akademibelönad



Foto: Birger Rönnbäck

Vid Kungl. krigsvetenskapsakademiens 185:te högtidsdag den 12 november i fjol belönades överstelöjtnant INGEMAR STRANDBERG (C FS/Undsäck), major Rolf Danielsson (F13) och 1. byråingenjör Lars Möller (FMV) med vardera 8.000 kr + Akademiens minnesmedalj, för att de i sin försvarsverksamhet med nytt bearbetningssystem för flygspaningsresultat gjort utomordentliga insatser som lång tid kommer att vara av väsentlig betydelse för försvaret.