



2002:07  
2002-03-18

## **FMV Veteranklubb Linköping**

### **Memorandum nr 2**

# **FOTOSPANING VID FC**

Ingvar Johansson

Redogörelse utarbetad inom FMV Veteranklubb i Linköping i avsikt att samla in och dokumentera provningsverksamhet vid FC.

# FOTOSPANING VID FC

Redogörelsen utarbetad inom FMV Veteranklubb i Linköping i avsikt att samla in och dokumentera provningsverksamhet vid FC.

En redogörelse över FC verksamhet med fotospaning. FC bildades 1936. Den äldsta handlingen som rör fotospaning är från 1936 då man konstruerade en installation för seriekameror i fpl S 6 Fokker.

I början var en stor del av FC verksamhet inom fotospaning att konstruera och installera kameror med manöverutrustning. Fotoprov utfördes i mindre omfattning.

Först med fpl S 32C kom FC att i större utsträckning göra egna fotoprov.

Redogörelsen sträcker sig fram till provverksamheten med fpl S 37 då flera personer var engagerade vid FC.

## Innehåll

- 1 Avgränsning
- 2 Något om redogörelsen
- 3 Provning av utrustningar för fotospaning
- 4 Verksamhet vid FC
  - 4.1 30-tal
  - 4.2 40-tal
  - 4.3 fpl S29
  - 4.4 fpl S32
  - 4.5 fpl S35
  - 4.6 fpl S37
  - 4.7 övrigt
- 5 Utprovningsteknik
- 6 Personer och institutioner involverade i provningen
- 7 Tankar om utvecklingen från 1936 till nutid
- 8 Referenser

## 1 Avgränsning

Med fotospaning avses fotografering av mål med kameror från militära flygplan. Registrering av radarinformation med registrerkameror räknas här ej som fotospaning.

Huvudvikten i redogörelsen har lagts vid att beskriva FC verksamhet med fotospaning.

## 2 Något om redogörelsen

Materialet till redogörelsen har hämtats ur FC arkiv, ur egna minnen och genom bidrag från några som arbetat med provning av spaningsutrustningar, Inge Görilin, Ture Eriksson och Jan Berggren. Flera har bidragit med att granska texten bl.a. fotoing Åke Jakobsson.

Rapporter från proven är nästan alltid hemliga och finns i arkiven. I några fall, för fpl S 29C och fpl S 32C har handlingar avhemligats för att kunna användas. I övrigt har jag valt att inte söka vidare i hemliga rapporter. Detta för att inte göra insamlingen av uppgifter för redogörelsen till en alltför arbetskrävande uppgift.

Redogörelsen är fylligast för tiden kring fpl S 37 eftersom jag arbetade med spaning vid FC då.

"Jag" är Ingvar Johansson som arbetade med utprovning av spaningsutrustningar 1970 till 1980 vid FC, med utveckling av spaningskapslar vid FFV Aerotech 1983 till 1986 och vid FMV sakbyrå för spaningsutrustningar 1986 till 1998.

Kamerainstallationerna i serieflygplanen finns beskrivna i böcker för resp fpl. enl referenserna.

### 3 Provning av utrustningar för fotospaning

Provning och konstruktionsarbete med utrustningar för fotospaning har varit en del av FC verksamhet. De första handlingarna som rör spaningskameror är från 1936, det år då FC bildades. Tidigare hade verksamheten bedrivits vid en Försöksavdelning vid Centrala Flygverkstaden. Under 30- och 40-talet bestod FC verksamhet främst av konstruktioner och att tillverka och föra in prototypinstallationer. Fotoprov utfördes ofta vid förband. Provning av spaningsutrustningar blev en större verksamhet i och med fpl 35.

Provning för fotospaning har vid FC hört till den sektion som även haft hand om instrument och elutrustningar. Det skiljer sig från sakbyrån i Stockholm där spaning hört till vapensystem fram till ca 1995. Naturligtvis har hela FC varit engagerade med konstruktionskontor, verkstad, mät-sektionen med fotolab samt förare.

Under 30-talet utfördes prov med fotografering från flygplan så gott som uteslutande vid F3 Malmen som då var spaningsflottilj. Flygvapnet bildade 1941 spaningsflottiljen F11. Vid flottiljen kom att finnas personer med inriktning och kunskaper på fotoutrustningar. Mycket provning av såväl materiel som metoder utfördes därför vid F11. Flottiljen lades ned 1980. Det innebar att FC utnyttjades i större utsträckning än tidigare för provning inom spaningsområdet.

SAAB:s provningsavdelning har inte med kontinuitet haft någon grupp för utprovning av fpl med fotospaningsutrustningar. Givetvis beroende på att det har varit ganska många år mellan utveckling av versioner för spaning av flygplanen.

## 4 Verksamhet vid FC

När utprovningens verksamhet beskrivs kan man få intrycket att det enbart är problem och inte mycket som fungerar. Så är det naturligtvis inte. Men det är provningen för att lösa problem som rapporteras och som man minns.

### 4.1 Verksamhet vid FC under 30-talet

#### 4.1.1 Installation av kamera Eagle i S6

1936

Uppdrag: "Att i fpl S6 inmontera seriekamera typ Eagle IV i den kameraupphängning som konstruerats för fpl S7. Om möjligt skall inmonteringen anordnas så att sned-fotografering kan anordnas".

Rapporten visar att en anordning med vertikala rör monterades i spanarens rum. Kameran kunde monteras på olika positioner så att objektiv med 25 cm eller 50 cm brännvidd kunde användas för lodfotografering. Snedfotografering endast med 25 cm objektiv. Rapporten beskriver hur luckor skall anordnas. Vissa enkla manöverdon ingick. Installationen granskades och provfotografering på marken gjordes, dock ingen fotografering från luften.

Fpl S7 är Hawker Hart utrustat för spaning. Tre stycken fanns som sedan ombetecknades till B4.

Kameran Eagle IV fick beteckningen SKA 3.

#### 4.1.2 Utprovning av elektrisk uppvärmningsanordning för seriekamera Eagle IV

1937

I handlingarna anges inget fpl. Troligen är det fpl S6 Fokker.

AB Aeromateriel hade levererat uppvärmningsutrustning och ritningar. Kamera tillhandahölls av F3. Utrustningen bestod av en inre utrustning (0,95 kg) och en yttre utrustning (1,7 kg). Kameran vägde 20 kg.

Man mätte temperaturen på kamerans objektiv och på kamerans motor.

Rapporten anger problem med strömförsörjningen om man inte har laddningsregulator.

#### 4.1.3 Stödgaffel för handkamera i S6

1937

FC hade fått i uppdrag att undersöka om det gick att anordna en stödgaffel på kulspruteringen i spanarens utrymme. Gaffeln skulle vara löstagbar under flygning så att kulsprutan skulle kunna användas.

FC fann att det inte gick att ordna enl. de krav som ställts. Fotografering över horisonten gick bra men snedfoto och framförallt lodfoto gick inte. Man kommenterade i rapporten att eftersom man var tvungen att göra gasavdrag under fotograferingen för att få skarpa bilder och det då var betydligt mindre krävande att hålla kameran för hand än att manövrera kulsprutan vid motorn i full gång så var man skeptisk till gaffeln. FC rekommenderade en amortisör som hjälpte till att ta upp krafter p.g.a. luftströmmen som kameran utsattes för.

Vid en granskning senare av kapten Liljehagen godkändes stödgaffeln med viss modifiering. Även amortisören skulle anordnas.

I uppdraget ingick att försöka finna en plats för en krok i spanarens utrymme att hänga kameran på. Det lyckades inte. Det fanns inte tillräckligt utrymme.

## 4.2 Verksamhet vid FC under 40-talet

### 4.2.1 Förslag till förbättrad fastlåsning å kardanringen till seiekamera Sk 3

1941 och 1942

Med utgång från utförandet i fpl S6 och B4 har FC fått i uppdrag att ta fram en bättre låsning av kameran till kardanringen. Uppdraget gäller fpl P7A som är prototypen av fpl 17.

FC fick också i uppdrag att utföra prov.

Prov utfördes under störtbombfällning för att utröna om någon förskjutning i ena eller andra riktningen ägt rum. "Så har icke varit fallet" enligt rapporten.

### 4.2.2 Klistring av tyg på metallridå

1943

Försök gjordes med att klistra tyg på en metalljalusi tydligen i avsikt att göra den mera ljustät. Prov gjordes med olika typer av klister. Metallridån sitter på en plåtväxelkassett för HKA 4 och HKA 5.

### 4.2.3 Placering av manöverlåda till seriekamera

1943

Åt FC uppdrogs att komma in med förslag till ändrad placering av manöverlåda för Sk 3 och Ska 4 i fpl 17.

FC kunde rapportera att manöverlådan placerats så att den är lätt åtkomlig då spanaren sitter såväl framåt som bakåt och passar i fpl 17 A, B och C. Manöverlådan placerades intill telegrafnyckeln.

**4.2.4 Kameron sökare i fpl 17**

1943

FC "tog fram" den materiel som fordrades för att installera en kameron sökare i hålet för bombsiktet. Sökaren kom från Ross.

Materiel och sökare överfördes till F3 för prov.

**4.2.5 Prov med Ska 5 i fpl 17**

1944

Skrivelsen anger att prov kommer att utföras och att i samband med proven kommer möjligheten att montera kameran i fpl S 18 att undersökas

**4.2.6 Prov med seriekamera Ska 4**

1944

Kameran var avsedd för 12V och proven avsåg om den gick att använda för 24V med hjälp av seriemotstånd. Undersökningen avsåg även manöverlådans.

Proven utföll positivt, även vid - 40 C. Man rekommenderade en särskild manöverlåda för 12V.

**4.2.7 Utprovning av kameror i fpl 22**

1944

FC gjorde flygprov med kameror som installerats i ett fpl J 22. Proven gjordes vid F8 Barkarby. FC hade ej utfört installationen.

Ett par fpl 22 utrustades med kameror och betecknades S 22.

**4.2.8 Montering av handkamera Hka 9 i fpl S 18**

1945

Uppdraget: " SAAB har fått i uppdrag att utarbeta ett konstruktionsförslag för montering av seriekamera Ska 5 i bakkroppen på fpl typ S 18. Denna kamera kommer att placeras över lastrumsluckan. När denna modifiering har införts, kommer alltså S18 att samtidigt kunna medföra 2 st seriekameror , Ska 4 i gaffelupphängning i nosen och Ska 5 över lastrumsluckan.

Från FS har utredning begärts betr möjligheten att montera ytterligare 2 st kameror, nämligen en Ska 5 och en tung handkamera Hka 9 (negativformat 13 x 18 cm).

- - - MU får härmed anmoda Eder att undersöka om denna utökning av kameraantalet är möjlig. - - - "

FC undersökning visar att det över lastrumsluckan går att placera 2 st Ska 5, en som täcker åt vänster och en som täcker åt höger. Samtliga aktuella objektivbrännvidder går att använda. Kamerorna kan monteras så att de täcker upp till horisonten.

HKa 9 går att montera bakom seriekamerorna men "fotograferingsöppning" måste tas upp i fpl. kroppens vänstra sida. Fpl klarar kamerornas effektbehov.

**4.2.9 Provning av seriekamera typ Ska 4**

1946

FC fick i uppdrag att undersöka varför en kamera fungerade dåligt. Provning vid nedkylning verifierade felet som visade sig bero på bristande underhåll.

**4.2.10 Provning av seriekamera typ Ska 5**

1947

Undersökning av felfunktioner hos en kamera. Orsaken visade sig vara slitage och att felaktiga delar monterats i kameran. Dessutom var det för mycket olja i manöverlådans.

**4.2.11 Kamerainstallation i fpl J21**

1947

FC fick i uppdrag att bedöma möjligheten att installera Ska 4 resp Ska 5 i bommarna resp nosen på fpl J 21 (A1 och A2). Nosplaceringen gäller även den engelska F -52 kameran. Resultat: SKa 4 går att montera i en bom om den är något nedåtriktad. Ska 4 går att montera i nosen. Ska 5 och F- 52 kameran går inte att montera i nosen på fpl.

**4.2.12 Prov med färgfilm**

1947

FC uppmanades att delta i prov med Ektachrome färgfilm som skulle utföras vid F3.

**4.2.13 Fotografering med fotoblixt i fpl S 18**

1947 och 1948

Uppdraget gällde att montera den amerikanska kamera K-19 i fpl S 18. Kameran skulle användas under mörker med fotografering med blixt i form av fotobomber som skulle hängas i vingbombställen. Bofors skulle svara för den pyrotekniska delen.

Ärendet blev relativt omfattande för FC med installation och div prov.

För att lyckas använde man Tri-X film. Den ljuskänsligaste flygfilmen på den tiden. FC gjorde prov med olika framkallare. Dels standardframkallare men även av 2-komponenttyp dvs att omedelbart för användningen blandade samman två olika vätskor. Det visade sig att standardframkallaren D 19 var lämpligast.

FC gjorde skak- och vibrationsprov med fotobomberna. Vibrationsproven gav utslag.

Infästningen av öglan i bomben sprack upp efter ganska kort tid. Konstruktionen ändrades. Bombens skal med infästning var tillverkad i Oskarshamn. Skakprov utfördes vid Hästholmens skjutplats med tanke på explosionsrisken. Proven gick bra.

FC utförde markprov för att utröna vilken belysning fotobomberna gav och därmed vilken höjd de kunde användas vid. Man mätte belysningens tidsfunktion och vilken färgtemperatur ljuset hade.

Flygprov genomfördes mot mål.

Fotobomber i kombination med kamera K-19 kom inte att realiseras. Belysningen räckte inte för att på taktiskt lämplig höjd få acceptabla bilder. Fotobomberna bedömdes inte kunna lagras med tillräcklig säkerhet (explosionsrisk).

**4.2.14 Ska 13 i fpl 18**

1948

FC fick i uppdrag att utprova användning av manöverlåda för Ska 5, kopplad till bombfällarlådan för automatisk fällning av fotobomber. Manöverlådan skulle användas för Ska 13 vid seriefotografering. FC skulle också komma med förslag till sikte att användas vid nattfotografering med Ska 13.

**4.2.15 Prov med rörelsekompenenserad engelsk seriekamera**

1947 och 1948

Arbetet med att föra in kameror i fpl J26 är beskrivet i boken "J26 Mustang" se i ref.

Här ges en sammanfattning.

FC fick i uppdrag att prova den engelska kamera F.24 i fpl J 26. Kameran hade rörelsekompenisering vilket var något nytt för Sverige. En Ska 4 monterades i en annan J 26 och jämförande prov utfördes. Resultatet blev inte så lyckat att kameran fördes in i flera flygplan.

Under sträng sekretess installerades en amerikansk K 22 kamera i ett fpl J 26. Prov utfördes. Kameratypen kom ej att föras in i flera flygplan. Under tiden hade anskaffningen

av S 31 påbörjats där den engelska F.52 kameran användes. Den kom i Sverige att kallas Ska 10.

Konstruktionen och installationen av Ska 10 i J 26 gjordes vid FC och fpl S 26 var utvecklat. Rapporter visar att FC lade ner ett omfattande arbete på hållfasthetsberäkningar och utarbetande av lastplaner.

#### **4.2.16 Ska 13 i fpl S 18**

1948

FC fick i uppdrag att undersöka möjligheten att införa rörelsekompensering i Ska 13 kassett.

FC utförde en installation av Ska 13 i fpl S18.

#### **4.2.17 Uppvärmnings- och torktillsats för Ska 10**

1949

Ett uppdrag att konstruera och tillverka uppvärmnings och torktillsats för Ska 10.

### **4.3 Verksamhet vid FC för fpl S29**

Förhållandevis få handlingar finns i FC arkiv som rör provning av S 29C spaningsutrustning. Det beror sannolikt på att fpl försågs med kameror av samma typ som fpl S 31 och fpl S 18. Prototypen av S 29C flög första gången i juni 1953 och första serieflygplan levererades till förband i maj 1954. Mindre än ett år från första flygning till början av serieleverans !

#### **4.3.1 Vinterprov med fpl S 29C**

1954

Vinterprov med fpl 29 901 genomfördes vintern 1954.

Tidigare hade prov utförda av SAAB visat att alltför många funktionsfel förekom med ridåslutarna i SKA 10. Likaså brast filmen ibland och det uppstod imbildning vid dykning från hög höjd. Kamerorna fordrade uppvärmning för att fungera vid kyla. FC hade 1949 fått i uppdrag att konstruera uppvärmningsanordning för SKA 10 (se pkt 4.2.17). Ritningar som bifogas rapporten från vinterproven visar konstruktioner från 1950. Sannolikt har problem förekommit i andra fpl där kameran användes.

Före vinterproven försågs SKA 10, SKA 15 och SKA 5 med termostatstyrd el-uppvärmning.

Elementen placerades i kassetter och i drivverk och för SKA 10 i objektivkonen.

För den ena lodriktade SKA 10 kameran hade ett glas med el-uppvärmning konstruerats (typ el-uppvärmd bakruta). Glaset sattes framför objektivet för att den kalla ytterluften inte skulle kyla av objektivet då man öppnade kameraluckan.

Markprov i köldkammare gjordes med alla kameratyperna för att undersöka om effekten var tillräcklig för att värma upp kameran i rimlig tid då den varit nedkyld. Prov gjordes också för att se hur en SKA 10 med 92 cm brännvidd påverkades av den kondensation som uppstår då en nedkyld kamera hamnar i rumstemperatur. Frost uppstod på objektivet övriga delar klarade sig ganska bra.

I fpl hade en installation införts som åstadkom varmluftspolning över objektiv och kamerafönster. Fpl hade mätinstallation för att registrera temperaturen

Rapporten redovisar att kamerornas funktion var tillfredsställande med undantag av de framåtriktade noskamerorna (SKA 10). Dessa kameror blir mer nedkylda än de andra kamerorna. FC fann att eluppvärmningen av SKA 10 och SKA 5 kan föras in seriemässigt.

Däremot kan el-uppvärmning av SKA 15 anstå. Varluftspolningen av optiken har förhindrat is- och imbildning.

Kompletterande prov bör utföras för att bestämma fördelning mellan varmluft och el-uppvärmningen av kamerorna.

Vid vinterproven skulle man undersöka om det för lodkamerorna behövdes fönster av glas. Vinterproven gav inte utslag utan FC ville utföra kompletterande prov senare. Uppvärmning av kamerorna med s.k. FC-värmare var olämpligt.

Efter kompletterande prov under sommaren 1954 rekommenderade FC att värmelementens effekt skulle justeras och att varmluften skulle omfördelas. Man rekommenderade också att eluppvärmning ej skulle införas i SKA 15. Proven hade också visat att det inte behövdes något fönster mellan luckorna för lodkamerorna och kamerorna.

Det är anmärkningsvärt att fotokvaliteten (skärpan) ej provades under vinterproven, utan enbart huruvida kamerorna fungerade eller ej.

#### **4.3.2 Modifiering av kamerainstallation S 29C**

1954

Ett sammanträde med representanter från sakbyrån, stab, F11, CVA och FC hölls i juni. Det var resultatet av vinterproven och kompletterande prov som initierade sammanträdet. S 29C bestod av kamerorna SKA 5-25, SKA 10- 92 nos, SKA 10 -92 lod och SKA 15. Dessutom ingick manöverenheter. Anmärkningarna som diskuterades rörde enbart korrigeringar som isolering av magasin, ändring av vev till ratt, justering av objektivtubens längd etc.

#### **4.3.3 Vibrationer vid öppna nosfotoluckor**

1956

Fotoprov vid F11 med framåtriktad SKA 10-150 hade givit både dåliga och goda bilder. Kamerans brännvidd på 150 cm gör den känslig för rörelser under exponeringen. SAAB hade konstruerat en störlist som monterades vid kameraluckan och som skulle minska vibrationsnivån då luckan var öppen.

FC fann att vibrationsnivån med störlist sänktes väsentligt och att vibrationernas frekvens låg högt över kamerornas upphängningsfrekvens. FC drog slutsatsen att vibrationer ej var huvudorsak till den låga fotokvaliteten.

Fpl fasta rörelser i roll ock gir är så pass stora att de dominerar över kameravibrationer. FC rekommendationer var att om möjligt använda styrautomat och välja kortast möjliga exponeringstid.

### **4.4 Verksamhet vid FC för fpl S 32C**

#### **4.4.1 Kamerautrustning i prototypen**

1958 - 1960

Fpl S 32C var från början avsedd att användas för fotografering enbart under mörker. Prototypen var försedd med två SKA 18 (höghöjdskameror) och två SKA 17 (låghöjdskameror). För belysning användes fotobomber för höghöjdsfoto och för låghöjdsfoto med SKA 17 användes blixlar som sköts ur kapslar som satt på vingbalkarna. Man fann att kamerorna inte svarade mot ställda krav. Dessutom bedömdes blixterna som en brandrisk. Man tog beslutet att ej realisera projektet med SKA 17 och SKA 18. FC gjorde prov med kamerorna och genomförde även vinterprov.



#### 4.4.2 Prov med Zeiss-kamera

1959

Flygprov utfördes med en kamera från Zeiss monterad i en extratank på ett fpl S 32C. Kameran anskaffades inte till FV.

#### 4.4.3 Slutligt kameraalternativ för fpl S 32C

1962

Fpl försågs med höghöjdskamera SKA 23 som kunde användas både under dager och under mörker med fotobomb. För dagerfoto på låg höjd fanns SKA 15 och SKA 16.

FC genomförde ett flertal prov med den nya konfigurationen.

Vinterprov med fotografering på natt gjordes och proven rapporterades i juli 1962.

#### 4.4.4 Prov med film

1962

Flygprov genomfördes med högkänslig pankromatisk film. Belysningen av marken med fotobomber avtar med höjden. För att kunna få stor täckning som möjligt önskade man använda så känslig film som var praktiskt hanterbart. FC gjorde prov med fotografering på natten.

#### 4.4.5 Prov med fotobomb

1958 och 1965

Belastningsprov utfördes 1958 med 70 kg fotobomb m/56. Prov gjordes också med urverksrör och flygprov med armeringslina.

Som belysning vid mörkerfoto med SKA 23 användes 75 kg fotobomb m/62. Prov utfördes 1965 med denna fotobomb med fällning under stigning.

### 4.5 Verksamhet vid FC för fpl S35E

#### 4.5.1 Permanenta testtavlor

1964

Testtavlor målades på hangarens tak. Testtavlor bestod av linjemönster för att kunna bestämma skärpan i längs och tvärsled för bilder. Tidigare hade de testmönster som fannas på F 11 hangartak använts.

#### 4.5.2 Prov med SKA 24

1965 till 1967

Prov avrapporterades som utförts med SKA 24 låghöjdsalternativ resp höghöjdsalternativ. 1967 gjordes även prov med automatisk bländare till SKA 24 och med automatisk BIRK (bildrörelsekompensering).

Fpl S 35E höghöjdskameror gav inte den fotokvalitet vad gäller skärpa som FV önskade.

Med den erfarenhet som vi besitter efter proven och åtgärderna med SF 37

höghöjssystem så förstår vi varför. Vid en såpass lång brännvidd som 600 mm så

inverkar objektivet temperatur och framförallt temperaturgradienter på bildkvaliten. Likaså är fokuseringen väsentlig. Om kameran är fokuserad för ett avstånd av t.ex. 1500 m så får man inte en skärpa som motsvarar optikens prestanda vid 5000 m avstånd.

Prov gjordes för att finna en metodik att fotografera under sväng. Det var svårt eftersom de tre kamerorna tillsammans täckte endast ca 30 grader.

Prov gjordes också med olika filmsorter.

För fotoproven med S 35E lånades en Fotolabvagn in från F 11. Det var ett fordon (buss) med inredning för att framkalla film i fält. Filmen rullades upp på spolar som sänktes ned i

fotovätskorna. Filmen spolades fram och tillbaka mellan spolarna så vätskorna verkade någorlunda jämnt på hela filmen.

#### 4.5.3 Vinterprov

1965 och 1967

Vinterprov med S 35E har genomförts både 1965 och 1967.

#### 4.5.4 Fotoprov vid överljuds fart

1965

Prov gjordes med låghöjsfoto vid överljuds fart. Man valde Ölands norra udde där testtavlor arrangerades och flög så att bangarna riktades ut mot havet. Området avlystes och varning meddelades. En bärplockande tant upptäcktes och "avhystes" före prov. Tryckmätning av bangarna gjordes. Inga störningar i bilden kunde märkas.

#### 4.5.5 Mörkerspaning med fpl 35

1968

I ett Pressklipp från Göteborgs Tidning visas en bild på K-E Henriksson vid ett fpl 35. Han hukar sig vid en blixtkapsel. I artikeln nämns att i kapseln finns 12 blixtaggregat som tillsammans har effekten 6000 W och kan användas för flygspaning på upp till 500 m höjd. Dessutom har fpl en värmekamera. Artikeln visar en bild tagen på en väg med lastbilar. Bilden är tagen på 150 m höjd.

Utrustningen är en tidig blixtrustning från EG&G (pkt 4.5.5) och värmekameran HRB Singer (pkt 4.6.2).

#### 4.5.6 Mörkerspaningskapsel för fpl S35E

1968 - 1970-tal

FC fick i uppdrag att integrera kameror och blixtrustning i en kapsel för prov på fpl 35. Drivande var Folke Kinnander, sektionschef vid sakbyrån i Stockholm. Kamerorna upphandlades från W Vinten i England och blixtrustningen från EG&G i USA. Kapseln innehöll blixtrustningen och två kameror riktade vänster resp. höger. Blixtrustningen arbetade med synligt ljus. Vid disigt väder syntes flygplanet på långt avstånd som ljusfenomen i form av ljuspelare som växlade mellan vänster och höger.

Med erfarenheterna från prototypen ändrades utrustningen till ett serieutförande för S 35E.

Reflektorerna för blixterna försågs med filter så att "ljus" nära det synliga området utnyttjades, det sk. Near- IR området. Det rörde sig fortfarande om att på kamerorna registrera reflekterat "ljus" från målen. Kraftenheten fick en avancerad elektronik som gjorde att belastningen på fpl. nät blev förhållandevis jämn. Kapseln utrustades med tre kameror vänster, lod resp höger.

Uppdraget var relativt stort för FC. Framförallt för konstruktionssektionen. De utgick från fpl 35 fälltank. Kamerorna installerades i nosen. Blixtrustningen installerades i resten av kapseln. Kraven på servicebarhet för utrustning och kapsel innebar en stor insats för konstruktionssidan och granskarna.

Kamerorna var en nyutveckling. De hade centralslutare och hade funktionen att i mörke, då blixten stod för belysningen, skulle slutarna vara helt öppna. I skymningsfallet då dagsljuset stod för den mesta belysningen öppnades slutarna inte helt och man fick en avbländning och en minskad exponeringstid med minskad öppning.

Kamerorna gav inga större problem vid utprovningen. Den fotografiska kvaliteten kunde inte bli särskilt hög. Optiken var mycket ljusstark och beräknad för våglängdsområdet strax över synligt ljus. Endast måttliga krav på skärpa etc kunde ställas.

En film från Kodak avpassad för det nära infraröda området användes. Utprovning av framkallningstiden fordrade en hel del arbete.

I samband med utvecklingen av mörkerspaningskapseln anskaffades en sensitometer och en densitometer till FC. Med sensitometern kunde vi exponera gråkilar på film (åstadkomma fält med kända exponeringsmängder) och med densitometern kunde vi mäta exponeringen på en framkallad film. Vi kunde därmed ha kontroll över framkallningen av filmen.

Det gällde att framkalla till så hög känslighet som möjligt utan att driva filmens branthet och slöja till för höga värden Dessutom skulle det passa in i den taktiska hanteringen vid förband.

Blixtutrustningen var något helt nytt. Företaget EG&G som utvecklat och tillverkade utrustningen var mycket kunniga på området. Vi var klart oroade av de höga spänningar i som kondensatorerna laddades upp till. Det blev synnerligen hög effekt som transporterades och omsattes i blixtrören. Kablaget för högspänningen trodde vi skulle bli ett problem. Så blev inte fallet.

Blixtrören där energin laddades ur blir mycket heta. De kylades därför med en fläkt i varje reflektorenhet. Det fanns risk för att bränsle eller hydraulolja kunde läcka in i kapseln. Således fanns risken att fläktarna spolade bränsleångor över de heta blixtrören, således en explosionsrisk. Mycket arbete lades ned på detta ärende. Det hela startade med att vi efter ett flygpass fann att det stod hydraulolja i kapselns fönster för blixterna. Vi hade alltså utan vår vetskap använt "oljad blixt" vid fotoproven. Inget speciellt kunde iakttas på bilderna !

Vid markprov fann vi att blixtutrustningen innebar en belastning på ca 10 kVA med negativ effektfaktor.

Flygproven som naturligtvis var mörkerflygningar utfördes i FC närområde. Vi bedömde att de boende där var så vana att bli störda att vi kunde flyga över i mörker på relativt låg höjd. Proven vid hög fart gjordes mot mål på St. Röcknen i norra Vättern.

## 4.6 Verksamhet vid FC för fpl S37

### 4.6.1 Prov med birkdon

1970-tal

I fpl S35E ställde föraren fart och höjd före passage och fotografering av målet. Detta för att få det s.k. V/H värdet (vinkelhastigheten som marken rör sig med sedd från fpl). För att få en automatisk mätning provades ett birkdon som byggde på att en sensor kände konturer i terrängen och med ett korrelationsförfarande beräknade vinkelhastigheten. Birkdonet fungerade men fordrade god belysning och att inga moln satte ned sikten. Principen fördes ej vidare då man i fpl 37 utnyttjade radarhöjdmätare och den fartinformation som beräknats i flygplanets dator.

### 4.6.2 Värmekamera HRB Singer

1966

Värmekamera d.v.s. en sensor som avbildade underliggande terräng i det Infra -Röda våglängdsområdet. Värmekameran hade två detektorer AnHg som kylades till +30 grader K och InSb som kylades till +70 grader K. Den hade utvecklats av Singer Co i USA. Den var, något nytt i Sverige.

Prov gjordes med värmekameran monterad i en kapsel där man utgått från ett skal till fpl 35 fälltank. Värmekameran var med nutidens ögon mycket primitiv. Den hade enbart en detektor som kylades med flytande kväve som hälldes i en behållare i kameran. Detektordelen måste vacuumpumpas varje vecka. Bilderna blev mycket randiga. Principen med värmekamera gick att demonstrera. Det gick att avbilda i mörker och att urskilja aktiva mål som avgav värmestrålning. Kameran överlämnades till Flygvapenmuséet.

#### 4.6.3 Värmekamera för SF 37

1971

FC deltog tillsammans med sakbyrån i arbetet att finna en lämplig värmekamera för SF 37. Tillverkare i Holland, Tyskland och USA kontaktades. Utvärderingen gav att den kamera som utvecklats av Texas Instruments i Dallas USA var lämpligast. Upphandling gjordes och en prototyp monterades i företagets provflygplan. En gammal B 25 Mitchell. En operatör gjorde omställningar under flygningen. Det var Bob Hubenthal som senare var vid FC många gånger under provning och vid installationer i Sverige.

#### 4.6.4 Värmekamera Texas Instruments

1973 - 1974

Texas Instrument utvecklade en värmekamera av linjeskannande typ d v s en kontinuerligt linjeuppbyggd film så länge som kameran exponerades. Den hade väsentligt bättre prestanda än HRB Singer som provats tidigare. En prototyp av värmekameran installerades i en fälltank för fpl 35. Värmekameran benämndes VKA 702. Den skilde sig från serieförändret att den inte hade någon intern kylmaskin utan detektorerna kylades med hjälp av en yttre kompressor. Det innebar en lite besvärlig procedur med vakuumpumpning av detektorkammare och fyllning av kylmedium före flygpassagen. Serieförändret hade en kylmaskin som var integrerad med värmekameran. Provning gick i stort bra. Värmekamerans förmåga att registrera mål kunde demonstreras. Representanter från Texas Instruments följde utprovningen vid FC. Under provningen ville Texas Instruments ha tips på någon instans som kunde installera värmekameran i en kapsel för Danska Flygvapnets räkning. Vi rekommenderade FFV (Aerotech Telub) Konstruktionen utnyttjades av FFV för deras kapslar Red Baron som såldes till flera länder.

#### 4.6.5 Prov med låghöjdskamera i fpl 32

1972 -1973

FMV hade valt en kamera från W Vinten England som låghöjdskamera för fpl SF 37. Kameran var en nykonstruktion och avsedd för 5" film. Slutaren bestod av ett tunt blad av stål av samma bredd som filmen och med en slits. Bladet fördes fram resp tillbaka av roterande valsar. Slitsens bredd var konstant men hastigheten som slitsen rörde sig med kunde ändras. Därmed kunde exponeringstiden varieras. Systemet fordrade en hel del styrelektronik. Kameran fick beteckningen SKA 32. Prototyp av kameran monterades lodriktad resp sidriktad i ett fpl 32 för prov. Provningen visade på problem främst med slutaren.

#### 4.6.6 Datakamera

1970-tal

En apparat för registrering av data att användas vid tolkning av filmen utvecklades av Teleprodukter i Stockholm. Fpl position, kurs, höjd, roll- och tippvinklar samt vissa andra data presenterades på en siffertablå som fotograferades på 35mm film. Dessutom innehöll den anpassningselektronik för kamerorna. Apparaten benämndes Datakamera DkA 301.

Kameran var utvecklad för konventionell 35mm film att framkallas på samma sätt som flygfilmen. Redan då datakameran projekterades var det "stötande" att digitala data från CK omvandlades till siffror på en tablå som sedan fotograferades av. Filmen lästes i en läsapparat. Så småningom utvecklades en utrustning för att överföra siffrorna på filmen till digitala data igen

Tyvärr fanns det när DKA 301 projekterades inga bandspelare som klarade att i flygmiljö registrerade informationen från CK.

Datakameran provades ur miljösynpunkt vid FC.

Prov gjordes med Bi-matfilm i DKA 301. Bi-mat film var en typ av film som inte fordrade separat framkallning. Den fordrade en viss preparering, var temperaturkänslig och hade en begränsad lagringstid. Trots fördelen med att direkt efter fpl landat efter ett uppdrag kunna läsa data så var det ingen lämplig lösning i ett flygplan.

#### 4.6.7 Allmänt om fpl S 37

Prov med fpl S37 innebar mycket verksamhet för FC. I tidigare fpl var spaningskamerorna en utrustning vid sidan av fpl system. I och med fpl 37 var kamerorna integrerade med fpl systemdator och därmed med fpl systemet

Prototypen av fpl SF 37 fpl 37.901 resp 37.951 för SH 37 överfördes till FC efter att SAAB genomfört flygegenskapsprov och verifierat de nytillkomna funktionerna.

Spaningskamerornas funktion kontrollerades för att verifiera att de fått rätt styrsignaler från fpl. Filmerna utvärderades av FC. Kamerorna upphandlades av FMV och deras prestanda var inget åtagande för SAAB.

#### 4.6.8 Fpl SF 37 låghöjdskameror

1970-tal

Låghöjdskameran SkA 32 som valts provades enl pkt 4.6.5 i ett fpl 32 vid FC. Kameran monterades i fpl 37.901 och användes vid proven vid SAAB. Vid proven visade sig att funktionen hos kamerorna var otillräcklig. Bedömningen gjordes att kameran inte kunde vidareutvecklas för tillräcklig funktionssäkerhet.

FMV valde att för fpl S 37 modifiera SkA 24 som användes i fpl S 35E. Den fick beteckningen SkA 24C som låghöjdskamera i SF 37. Kamerorna försågs med datanotering. Ett sk. K-nr (koordinationsnummer) fotograferades in mellan bildrutorna. När fpl kom till FC var det utrustat med låghöjdskameror av typ SkA 24C.

#### 4.6.9 Fpl SF 37 höghöjds- avståndskameror

1970-tal

Höghöjdskamerorna utgörs av två lodriktade kameror SkA31 med 600mm brännvidd och för 9" film. Bildkvaliteten från dessa kameror jämfördes med den som erhöles från SkA23 som är motsvarande kameror i fpl S32. De hade samma brännvidd och samma filmbredd. Bildresultatet från SkA 31 var ofta sämre än det som erhöles från SkA 23. Prov och utredningar med SkA 31 blev därför en relativt stor del av utprovingsarbetet. Att jämföra SkA 31 bilder med de bästa som erhöles med SkA 23 var dock orättvist.

SkA23 var avsedd att kunna användas för fotografering med pyroteknisk blyxt och hade centralslutare. Den kortaste exponeringstiden var därför 1/400 s. Det innebar att vid normala belysningsförhållanden på dagen fick man blända av objektivet. Problem med icke korrekt fokusering beroende på temperatur och justering av objektiven reducerades därmed avsevärt. Vid motsvarande förhållanden arbetade SkA 31 med full öppning och kort exponeringstid. Det man glömde var alla bilder med SkA 23 som var oskarpa p.g.a. rörelser under exponeringen.

De främsta orsakerna till att bildkvaliteten ej blev den önskade med SkA 31 var:

-Defrostersystemet som skulle se till att det inte uppstod imma på fönstren orsakade turbulent luft mellan objektiv och fönster som störde bilden. Den heta luften påverkade också fönstret så att dess optiska egenskaper ändrades.

- Objektivets prestanda försämrades under uppvärmningen till arbetstemperaturen. Det var känsligt för temperaturgradienter.  
 En kollimator anskaffades för utprovningen. Med den kunde vi på marken generera ett testmönster som om det kom från t.ex. 3000m avstånd. Vi kunde då studera hur kamerans prestanda varierade under uppvärmningsfasen då den var monterad i fpl.  
 Det utmytnade i rekommendationer om hanteringen före ett uppdrag.

#### 4.6.10 Prov i slunga med SKA 31

1970-tal

De lodriktade höghöjds- avståndskamerorna användes för fotografering under sväng. Kamerorna utsattes då för belastning i z-led (G-krafter). Skärpan i bilderna från prov med fotografering under sväng blev ej det förväntade.

Var det G-krafterna på kameran som orsakade oskärpan ?

En SKa 31-kamera monterades på slungan i FC miljölab. En kollimator monterades utanför rummet med slungan och ett hål togs upp i väggen så att kameran "såg" in i kollimatoren under ett kort ögonblick varje varv. En kollimator är ett optiskt instrument som åstadkommer en bild som om den kom från långt håll t.ex. 20 km avstånd. För att få en skarp bild trots att kameran rör sig under exponeringen användes en elektronblix med kort utladdningstid som ljuskälla. Blixten triggades så att den utlöstes när kameran "såg" in i kollimatoren.

Provningsen gav resultatet att kameran inte var känslig för G-krafter.

#### 4.6.11 Fpl SH 37 Avståndskamera

1970-tal

Till fpl SH 37 finns en kapsel med en framåtriktad kamera med 600 mm brännvidd. Från början var kapseln utrustad med ett Vinten kamerahus för 5" film med optik från Leitz Canada. Kameran hade beteckningen SKA 33.

Bildresultatet från de första flygningarna var synnerligen dåligt. Arbetet med att ta reda på orsakerna blev omfattande för FC.

Kapsel med kamera monterades på plattformen som fanns på taket på huset där EL-sektionen fanns. Testtavlor arrangerades på några kilometers avstånd. Det stod klart att det till stor del var temperaturproblem. I kapseln fanns ett defrostersystem som skulle hålla fönstret fritt från is. Dessutom hålla kameran vid en tillräckligt hög temperatur vid kall väderlek. Det visade sig att optiken var mycket temperaturkänslig och att ojämn uppvärmning av fönstret bidrog i hög grad att försämma bildresultatet vid en så pass lång brännvidd som 600 mm.

För fpl SF 37 hade SKa 24C valts som låghöjdskamera. Det var därför naturligt att byta från Vinten till SKa 24C även i kapseln. Bofors Aerotronics fick uppdraget att modifiera SKA 24C kamera hus så att den fick en funktionsmod med exponering utan bildrörelsekompensation. Sakbyrån valde optik från Pacific Optical som ingick i Chicago Aerial Ind, som sakbyrån då hade mycket kontakt med.

Med den nya kameran fortsatte nu flygproven

Nu kunde en fartberoende försämring av bildresultatet märkas. Det nya fenomenet hanterades av FC - SAAB - Bofors Aerotronics. Utredningarna resulterade i en ny form av nos på kapseln. Från delfinnos till en avhuggen nos. Dessutom en omspecificering av fönstret.

Totalt blev resultatet nu godtagbart.

Det är alltid lätt att vara efterklok. Flygproven gjordes med testtavlor på Röcknen och med anflygning mot testtavlor på relativt låg höjd jämfört med den höjd där kapseln skulle användas. Luften har en högre täthet på låg höjd vilket ger mer optiska effekter framför fönstret. Om proven gjorts vid en högre höjd hade kanske åtgärderna blivit annorlunda. Men det hade fordrats mycket större testtavlor !

Kanske hade "delfinnosen" varit fördelaktigare med tanke på den erosion av partiklar i luften som olaset i kapseln nu utsätts för.

#### 4.6.12 Inställning av Värmekamera VKA 702

1970-tal

Fpl SF 37 Värmekamera har en kontrollbox där Nivå och Förstärkning kan ställas in före flygning. Nivå är den temperatur där grovt man skall börja att åstadkomma en bild. Med förstärkning menas vilket temperaturområde som skall avbildas. Dessutom finns möjlighet att välja automatisk inställning av Nivå och Förstärkning.

Eftersom valet måste göras före flygning är det svårt att skaffa erfarenheter från användningen i fpl SF37. De termiska förutsättningarna varierar från flygpass till flygpass.

En värmekamera VKA 702 monterades i en Tp 86 Pembroke och några typiska mål avbildades under olika väderbetingelser och olika årstider. En operatör i fpl ändrade inställningarna av Nivå och Förstärkning mellan passagerna av målet. På så sätt kunde bilder med olika inställning med samma förutsättningar erhållas.

För proven användes även fpl Tp 79 (Dakota) med en värmekamera monterad i kabinen. Proven resulterade i ett filmmaterial som kunde användas för att utarbeta rekommendationer om inställningen av kontrollerna för värmekameran.

Vid proven försökte vi få en uppfattning om vilket temperatur en viss svärtningsändring på filmen motsvarade. Två vattenbad med känd temperaturdifferens ställdes upp. Tyvärr lyckades inte ansatsen. Själva vattenytan som avbildades av värmekameran antog en annan temperatur än vattnet !

#### 4.6.13 Målen på Röcknen

1970-tal

För proven med spaningsutrustningar fordrades mål som kunde passeras på låg höjd vid hög fart. Ofta användes St. Röcknen i norra Vättern där testtavlor med linjemönster arrangerades.

Målen användes både vid dager och för prov med mörkerspaningsutrustningar.

Att fotografera testtavlor är viktigt ur ren teknisk synvinkel men är inte så intressant för användarna. De vill veta vad kommer jag att kunna se ?

På Röcknen arrangerades därför taktiska mål som olika fordon, tält och delar för en balkbro.

Fordonen transporterades till Röcknen på armens flottor vid lugnt väder på Vättern. På lite håll såg det ut som det kom en buss och en lastbil åkandes på vattnet. En syn som lär ha fått en del fritidsfiskare att undra över sitt tillstånd.

#### 4.6.14 Långbrännviddig kamera

1980-tal

Proven med CA-200 innebar att en framkallningsmaskin för flygfilm anskaffades och att en vägg försågs med ett permanent testmönster.

Framkallningsmaskinen var Kodak Versamat, samma typ som användes i FV underrättelse-pluton. Testväggen var anordnad på hangarens södra vägg.

Testväggen och tekniken hur den användes beskrivs i ref.

I samband med proven utarbetades metoder och programvara för att bestämma gamma-värde för aktuell film framkallad i Versamaten. För dessa prov var det viktigt att filmen var framkallad till ett visst gamma-värde.

### 4.7 Övrig verksamhet vid FC inom spaningsområdet

#### 4.7.1 Prov med panoramakamera i fpl 32

1964

En panoramakamera av fabrikat Fairchild med USA beteckningen KA-56 monterades lodriktad i en S 32C där den framåtriktade SKA 16 normalt var monterad.

Panoramakameran var lodriktad. Utöver erfarenheter inför anskaffning för SK 60C gav proven filmmaterial av att använda en panoramakamera i stället för flera kameror riktade vänster-lod-höger. Panoramakamera som lodkamera användes ofta i USA men har inte vunnit gehör i Sverige.

#### **4.7.2 Kronprins Karl Gustav och KA-60**

1965

För fpl SK 60AS valdes en panoramakamera med USA beteckning KA-60. En kamera för 70 mm film. Kameran provades vid FC. När kronprins Karl Gustav i samband med sin värnplikt vid FV besökte FC fotograferades sällskapet från toalettönstret i By 11 då de passerade på gården. Prinsen fick med sig en bild på detta. Den kamera som provades 1965 hade beteckningen SKA 30.

#### **4.7.3 Prov med panoramakamera i fpl 60**

1968

FC gjorde prov med installationen av panoramakamera i nosen på fpl 60C. Det är en framåtriktad kamera av typ Fairchild med USA beteckningen KA-60. En kamera liknande den tidigare provade KA-56. Kameran hade beteckningen SKA 29.

Även vinterprov genomfördes.

#### **4.7.4 Prov med FFV Red Baron**

1970-tal

När FC gjorde prov med värmekameran för fpl S 37 i en kapsel på ett fpl 35 (pkt. 4.6.3), frågade repr. För Texas Instr. Om vi kände någon industri som kunde göra en installation i en kapsel för danska fpl 35. Vi föreslog FFV på Malmén (nuv. Aerotech Telub). De utvecklade kapsel och installation för danska fpl 35.

FC provade en prototyp av kapseln. Den skilde sig från den svenska genom att den var gyrostabiliserad och att den kunde ställas ut att peka åt vänster eller höger utöver lodläget.

Den hade dessutom radarhöjdmätare att användas för att ge höjdinformation vid beräkning av V/H.

En representant från Texas Instr. Följde provningen.

Provningen gick bra. Inga större problem kom fram.

#### **4.7.5 Prov med FFV UNI-RECON**

1980-tal

Vid FFV hade en grupp bildats som utvecklade kapslar för spaning och akan. RED BARON enl. pkt 4.6.1 utgjorde en stor del av deras verksamhet. En annan kapsel kallades UNI-RECON. Den var försedd med Vinten kameror för 70 mm film. Kapseln var avsedd för upphängning enl. NATO-standard. Kapseln monterades på Tp 86 Sabre Liner och flögs ett fåtal pass.

Avsikten var främst att få bilder som visade vad kapseln kunde prestera samt att verifiera att förväntad temperaturmiljö erhöles i kapseln.. Kapseln var avsedd för fpl med underljudshastighet.

#### **4.7.6 Prov med FFV GREEN BARON**

1980-tal

FFV utvecklade även en kapsel för fotospaning kallad GREEN BARON. Den var utrustad med en panoramakamera för 70 mm film avsedd för låghöjds spaning. Dessutom en kamera från OMEGA för 5" bred film. Kameran hade ett objektiv med 300 mm brännvidd



och avsedd för avbildning på medellånga avstånd. Kameran kunde riktas från vänsterriktad till högerriktad via ett lodläge.

Kapseln hade också en värmekamera som i RED BARON.

Kapseln provades på ett fpl 35. Ett tiotal flygpass genomfördes.

Främst provades kapseln med avseende på fotokvalitet. Panoramakamera för låghöjd fanns ej i svenska FV och var en ny erfarenhet. Kapselns termiska miljö provades också.

Frågeställningen var: Räcker uppvärmningen, blir det imma på fönstren ?

Provingen av kapslarna enl 4.7.4 - 4.7.6 utfördes på uppdrag från FFV där FFV betalade för FC verksamhet, provledning, flygpass etc.

#### 4.7.7 Prov med CCD-sensor

1990

Prov gjordes ca -90 med en sensor (kamera) med CCD-sensor. Anledningen var att skaffa egna erfarenheter från användning av den kommande moderna tekniken inför JAS spanings-utrustning. Sensorn med elektronik hade utvecklats vid FFV (numera Aerotech Telub) enbart för FC prov. Den bestod av CCD linjearray om 1024 pixels och optik samt elektronik så att informationen kunde registreras på en bandspelare. Systemet arbetade med sk. Push-broom

teknik. Proven gjordes i Tp 86 Sabreliner.

Proven gav erfarenheter från användning av en sensor som arbetar med en teknik som var ny för oss.

## 5 Utprovningmetodik

FC traditionella uppgift att prova i olika miljöer samt granskningar har utnyttjats i spanings-sammanhang.

Metodiken vid provning av spaningssystem är att avbilda mål inom aktuell flygenvolp och analysera bildresultatet.

Kamerorna är så gott som alltid hyllvara upphandlade efter en specifikation. Deras prestanda på marken är verifierade för flygproven. FC prov innebär att verifiera att installationen inte degraderar kamerornas prestanda mer än vad som måste accepteras med tanke på fpl egenskaper och väderbetingelser.

Den traditionella metodiken har varit att utvärdera filmen efter ett flygpass m.a.p.

- har filmen matats fram ?
- är bilderna rätt exponerade ?
- är bilderna skarpa ?

Flygkameror innehåller mycket mekanik. Drivsystem, filmmagasin, slutare och bländare är källor till funktionsproblem i flygmiljö. Felen avslöjas förhållandevis lätt genom analys av filmen.

Spaningskameror fr.o.m 60-talet hade automatisk inställning av exponeringen. Det är en ganska oprecis funktion. Filmen sväljer relativt stora avvikelser utan att den kan bedömas som felexponerad. Rätt exponering avgjordes erfarenhetsmässigt. Är filmen lagom exponerad och därmed tolkbar ? Många faktorer spelar in. Medljus kontra motljus, sikt solens höjd etc.

Bestämning av hur skarpa bilderna är den kanske mest arbetskrävande uppgiften vid utprovning av spaningskameror och spaningssystem. Skärpan eller upplösningen är väsentlig därför att den ger en möjlighet att bedöma om installationen av kameran är riktig utförd. Vibrationer överföres till kameran och ger oskarpa, fönster kan degradera kvaliteten och blåsningen av varmluft är en annan faktor.

Tavlor med streckmönster i längs- och tvärsriktning arrangerades på marken användes som mål. Vid utvärdering bestämdes vilken grupp av linjer som nått och jämnt gick att se. Lupp användes som hjälpmedel. För att få en likvärdig bedömning av upplösningen utfördes utvärderingen främst av en person.

Bilder har ibland rätt att ha en sämre skärpa p.g.a. främst sikt och fpl rörelser. I samband med utprovningen för fpl S 37 använde vi MTF (Modulation Transfer Function) som ett verktyg. Metoden innebär att överföringsfunktionerna bestäms för de olika leden i kedjan fram till färdig bild. Således för optik, film med framkallning, sikt, mål med kontrast i målet samt påverkan från rörelser (vibrationer och lågfrekventa rörelser). Vi hade möjlighet att för en viss kamera beräkna vilken skärpa (upplösning förmåga) vi hade rätt att förvänta oss.

En hel möda lades ner på att ur erhållet resultat söka orsaken till en degradation av bilden. Var det vibrationer eller degradation av optiken? Vi lyckades inte och litteraturen visade senare att ingen annan lyckats med det heller.

Bestämning av upplösningen fordrade att testtavlor fotograferats. Det var angeläget att kunna bestämma upplösningen i en bild där inga testtavlor fanns med. Försök gjordes att analysera en kant som nästan alltid går att hitta på en bild. En kant på en bild kan frekvensanalyserats om svärtningstillväxt i längsled kan beskrivas. En mikrodensitometer anskaffades. Den mäter svärtningen i en smal spalt och ritar upp svärtningsändringen med en kurva. Det lyckades inte att bestämma frekvensinnehållet i en kant med tillräcklig säkerhet. Kornen i film adderade ett brus som störde själva kanten. Mikrodensitometern anskaffades från Zeiss i Jena i dåvarande Östtyskland.

Försök gjordes också med att optiskt analysera kanten. Om en kant belyses med laser så uppstår ett interferensmönster vars där kantens frekvensinnehåll under ideala förhållanden kan bestämmas. Ett uppdrag lades på en industri som kunde konstatera att även denna metod stördes för mycket av kornbruset.

Sakbyrå i Materielverket uppdrog åt dåvarande BAAB (Bofors Aerotronics AB tidigare AGA) att utveckla ett datorprogram för MTF-beräkningar. Verifiering av programmet gjordes vid FC. Resultat från fotografering under kontrollerade former gjordes som sedan jämfördes med beräknade värden. Tillfredsställande överensstämmelse erhöles för fotografering på film. Avbildning med Elektro-Optiska sensorer kunde inte verifieras då flygburen sådan inte fanns att tillgå.

I samband med utprovning av långbrännviddiga kameror arrangerades tavlor med testmönster på den södra hangarväggen. Målet och dess användning är dokumenterad i ref. Målet kom också att användas vid utprovning av IR-utrustningar.

## 6 Personer och institutioner engagerade i spaningsutprovning

Det är en omöjlig uppgift att på ett rättvist sätt nämna de personer som varit engagerade i prov med fotospaning vid FC. När prov utföres så fordras många personers medverkan. Jag tar mig friheten att begränsa mig till de som vid saksektionen vid FC haft som uppgift att genomföra prov med spaningsutrustningar fr.o.m. slutet av 50-talet.

Prov med fotospaning har tidigare inte varit någon kontinuerligt förekommande verksamhet. Först på 60-talet med fpl S 32C och S 35E blev omfattningen så stor att någon eller några till större delen ägnade sig åt fotospaning.

Carl Eckers. 60-talet. Detaljchef då S 32C provades

Inge Görilin. 50-tal t.o.m. 80-tal. Först lånad från F11 och sedan anställd vid FC. Har varit med om S 32C, S 35E, SK 60 och S 37 vid FC. Mr Spaning vid FC.

Kjell Nyberg. 60-talet. Detaljchef. Prov med HRB Singer värmekamera.

Ture Eriksson. 60-talet. Prov med HRB Singer värmekamera och S 35E mörkerspaningskapsel.

Ingvar Johansson. 70-talet. Detaljchef. Prov med S 35E mörkerspaningskapsel och S 37.

Jan Berggren. Prov med VKA 702.

Ulf Ringh. 80-talet. Detaljchef. Prov med långbrännviddig kamera.

Lena Clasén. 90-talet. Prov med CCD-sensor samt bildbehandling.

Vid provning av spaningsutrustningar har granskningsverksamheten vid FC utnyttjats. Miljöprov av apparater i spaningssystemen gjordes ofta vid FC. Konstruktionssektionen med verkstaden har gjort provinstallationer som ofta sedan utgjort underlag för serieinstallationer.

Personal vid verkstadssektionen har ofta svarat för laddning av film i kamerornas magasin och laddat resp plundrat kamerorna vid flygproven.

Mätsektionen har varit engagerade med mätning och registrering vid såväl markprov och flygprov. Framkallning av flygfilm gjordes vid mätsektionen. Först manuellt och senare med framkallningsmaskin.

Flera av FC flygförare har kommit från spaningsförband och därmed kunna bidra med taktiska kunskaper.

För att genomföra provning har FC samarbetat med industrier och institutioner.

Naturligtvis har SAAB ofta medverkat. Dels med tanke på installationen av utrustningar men även med synpunkter på aerodynamik. För S 37 var arbete med de datorprogram som styrde spaningssystemet en del där SAAB hade kompetens.

Industrier som levererade utrustning hade ofta personal placerade vid FC. Kontakterna med de utländska representanterna var ett stimulerande inslag.

Vid arbetet med S 37 fotokvalitet gjorde Bofors Aerotronics (företaget AGA numera ingående i Celsius-gruppen) insatser. Även KTH inst. För Optik utnyttjades.

Underhållsresurserna vid FFV Arboga utnyttjades för justeringar och verifiering av kameror.

## 7 Tankar om utvecklingen från 1936 till nutid

Fram till idag har spaning med kameror handlat om registrering på fotografisk film. De kameror (sensorer) som utvecklas idag bygger på att bildinformationen lagras som digitala data på något slags minnesmedia (bandspelare eller minne).

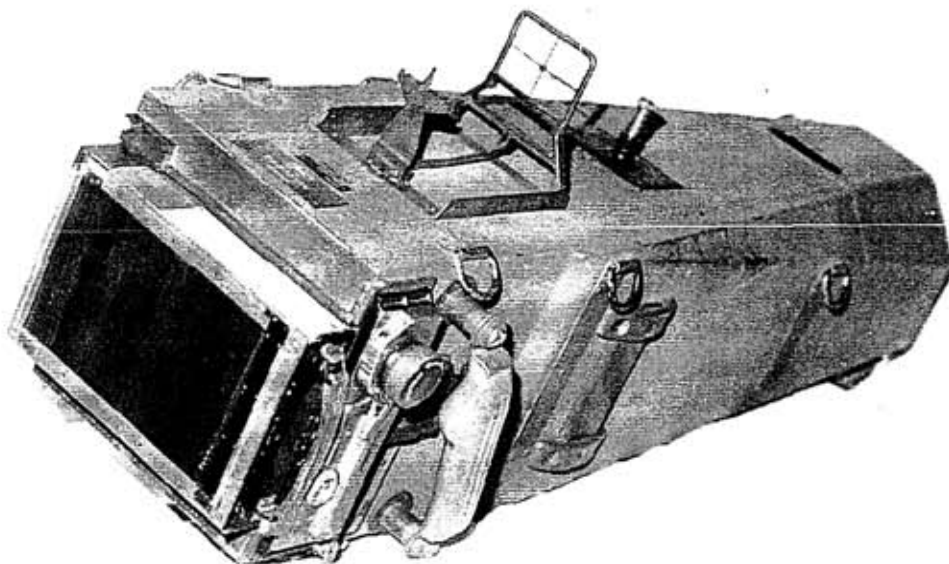
Man kan påstå att en epok avslutas. Det ger en anledning att skriva ned några tankar om utvecklingen.

### Handkameror

På 1930- och även på 1940-talet användes ofta handhållna kameror för spaning. Spanaren höll kameran över sargen, riktade den mot målet och "knäppte av". En representant för en sådan kamera är HKA 4. Den var tillverkad av Carl Zeiss, hade ett objektiv med 70 cm brännvidd med öppningen 1:5. Kameran hade ridåslutare med möjlighet att ställa in exponeringstiden mellan 1/90 s till 1/750 s.

Kameran var för formatet 13 x 18 cm och hade en kasset för plåtar. I varje plåtväxelkasset kunde flera plåtar matas fram.

Sannolikt kunde man få nästan lika bra bilder med denna gamla handkamera som med dagens spaningskamera med ungefär samma brännvidd. Flygplanen gick förhållandevis sakta, och en skicklig spanare kunde anpassa bländare och tid så att man fick bra bilder. Negativmaterialet har utvecklats. De glasplåtar man använde i t.ex. HKA 4 hade en lägre känslighet och gav en kornigare bild än dagens filmmaterial.

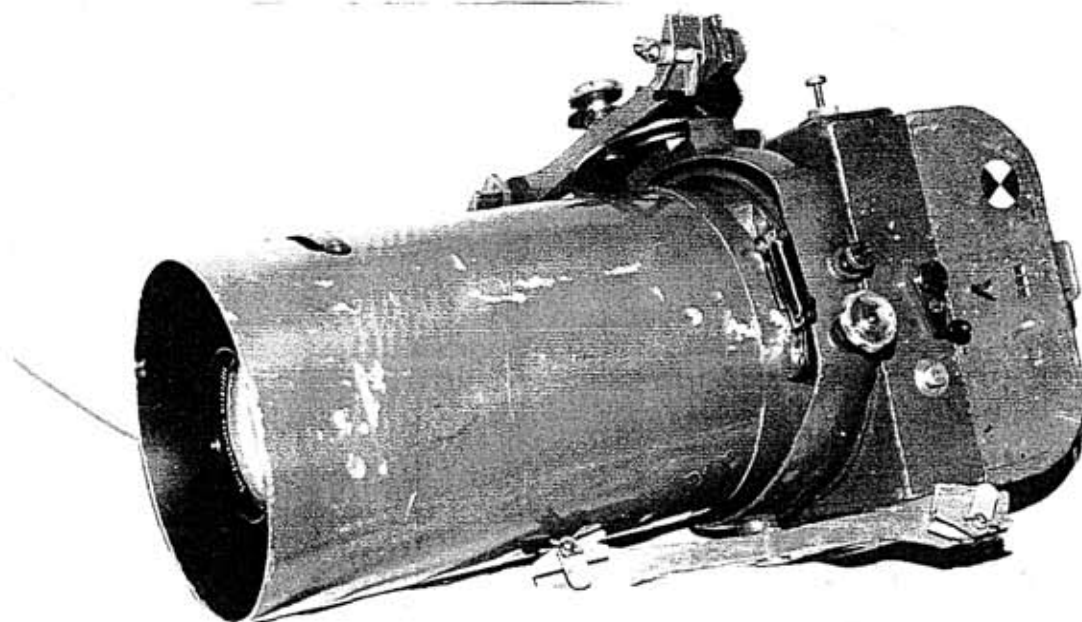


HKA 4. Kameran fotograferad vid Flygvapenmuseum i Linköping.

#### Dagerkameror

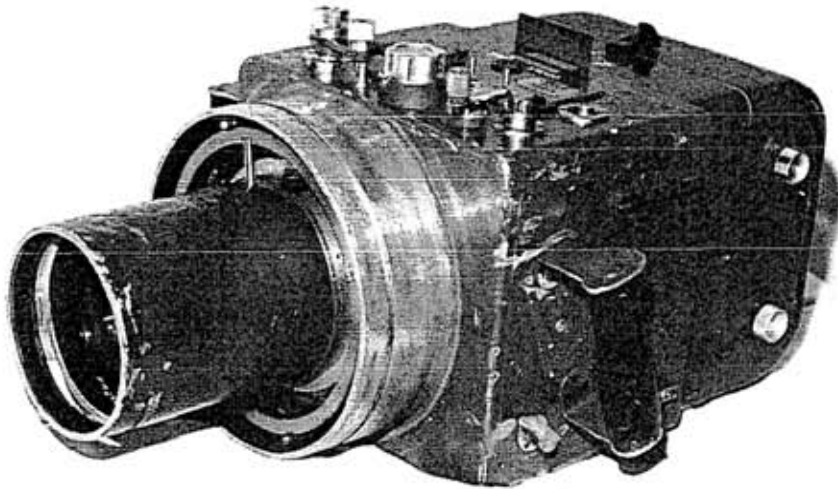
Med dagerkameror avses spaningskameror avsedda för fotografering under dagerförhållanden.

Det första ärendet om fotospaning i FC arkiv är från 1936 och rör kameran Eagle IV och en installation i fpl S 6 (Fokker). Kameran får beteckningen SKA 3. Den kommer också att användas i fpl S 17.



Kameran Eagle IV. SKA 3. Fotograferad vid Flygvapenmuseum i Linköping

En annan tidig kamera är SKA 4 från 1940-talet. Den är avsedd för 5" bred film och mindre än SKA 3. Kameran är tillverkad av ROSS, den fabrik i Göteborg som senare blir berömd för Haselblads-kameran. Den användes både som handhållen och fast monterad kamera.



SKA4. Fotograferad vid Flygvapenmuseum i Linköping

Både SKA 3 och SKA 4 är till det yttre mycket lika en spaningskamera från idag. Uppbyggnaden är densamma, ett kamerahus med drivverk, ett filmmagasin och en objektivkon som monteras på kamerahuset.

SKA 3 har dessutom monteringsanordning så att den lutas i sidled. Den kan då användas för att fotografera rakt ner resp. åt sidan.

Släktskapen mellan SKA 4 och Hasselbladskameran är tydlig !

För dagens spaningskameror har prestanda förbättrats avsevärt.

- Den ökade farten hos flygplanen har medfört att bilhastigheten ökats väsentligt.
- Exponeringstid och bländare behöver inte ställas in manuellt. Elektronik känner av vilken exponering som fordras och styr bländare och slutare så att rätt exponering erhålles.
- Slutaren kan arbeta med korta exponeringstider.
- Kamerorna har bildrörelsekompensation d.v.s. Filmen dras fram under exponeringen för att kompensera för fpl rörelse över marken (ökar skärpan i bilden).
- Vacuumanordning så att filmen hålles plan under exponeringen.
- Sifferinformation exponeras in på filmen för att kunna koordinera olika kameror med varandra och med andra registreringar i fpl.

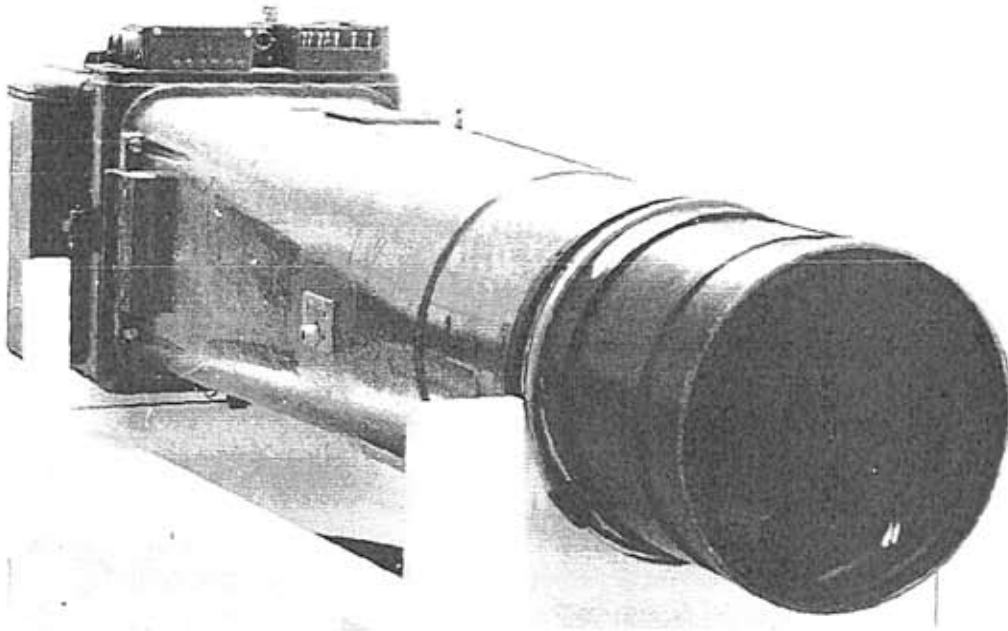
Samma utveckling har inte gällt för optiken. Eagle IV (SKA 3) med 50 cm brännvidd har en öppning av 1:4,5 ungefär vad som dagens kameror med samma brännvidd har. Den optiska kvaliteten skiljer sannolikt inte mycket.

För "vanliga" dagerkameror är det fpl. rörelser, okompenserade bildrörelser och vibrationer som främst degraderar resultatet. Resultatet förbättras inte väsentligt genom att använda optik med superprestanda..

En något speciell spaningskamera är fpl S 29C framåtriktade SKA 10-150.

Den hade den mycket långa brännvidden 150 cm.

Efter de utredningar som gjordes för S 37 långbrännviddiga kameror inser man att skärpan i bilderna har varierat. Provrappporter berättar också om detta. För att erhålla skarpa bilder vid så lång brännvidd fordras speciella arrangemang för att hålla temperaturen stabil och dessutom att fpl rörelser är minimala.



SKA 10-150. Fotograferad på F 11 museum i Nyköping.

Slutaren i SKA 24C är en förnämlig konstruktion. Från början var det utbytbara slutare i kameran, med en slutare för varje exponeringstid. På samma utrymme som för en sådan slutare lyckades konstruktörerna åstadkomma en slutare där exponeringstiden kan varieras inom ett stort område. Det är en metallridå som med konstant hastighet rullas mellan två spolar. En springa kan varieras för att få olika exponeringstid. Den energi som frigöres då ridån bromsas upp lagras i fjädrar så att ett minimum av kraft fordras för att driva slutaren fram och tillbaka. Det är verkligen god ingenjörskonst. Kameran och slutaren har utvecklats av OMERIA i Frankrike. SKA 24 anskaffades för fpl S 35E, den modifierades under 35-perioden, och uppgraderades och sitter nu i fp SF 37.

SKA 24 hade från början bildformatet 114 x 114 mm och en maximal bildhastighet av 5 bilder/sek. Dåvarande fotoingenjören vid F 11 Torsten Johansson kom på, att om man gick ner till halva formatet 57 x 114 mm och ökade bildhastigheten till 10 bilder/sek så kunde man läsa bilderna i stereo direkt på ljusbordet. Denna innovation fungerade ypperligt i praktiken. En verklig innovation !

Bildrörelsekompensering är en förutsättning för att med rimliga exponeringstider kompensera för fpl rörelse relativt marken. Om filmen matas fram med konstant hastighet under exponeringen kompenserar man för rörelsen när filmplanet är parallellt med marken. Med kameran riktad åt sidan kan man endast kompensera för fpl rörelse på ett avstånd från fpl. Om man t.ex. väljer att kompensera i mitten på bilden blir de partier som är närmast resp de som är längst bort ej korrekt kompenserade.

På avancerade spaningskameror som t.ex. en Zeiss-kamera som användes i tyska flygvapnet ändras hastigheten för bildrörelsekompenseringen under exponeringen så att hela bilden blir korrekt kompenserad. En sådan kamera blir komplicerad men kan ge bilder med mycket hög kvalitet. Längre än så kan man inte komma.

En typ av spaningskamera som omnämns mycket lite är panoramakamerorna. Kamerorna är mekaniskt relativt enkla med nästan enbart roterande delar. De orsakar få funktionsproblem. Kameratypen är vanlig i USA men har inte fått samma användning i Sverige. Kamerorna arbetar med korta exponeringstider vilket innebär goda ljusförhållanden vilket inte alltid råder i vårt land.

### Spaning under mörker

Det är viktigt att kunna spana under mörka delen av dygnet. Avsikten var att förse fpl S 18 med kamera för fotografering under mörker med pyroteknisk blix. Projektet fullföljdes inte.

Fpl S 32C var från början avsedd att bli ett flygplan för spaning enbart under mörker. Med radar och med navigatör fanns förutsättningar att framgångsrikt utföra mörkerspaning. Även detta projekt fullföljdes inte. Flygplanen levererades till förbanden utan kameror. I serieutförandet hade S 32C kameran SKA 23 som var avsedd för mörkerfoto och dagerfoto på längre avstånd. Vid mörkerfoto användes s.k. fotobomb. Den lyste upp ett område under en begränsad tid.

Begränsningen var att på användbar höjd belystes en ganska begränsad del av marken. Därmed fordrades en stor säkerhet i navigering och kännedom om var målet befann sig.

Med fpl S 35E utvecklades låghöjdsspaning under mörker med mörkerspaningskapseln MSK som innehöll blixurladdningslampor och kameror.

Flygvapnet kunde nu utöva fotospaning på låg höjd under hela dygnet och få stereo-bilder med god täckning. Systemet med blixlar var unikt för taktiska flygplan.

Spaning med värmekameror började alltmer att bli vanlig. Inför fpl SF 37 gjordes prov med en värmekamera av fabr. HRB Singer. För serieflygplanen valdes Texas Instruments som leverantör.

Trots sin avancerade mekanik och elektronik fungerar de mycket bra. Den elektriska signalen omvandlas så att bilden registreras på film ! Något som idag verkar gammaldags.

### System

I och med att spaningsflygplanen blev ensitsiga och att föraren även skulle utföra fotospaning växte kravet på att göra inställningarna så lätthanterliga som möjligt.

I fpl S 35E måste föraren ställa in vald höjd och fart manuellt för fotograferingen för att kamerorna skulle få rätt bildhastighet och bildrörelsekompensation.

Det var därför ett stort steg när fpl dator i fpl S 37 kunde beräkna dessa värden. Uppgifter om fart, höjd och attitydvinklar kom från fpl. primärdatasystem. Spaningskamerorna fick korrekt signal så att rätt bildrörelsekompensation erhöles. Det var ett stort steg. Föraren kunde helt inrikta sig på att flygningen.

Den högre farten för nutidens flygplan har påverkat kamerornas prestanda. Men även att spaningsflygplanen måste uppträda på ett annat sätt. Motverkan från fienden är helt annorlunda nu. Gamla tiders lodbilder från "lagom" höjd är alltför riskabelt.

Avbildning av mål på nära håll blir uppdrag för förarlösa flygplan.

Med moderna fpl, som har flera typer av sensorer kan informationen fusioneras och resultat levereras till uppdragsgivaren i koncentrerad form. Tiden då en fototolk granskar en film och skriver en rapport är snart förbi.

### 8 Referenser

Här anges de böcker eller handlingar som kompletterar redogörelsen:

**FC historia.** FMV Vetransklubb Linköping Memorandum Nr 1. Utg. Malmen 1998.

Skriften ger en bakgrund hur FC utvecklats från 1936 till nutid.

**Camera flight tests and image evaluation.** Ulf Ringh. SPIE -rapport. Ett "paper" från SPIE-konferens i San Diego.

Spaningsversionerna av de olika flygplanen finns beskrivna i nedanstående böcker

**Svenska Vingar 1.** Svenska Militära flygplan och helikoptrar. Svenska Militärhistoriska biblioteket 1999.

**Saab 17.** Bo Widefeldt. Air Historic Research, Nässjö, 1997

**Saab 18.** Flyghistorisk Revy nr 31. Svensk Flyghistorisk Förening

**J26 Mustang.** Leif Hellström. Utg. Allt om Hobby 1989. I boken finns ett kapitel om installationen av kamerorna. FC var engagerade

**Flygande Tunnan.** En Antologi av Lennart Berns. Allt om Hobby

**Lansen.** Sven Stridsberg. Allt om Hobby 1997

**Draken.** Bo Widefeldt. Air Historic Research, Nässjö