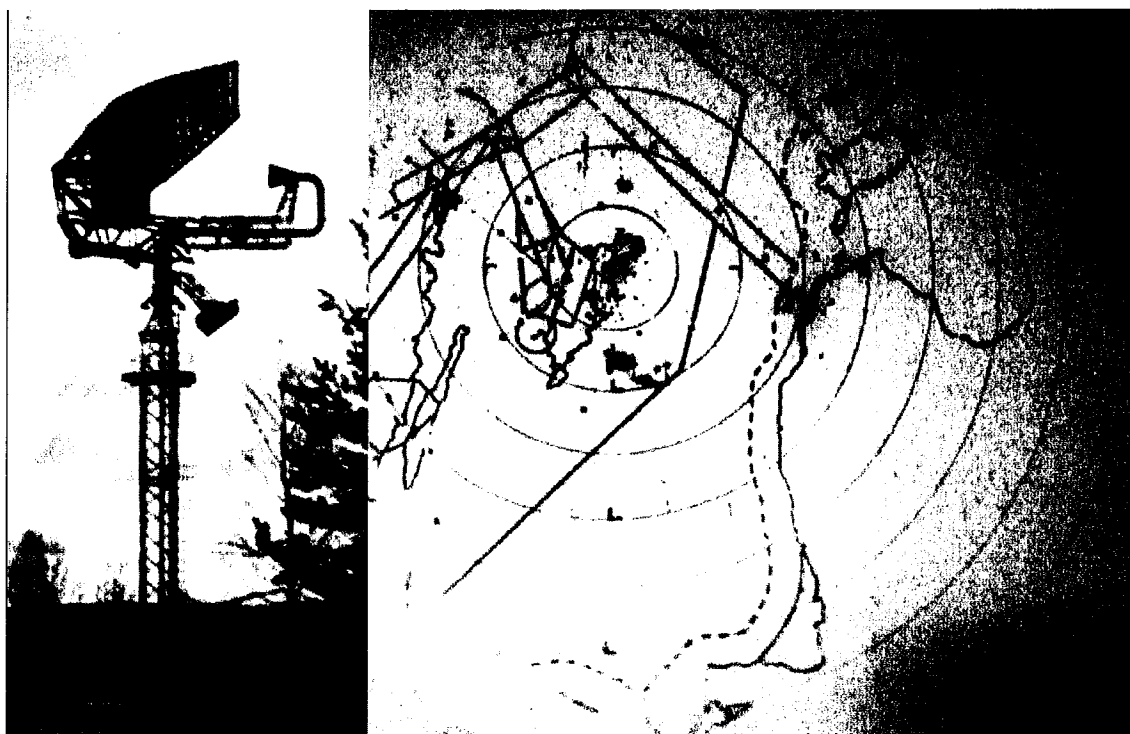


Fakta kring, och hantering av, bevarade radarfilmer/PPI-filmer

Dokumentet sammanställt av Ulf Hugo, oktober 2019



Arkivbeskrivningen är genomläst och godkänd av Mj Birgit Säberg, Chef RadarUnd, Insatsstaben.

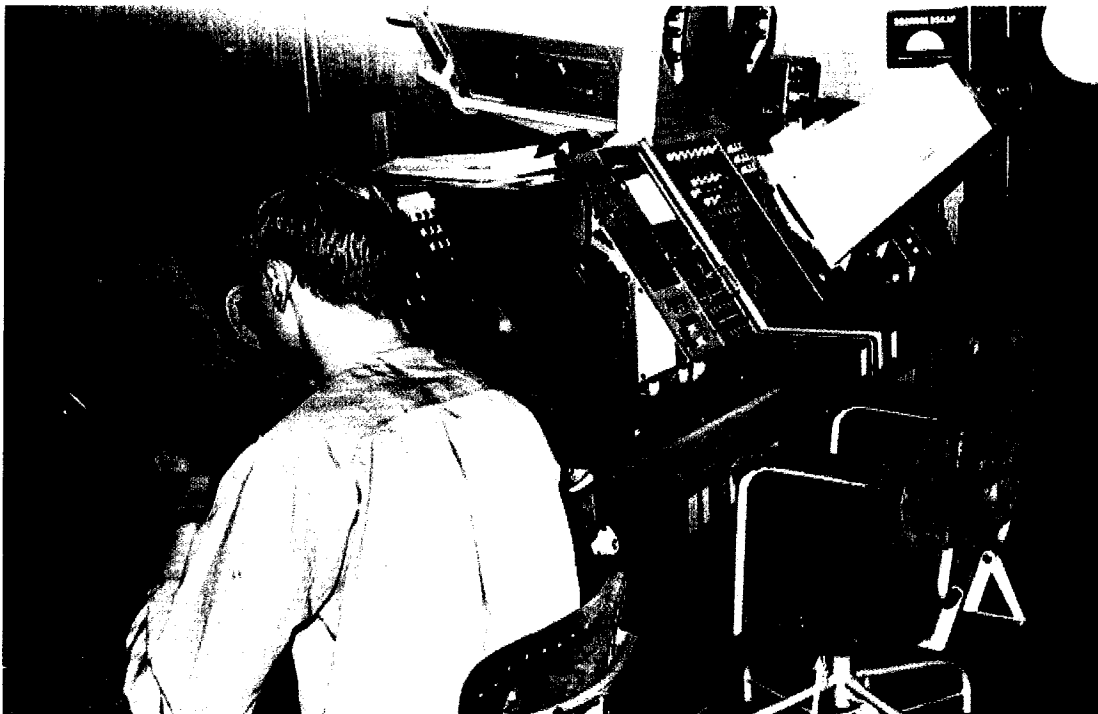
Sökord: PPI-filmer, Radarfilmer, Radarunderrättelsetjänst, Radar Intelligence, RADINT

Bakgrund

Radarunderrättelsetjänst (RADINT) innebar att informationen från ett antal av Flygvapnets radarstationer samt luftförsvars- (lfc) och radargruppcentraler (rrgc) kontinuerligt registrerades genom att filma radarskärmar, så kallad PPI-filmning (PPI = Plan polär indikator).

Insamlingen av radarunderlag genom PPI-filmning inleddes 1962 och pågick fram till och med 1997. Efter det sker registreringen av radarbilder numera digitalt.

Registreringen gjordes med 16 mm negativ, svartvit film och skedde tidskomprimerat. Normalt togs en bildruta efter varje varv som radarantennen snurrade. För exempelvis radarstationer av typ PS-65 innebar det att en bild togs var tionde sekund. Underlaget på PPI-filmerna utnyttjades främst i analysverksamhet inom den svenska underrättelsetjänsten.



R 130 på Furillen. Uppe till höger sitter PPI-filmskameran på plåthuv.

PPI-filmerna var även viktiga i samband med befarade kränkningar av svenskt luftrum. Med hjälp av PPI-filmerna kunde kränkningar bekräftas eller avfärdas. Vid en bekräftad kränkning utgjorde underlaget från filmerna också ett tungt bevismaterial i samband med den diplomatiska protest som Sverige då kunde göra mot aktuellt land. Detta var viktigt i hävdandet av Sveriges suveränitet och territoriella integritet.

PPI-filmerna ingick i vissa fall också som underlag i samband med haveriutredningar, där flygbanorna före ett inträffat haveri kunde plottas och därmed bidra till att klarlägga händelseförloppet.

För den tekniska underrättelsetjänsten kunde underlaget från radarunderrättelsetjänstens PPI-filmer bidra vid prestandaanalyser.

PPI-filmning

Totalt skedde PPI-filmsregistrering vid, som mest, 18 anläggningar, från Murjek i norr till Romeleåsen i söder. De flesta anläggningarna låg dock i sydöstra Sverige, eftersom det huvudsakliga uppföljningsområdet (underrättelsemässigt) var över och kring Östersjön. Huvuddelen av radarstationerna täckte således området kring Östersjön.

De typer av radarstationer där PPI-filmning skedde var storradarstationerna PS-08, PS-65 och PS-66. Med storradar avses i första hand hög uteffekt och lång räckvidd.

Filmning skedde också vid en tornradar typ PS-15. Den hade kortare räckvidd men bra täckning på lägre höjder eftersom den var monterad på en ca 100 m hög mast.

Tre civila radarstationer filmades också.

Av beteckningarna för radarstationerna kan man dels utläsa vilken av Flygvapnets flottiljer som ansvarade för stationen, dels vilken typ av radar det rörde sig om.

Typer av radarstationer

PS-08

Radarstation PS-08 var flygvapnets första egentliga storradar. Den var tillverkad av DECCA RADAR LIMITED i England. Stationen hade en antenn av imponerande dimensioner med en reflektoryta på ca 170 kvadratmeter. Radarantennen bestod av en slitsmatad 22,5 m lång och 7,5 m hög reflektor monterad på en 22,5 m lång och 6,5 m bred ram-konstruktion. Radarn arbetade på S-bandet inom frekvensområdet kring 3 GHz (2850-3050 MHz). Radarräckvidden var ca 400 km.

Flygvapnet anskaffade under 1950-talet fyra radarstationer av denna typ (R 108 Norra Rörum, R 128 Emmaboda, R 138 Vikbolandet och R 188 Södertälje). Anläggningarna upprättades i slutet av 1950-talet och i början på 1960-talet, samtliga således i södra Sverige.



PS-08

R 108, de två första siffrorna 10 indikerar att det var en station som ingick i STRIL-organisationen (**STR**idsledning och **L**uftbevakning) vid flottiljen F 10 vid Barkåkra utanför Ängelholm. Siffran 8 indikerar att det var en radarstation av typ PS-08.

Andra PS-08 var R 128 (som blev R 178 när flottiljen F 12 lades ner), R 138 och R 188.

PPI-filmning gjordes vid alla dessa stationer.

PS-65

Radarstation PS-65 var en L-bandsradar som arbetade inom frekvensområdet kring 1,3 GHz (1270-1370 MHz). Radarn användes till spaning och stridsledning.

Stationen var en av flygvapnets första högeffektradar med hög pulseffekt och med en räckvidd respektive höjdtäckning på 330 km och 25000 m.



PS-65

PS-65 var även ett komplement till PS-08-kedjan i Sydsverige där den gav strilsystemet ökad uthållighet medan den i övriga Sverige blev huvudstril-radar.

Stationens elektronikutrustning var tillverkad i Frankrike av Compagnie Generale de Telegraphiesans Fil (CSF). Antennen var tillverkad av Selenia, Italien. Vridbord med roterande mast var tillverkad av Oskarshamns varv. Indikator-utrustningen inköptes från SRT i Sverige.

PS-65 var flygvapnets första markradar som var försedd med utrustning för fastekodämning (FEU), i vanligt tal benämnd MTI. Stationen var även försedd med störskyddsutrustning (SSU), bestående av ett antal mottagare och filter som kunde kopplas in i händelse av avsiktlig eller atmosfärisk störning. Radarns elektronikutrustning och vridbord var fortifikatoriskt skyddad i betongbunker.

Antennen bars upp av en roterande mastanläggning vars masthöjd varierade mellan 12,5-24,5 m beroende på uppställningsplats och omgivande terräng.

Totalt anskaffades nio radarutrustningar (R 40 Härnösand, R 70 Väröbacka, R 100 Kivik, R 120/R-170 Karlskrona, R 130 Furillen, R 160 Söderhamn, R 180 Skarpö, R 210 Lövånger och R 220 Murjek) av vilka de sex första upprättades under den första delen av 1960-talet och de tre sista i mitten på 1970-talet.

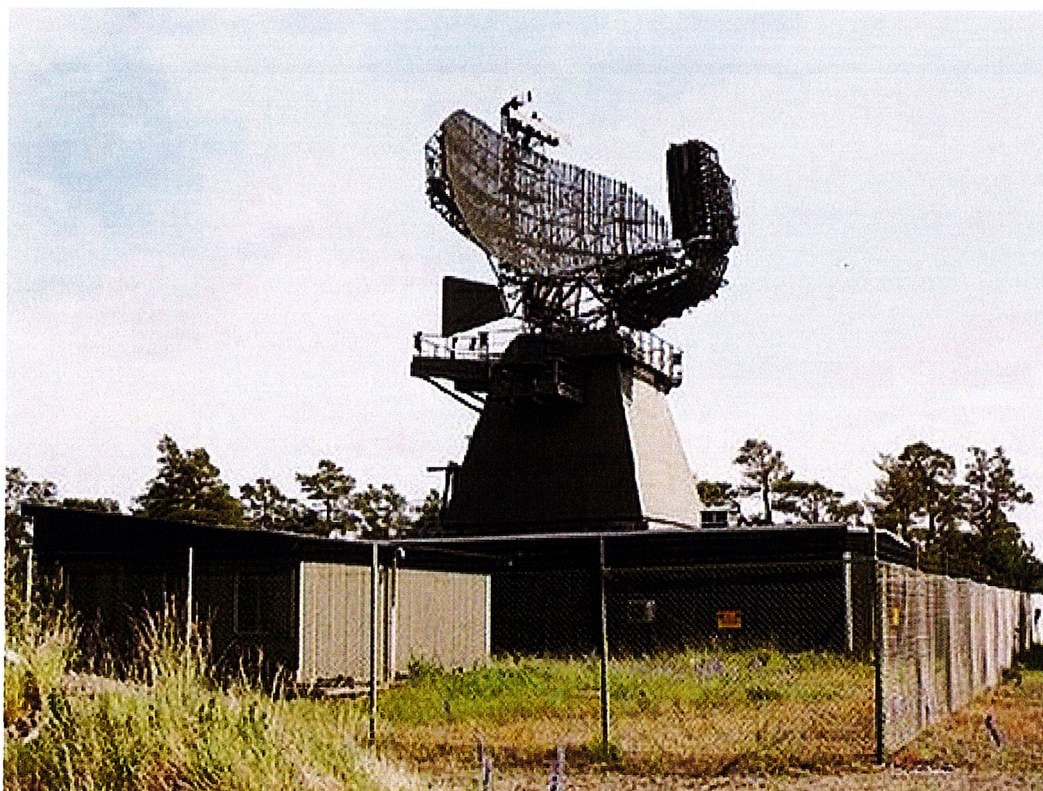
R 130, de två första siffrorna 13 indikerar att det var en station som ingick i STRIL-organisationen (STRIdsledning och Luftbevakning) vid flottiljen F 13 vid Bråvalla utanför Norrköping. Siffran 0 indikerar att det var en radarstation av typ PS-65.

Andra PS-65 var R 40, R 70, R 100, R 120/R-170, R 160, R 180, R 210 och R 220.

PPI-filmning gjordes vid R 40, R 100, R 120/R 170, R 180 och R 220.

PS-66

PS-66 var en storradar med fullständig 3D-inmätning, d v s inbyggd höjdmätning. I denna radar kombinerades hög effekt med ett månglobsystem som möjliggjorde automatisk höjdberäkning med en räckvidd respektive höjdtäckning på 400 km och >30000 m. Genom avancerad signalbehandling fick man god elektronisk hållfasthet mot störningar. Sändaren var en pulsradersändare som arbetade på S-bandet (inom frekvensområdet 2-4 GHz).



PS-66 (R 236) på Furillen.

Stationen tillverkades av Thomson-CFS i Frankrike och köptes sedermera av såväl franska flygvapnet som av NATO i olika versioner.

Radarstation PS-66 och delar av kringutrustningen placerades i en betong-bunker med elverk, radio och radiolänkutrustning, mm, utanför bunkern.

Totalt anskaffades fem radarutrustningar (R 46/R236 Kramfors/Furillen, R 106 Olofström, R 136 Åtvidaberg, R 166 Tierp och R 226 Svappavaara) vilka upprättades under början av 1970-talet.

R 136, de två första siffrorna 13 indikerar således att det var en station som ingick i STRIL-organisationen (STRIdsledning och Luftbevakning) vid flottiljen F 13 vid Bråvalla utanför Norrköping. Siffran 6 indikerar att det var en radarstation av typ PS-66.

Andra PS-66 var R 46, R 166, R 266 och R 236. R 46 blev R 236 när den flyttades från Kramfors till Furillen på Gotland. Den kunde därmed inte få beteckningen R 136 eftersom den beteckningen redan var upptagen. Därav avsteget från beteckningssystemet.

PPI-filmning gjordes vid R 106, R 136 och R 236.

PS-15

PS-15 var en låghöjdsradar där hela radarutrustningen var installerad på toppen av en 100 meter hög mast vilket medförde att radarhorisonten var ca 45 km. Maximalt upptäcktsavstånd för ett mål var under störningsfria förhållanden ca 180 km. Höjdtäckningen var omkring 3000 m och målets höjd angavs till ett av fyra höjdsikt. PS-15 var en C-bandsradar (inom frekvensområdet 4-8 GHz).



PS-15

För PS-15 var det lite annorlunda med beteckningssystemet. Det var endast stationerna på Gotland som hade "R-beteckningar", R 133 och R 134.

Den generella beteckningen för de fjorton PS-15-stationerna var annars PS-15:1, :3, :4, :5 osv.

Förutom PS-15:2 hade även :8 och :16 utelämnats.

Det var endast vid R 134 (PS-15:15) som PPI-filmning gjordes. Däremot filmades andra PS-15 från radargruppcentraler.

PS-825

Några radarstationer som utnyttjades både civilt och militärt PPI-filmades. Det var främst Bromma radar vid Bällsta i Stockholm och Romele radar på Romeleåsen i södra Skåne.

Dessa filmades i lfc O5 (luftförsvarscentralen i Håbo kommun i Uppsala län) respektive i rrgc S1W (radargruppcentralen vid Degeberga) i nordöstra Skåne. PS-825 hade bra låghöjdstäckning och relativt god höjdtäckning. Räckvidden var ca 250 km.



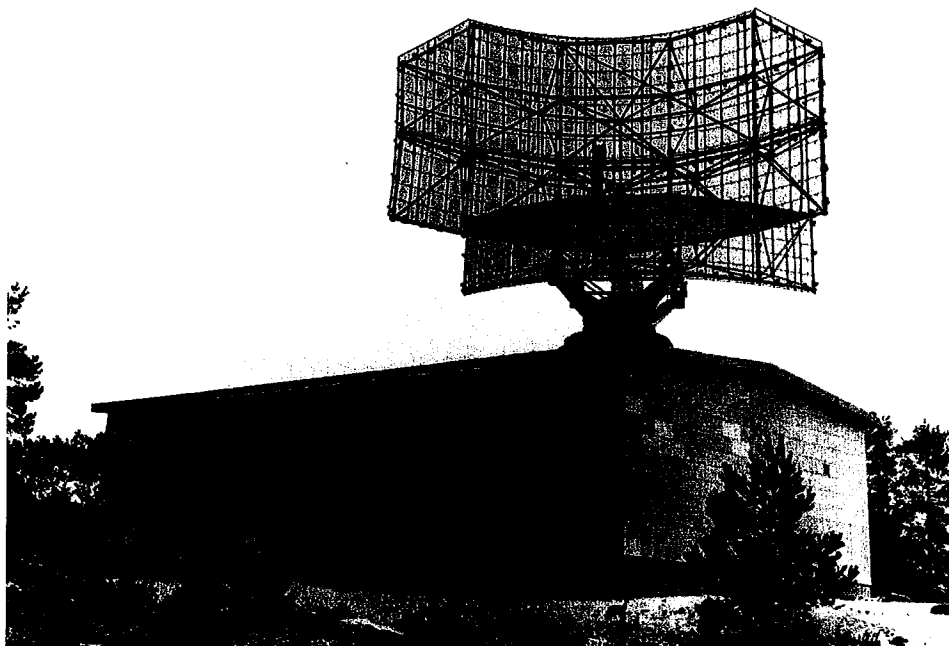
PS-825 (Bällsta radar)



PS-825 (Romele radar)

DASR-1

Civil radar placerad vid Torslanda flygfält utanför Göteborg. Radarn var av typ DASR-1 (Decca Air Surveillance Radar). Radarn, som hade den militära beteckningen R 77, filmades i lfc W2 i Mölndal. Radarn benämndes också Torslanda radar. R 77 hade bra låghöjdstäckning och relativt god höjdtäckning. Räckvidden var ca 200 km.



R 77 (Torslanda radar).

Luftförvars- och radargruppcentraler

Vid luftförvarscentraler (lfc) och i radargruppcentraler (rrgc) fanns möjlighet att välja mellan olika radarkällor. I lfc O5 (också benämnt lfc M) filmades normalt den civila radarn av typ PS-825 vid Bällsta (Bromma radar) och i rrgc S1W filmades normalt den civila radarn av typ PS-825 på Romeleåsen (Romele radar). I lfc W2 filmades R 77 (Torslanda radar) som var en civil radar placerad vid flygplatsen Torslanda utanför Göteborg. I övriga centraler valdes, beroende på vilka radarstationer som var i drift, lämplig radar som fanns placerade regionalt.

Radartäckning

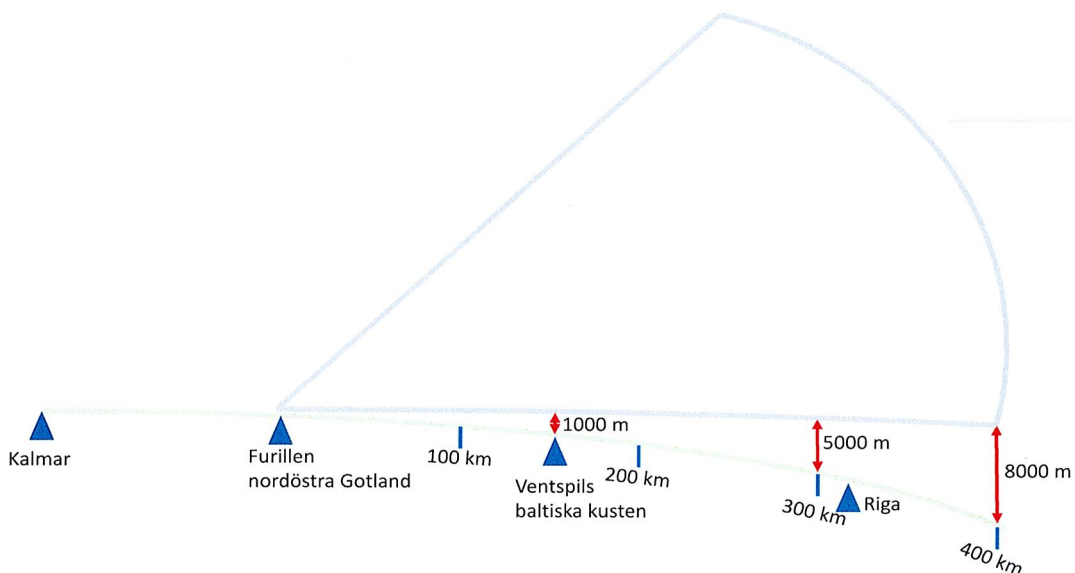
Mot mål på låg höjd bestäms räckvidden till största delen av det som kallas radarhorisonten. På grund av jordytans krökning finns det en horisont som det inte går att se bortom. Detta avstånd beror dels på hur högt upp radarn befinner sig, dels hur högt målet befinner sig. I dessa sammanhang finns tre olika horisonter, den geometriska, den optiska och radarhorisonten. Den geometriska horisonten kan beräknas rent matematiskt utgående från jordens omkrets. Radarhorisonten ligger cirka 15% längre bort än den geometriska horisonten, och den optiska horisonten ligger ungefär mitt emellan de båda andra. Detta beror på att både ljus- och mikrovågor bryts i atmosfären.

Brytningsindex är frekvensberoende, därför hamnar inte radarhorisonten och den optiska horisonten på samma ställe.

Ju högre antennhöjd, desto lägre är undersidan på radartäckningen. Antennhöjden avgörs dels av hur naturen är beskaffad (exempelvis höjder), dels hur högt radarantennen är monterad, exempelvis på fundament eller mast.

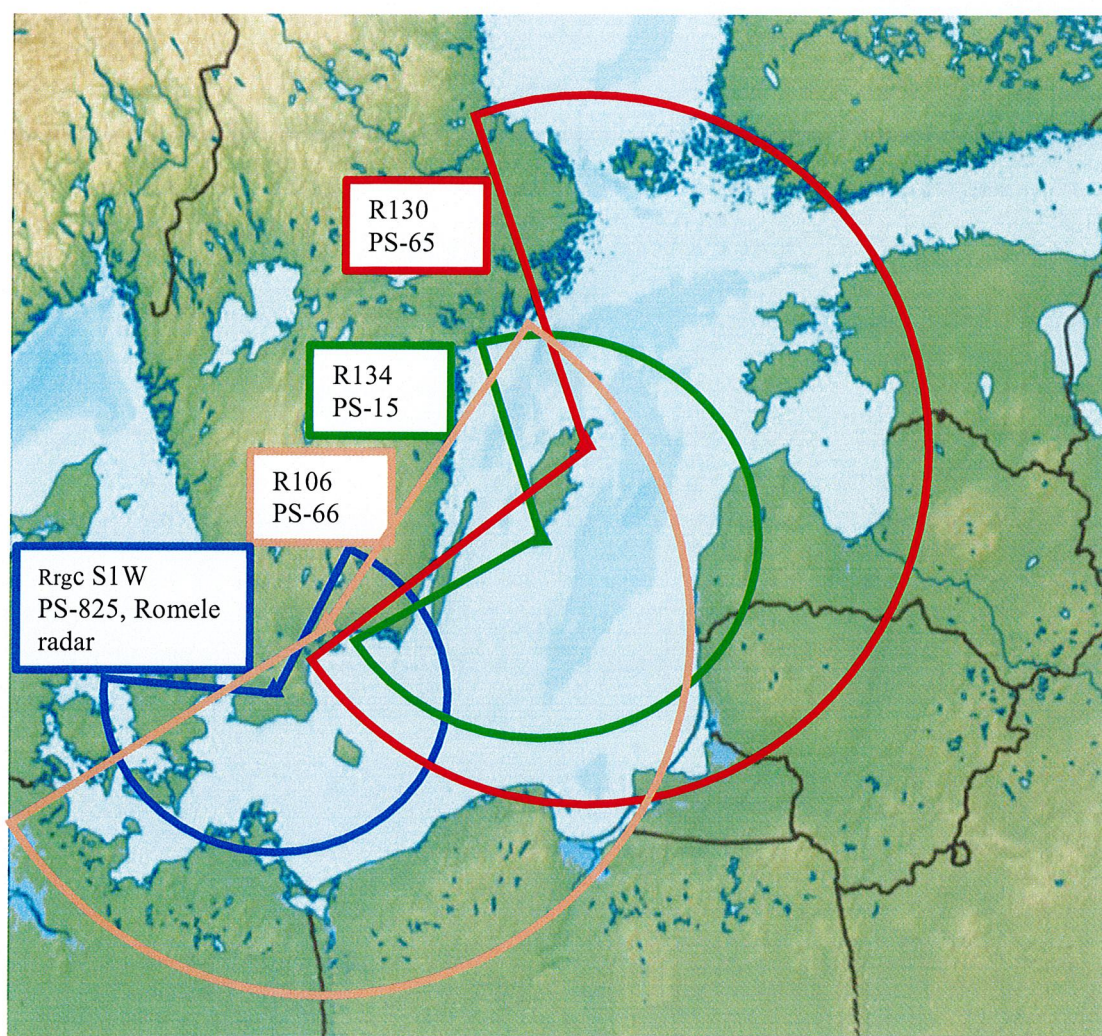
Generellt, vid normal vågutbredning, kan sägas att undersidan på radartäckningen, enligt radarekvationen, är i storleksordningen 1000 meters höjd på avstånd 150 km, 5000 meter på 300 km och 8000 meter på 400 km. Dessa siffror kan variera på grund av anomali (onormal vågutbredning), främst beroende på meteorologiska förhållanden, samt hur högt över havsnivån som radarantennen är placerad.

Anomali kan också göra att landområden reflekteras, vilket gör att exempelvis den baltiska kusten syns på svensk radar. Även moln och regn kan ge upphov till radarreflektion.



Principskiss över vågutbredning jämfört med jordytans krökning. Exemplet visar en radarstation placerad på ön Furillen på östra Gotland.

Placering av radarstationer, radargruppcentraler och luftförsvarscentraler.



Exempel på radartäckning.

Analys och bearbetning

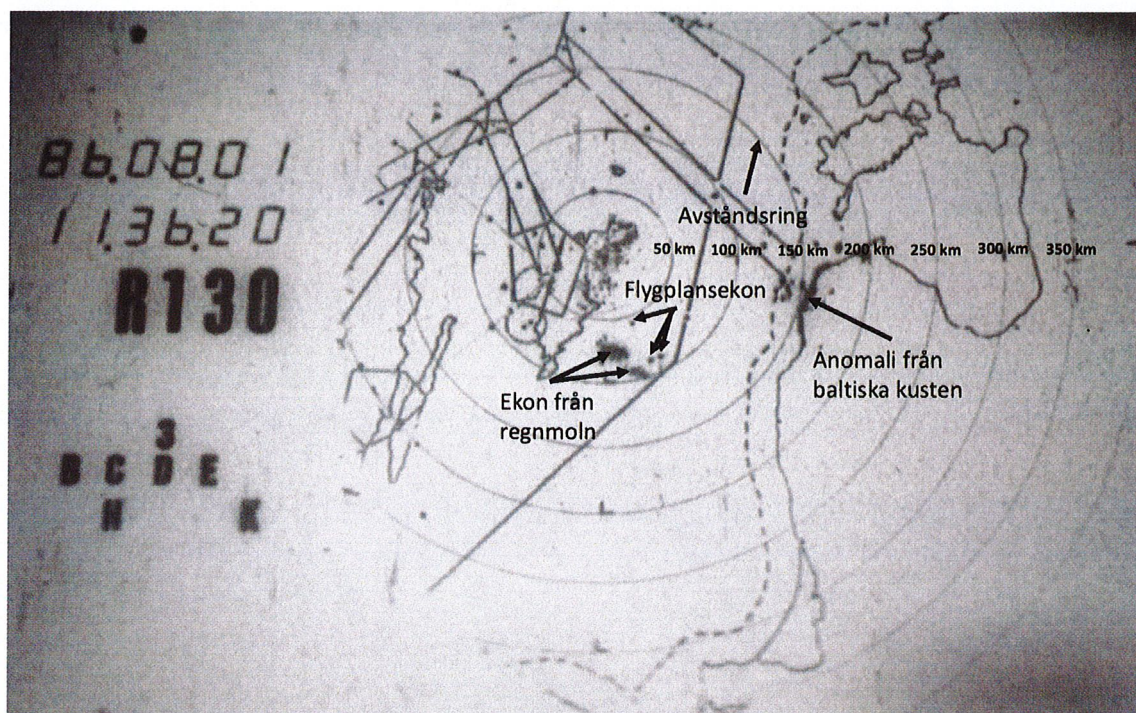
Bearbetningen av PPI-filmerna gjordes med den negativa filmen vid så kallade betraktningsbord där filmen kunde spolas fram och tillbaka för att analysera flygverksamheten inom radarns täckningsområde. Vid noggrann plottning av viktiga händelser, exempelvis i samband med befarade kränkningar eller vid utredning av haverier, användes en 16 mm filmprojektor och en "displator" för att spegla upp en förstorad bild på en cirka 1 kvadratmeter stor mattglasskiva. För granskning av de PPI-filmer som finns bevarade vid Krigsarkivet finns betraktningsbord att tillgå (bild nedan).



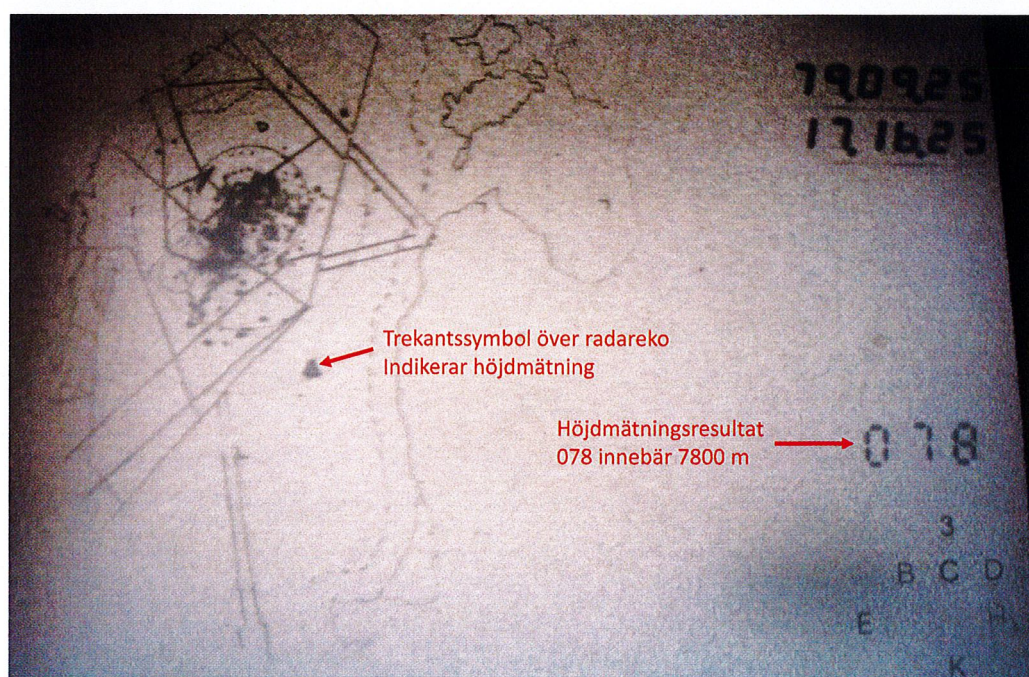
Betraktningsbord

Genom att följa upp, registrera och med hjälp av PPI-filmerna, analysera flygverksamheten runt Sverige, bidrog detta, tillsammans med FRA:s signalspaning, till att skapa den så kallade normalbilden.

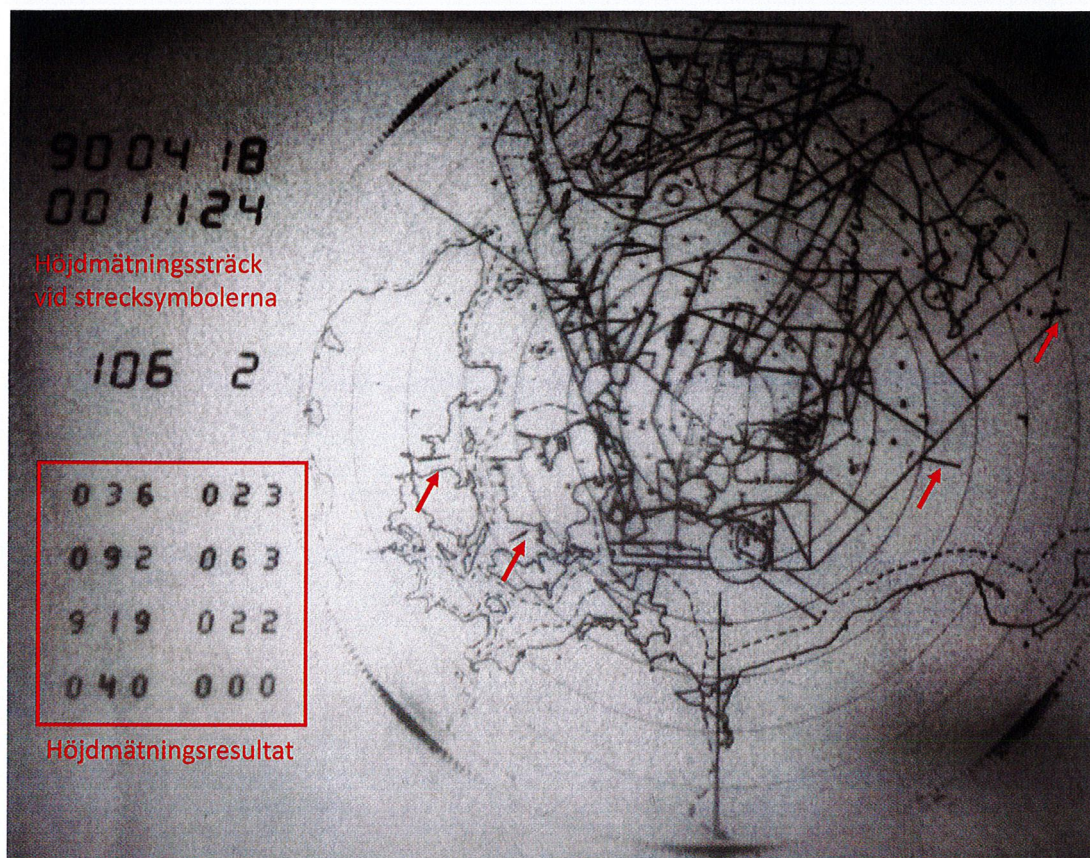
På PPI-filmerna presenteras en elektronisk kartbild (ELKA) samt avståndsringar, normalt var 50:e kilometer.



Förutom att visa flygplanens lägen och rörelser, visas också höjdmätningar mot radarekora på de flesta radarstationerna. En symbol (trekant eller ett streck) vid ekot visade vilket eko som höjd mättes på. Höjdsiffran presenterades antingen vid sidan av radarbilden eller i närheten av radarekot. Höjden presenterades med tre siffror, exempelvis 064, vilket innebar en uppmätt höjd på 6400 m.



Radarhöjdmätning PS 65



Radarhöjdmätning PS 66

Bevarade PPI-filmer

PPI-filmer finns bevarade från följande anläggningar:

Radarstation av typ PS-08

R 108 (Norra Rörum) 1972-1997
R 128 (senare R 178) (Emmaboda) 1972-1978
R 138 (Vikbolandet) endast år 1972
R 178 (tidigare R 128) (Emmaboda) 1972-1978
R 188 (Södertälje) 1972-1978

Radarstation av typ PS-15

R 134 (Södra Gotland) 1973-1992

Radarstation av typ PS-65

R 40 (Härnösand) 1972-1981
R 120 (senare R 170) (Karlskrona) 1972-1977
R 130 (Furillen) 1969-1993
R 170 (tidigare R 120) (Karlskrona) 1978-1979
R 180 (Skarpö/Vindö) 1973-1979
R 220 (Murjek) 1972-1977

Radarstation av typ PS-66

R 106 (Olofström) 1978-1997
R 136 (Åtvidaberg) endast år 1979
R 236 (Furillen) (tidigare R 46 vid Härnösand) 1986-1995

Luftförsvarscentraler (Lfc)

O5 (Håbo kommun, Uppsala län) 1972-1979
S1 (Hässleholms kommun, Skåne län) 1972-1979
W2 (Göteborgs kommun, Västra Götalands län) 1972-1979

Radargruppcentraler (Rrgc)

S1W (S1V) (Veberöd) 1972-1992
S2S (Rödeby) 1978-1979
ÖN3 (Älvsbyn) 1978-1979



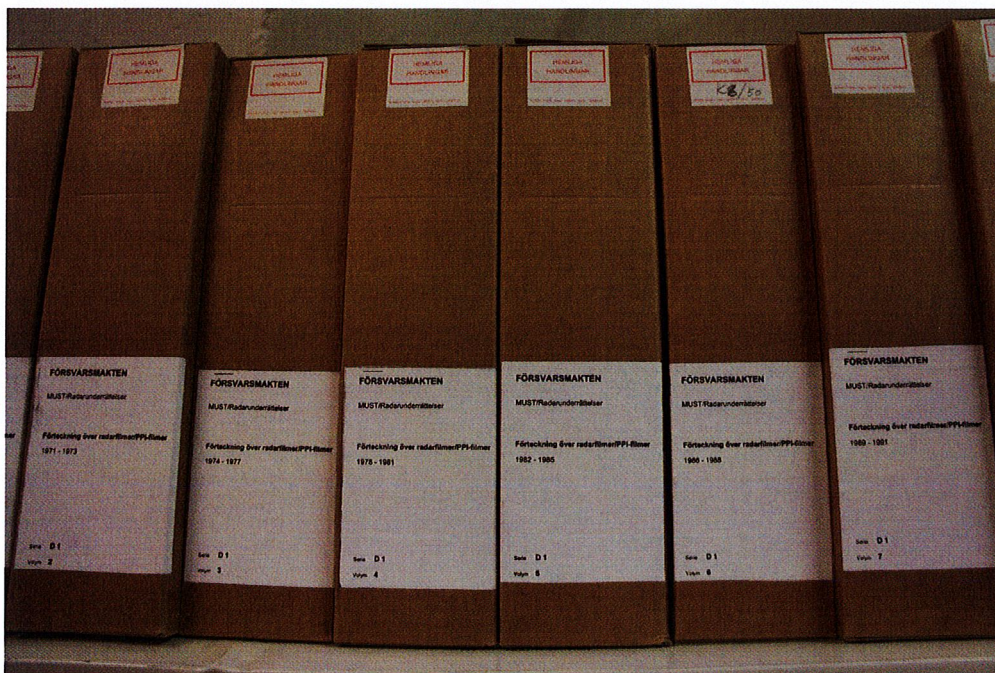
Kartonger med filmburkar



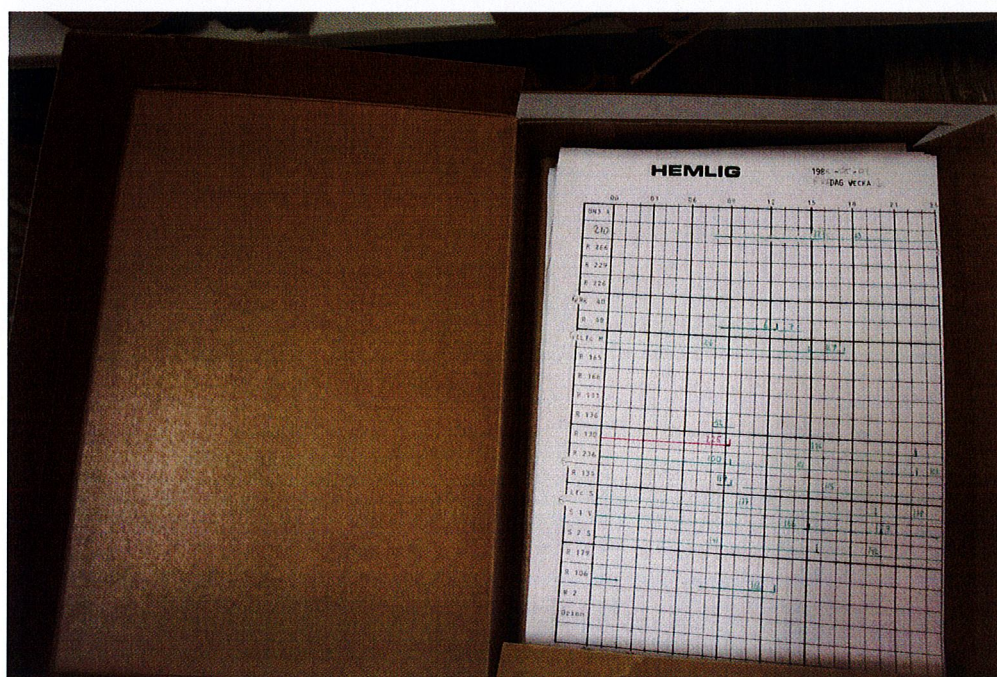
Kartonginnehåll med filmburkar

Hitta filmsekvenser

Samtliga PPI-filmer finns dokumenterade i *Förteckning över radarfilmer/PPI-filmer*. I dessa kartonger finns dygnsvisa redovisningar för vilka radarstationer som filmats, tidsperiod som aktuell film täcker och nummer på filmen.



Arkivkartonger med Förteckning över radarfilmer/PPI-filmer



Exempel på dygnsblankett över PPI-filmer

Granskning av PPI-film

Filmerna finns bevarade på Krigsarkivet. För att kunna se på innehållet i PPI-filmerna måste så kallade betraktningsbord utnyttjas. Även sådana finns bevarade på Krigsarkivet.

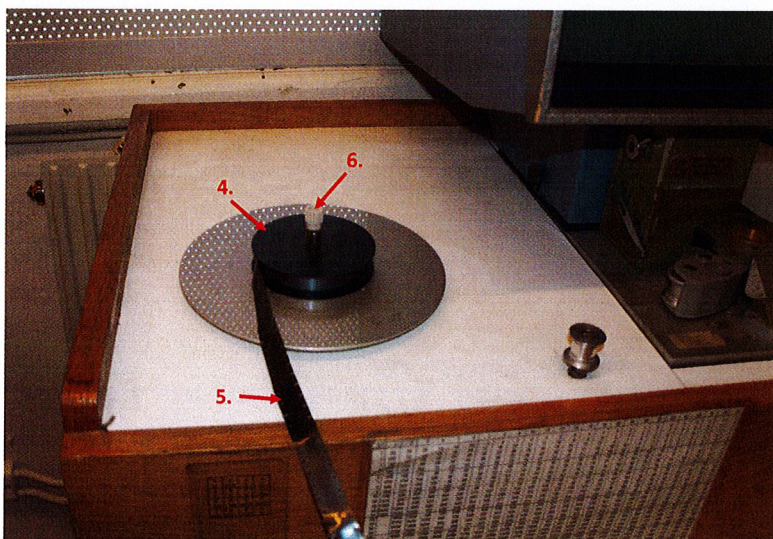
Nedan följer en instruktion för hur filmerna "laddas" och körs i betraktningsborden.

A. Ladda film i betraktningsbordet (text och bilder nedan)

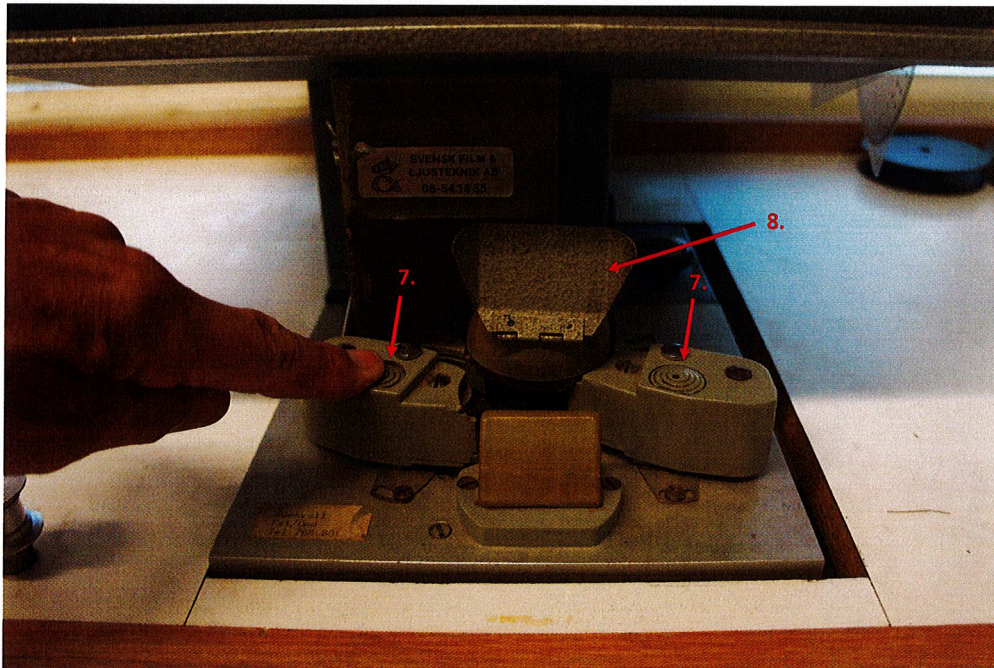
1. Slå till vippströmbrytaren nere till höger.
2. Se till att den högra "vipparmen" ligger an mot hjulet. Lampan ska då lysa och det ska synas att skärmen lysas upp.
3. Lägg en tomrulle på den högra runda skivan.



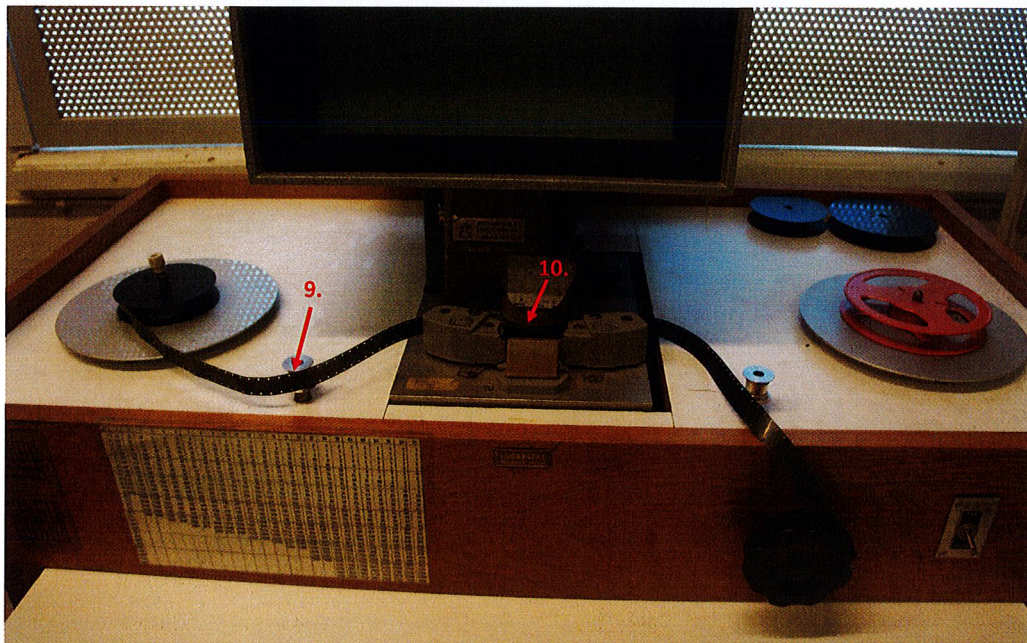
4. Lägg filmrullen på den vänstra runda skivan på betraktningsbordet.
5. Dra ut ca 1,5 m av filmen.
6. Sätt "pluggen" i filmrullens centrum så att filmrullen sitter fast i rullskivan.



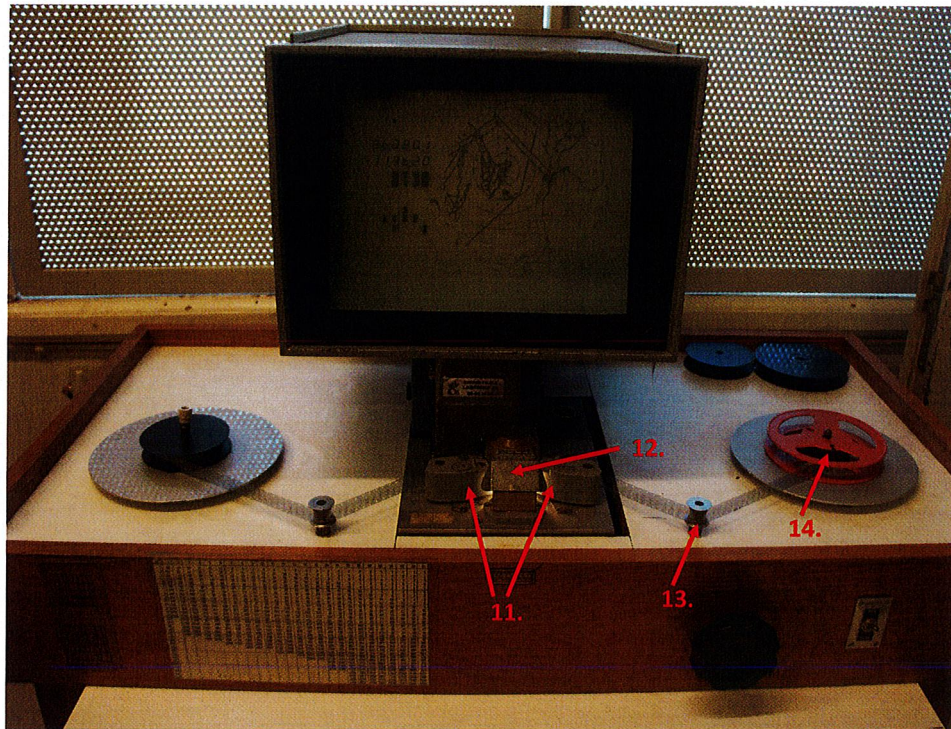
7. Öppna de två armarna för filmmatning genom att trycka på den runda knappen på vipparmarnas ovansida och sväng vipparmarna så att de frigörs.
8. Öppna luckan framför skärmen mellan de två armarna.



9. Lägg filmen på "hitsidan" av det vänstra hjulet.
10. Trä filmen mellan vipparmarna och skärmhusets nedre del. Se till att piggarna på det runda prismat hamnar i filmens matningshål.

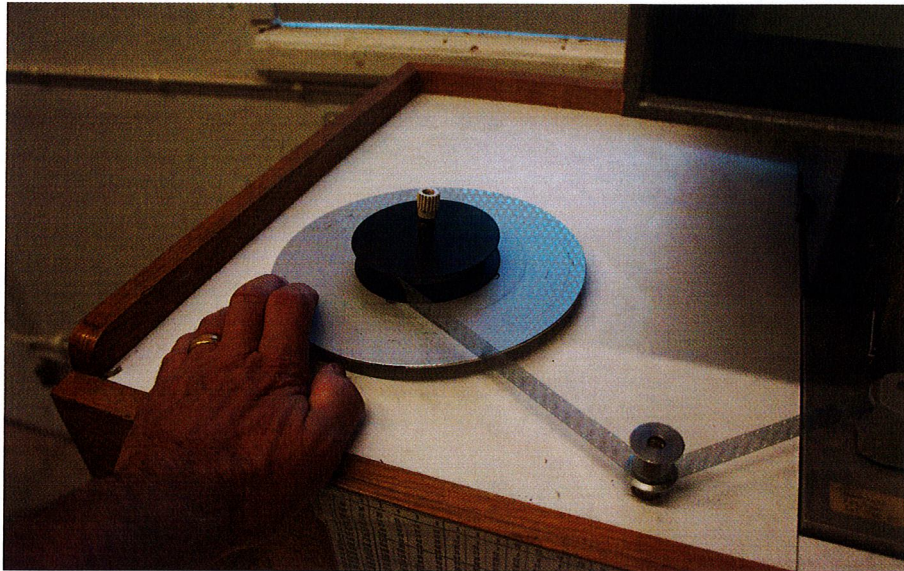


11. Stäng sedan armarna så de sluter tätt kring prismet.
12. Stäng luckan.
13. Lägg sedan filmslingan på "hitsidan" av det högra hjulet.
14. Fäst filmslingan i tomrullen.
15. Snurra på skivorna så att filmen blir spänd.



B. Köra film i betraktningsbordet (text och bilder nedan)

1. Se till att filmslingan ALLTID är spänd. Det är annars väldigt lätt hänt att filmen körs av! Det bästa sättet att hålla filmslingan spänd är att hålla vänster hand på den vänstra skivan som "motstånd/broms".



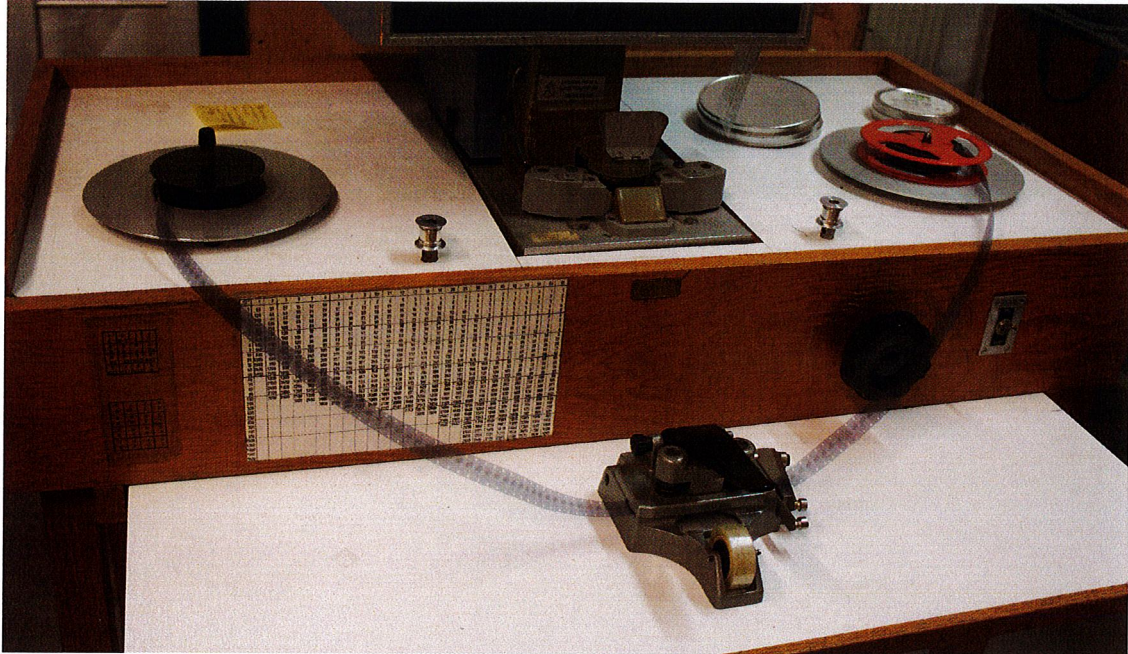
2. Starta filmkörning genom att trycka in det svarta vredet nere till höger (kom ihåg att filmen ska vara spänd . . . innan vredet trycks in). Spola sedan filmen framåt och bakåt genom att vrida vredet sakta åt höger respektive vänster.



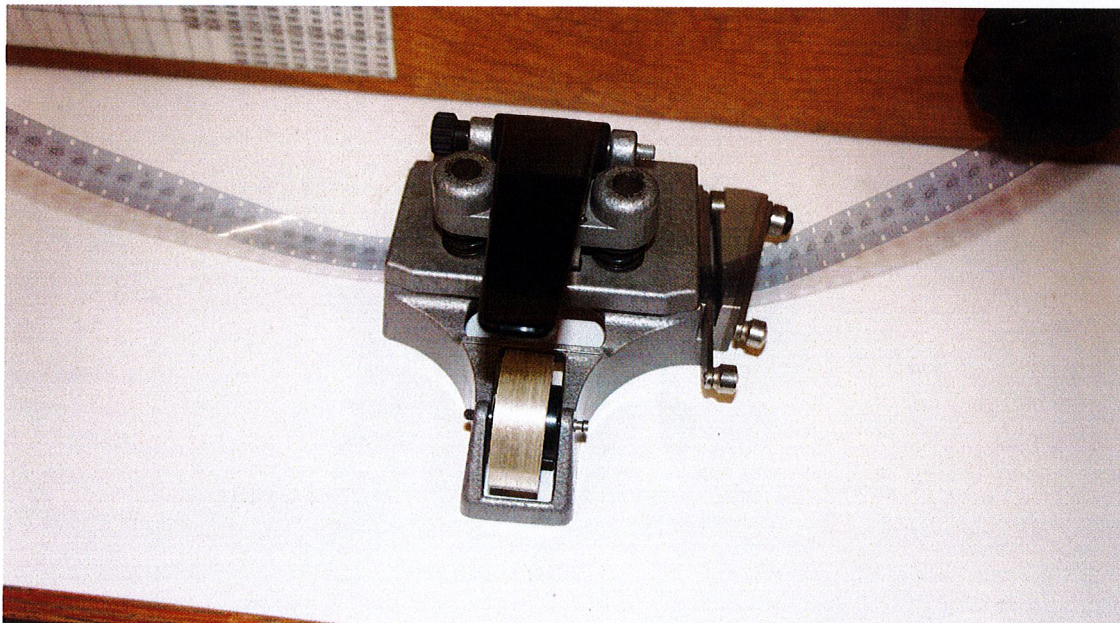
3. Efter avslutad granskning, spola tillbaka filmen helt till filmrullen på vänster sida.
4. Stäng av med vippströmbrytaren nere till höger.

C. Om filmen går av (text och bilder nedan)

Skulle filmen gå av finns en speciell filmskarvningsutrustning. Denna måste användas för att laga filmen. Annars fungerar inte frammatningen av filmen förbi prismet som har kuggar vilka passar i hålen längs filmens kant.



Skarvapparat



Skarvänderna klipps raka med skärkniven till höger på skarvapparaten före ihoftapening. Därefter trycks det svarta handtaget hårt neråt för att klippa av tape och för att göra matningshålen i filmen