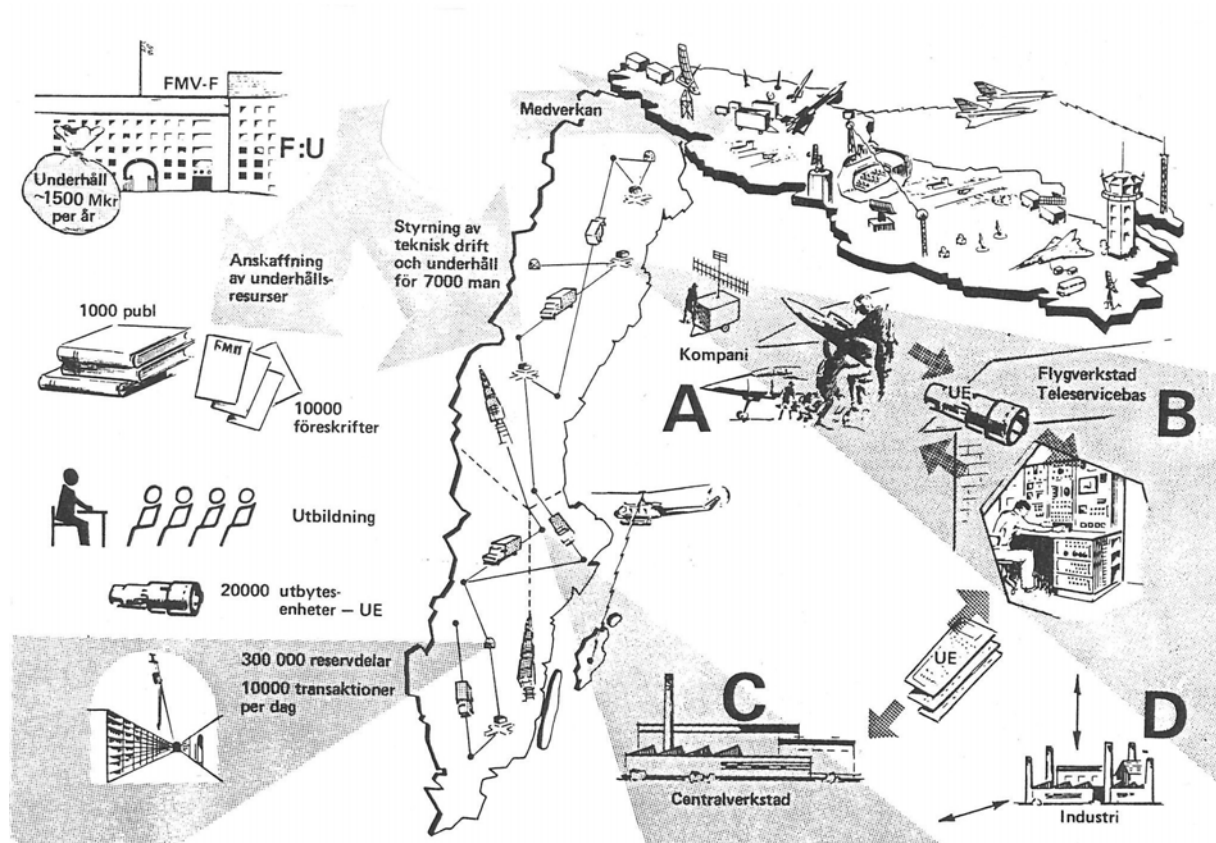




# FHT

Försvarets Historiska Telesamlingar  
Urvalsgrupp Flygvapnet



## Flygvapnets Drift och Underhållssystem

Författare: Rolf Hjerter

Uppsatsen är framtagen på uppdrag av Försvarets Historiska Telesamlingar (FHT).

Huddinge den 10 november 2002

Rolf Hjerter

# Flygvapnets drift och underhållssystem

## Innehållsförteckning

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Förord  | 1  |
| 2.   | Generella förutsättningar                     | 2  |
| 3.   | En underhållavdelning skapas                  | 3  |
| 4.   | Ett nytt sätt att anskaffa materiel           | 4  |
| 5.   | Begreppet LCC                                 | 6  |
| 6.   | DU-systemets principer                        | 7  |
| 7.   | Underhållsstrukturen i fred                   | 8  |
| 8.   | Underhållsstrukturen i krig                   | 13 |
| 9.   | Underhållskostnader                           | 13 |
| 10.  | Underhållsresurser                            | 14 |
| 10.1 | Personal                                      | 14 |
| 10.2 | Underhållsdokumentation                       | 16 |
| 10.3 | Reservmateriel                                | 17 |
| 10.4 | Underhållsutrustning                          | 18 |
| 10.5 | Underhållsutrymmen                            | 19 |
| 10.6 | Emballage                                     | 21 |
| 10.7 | Transportmedel                                | 21 |
| 11.  | Informationssystem                            | 22 |
| 12.  | Tekniska ordersystemet                        | 23 |
| 13.  | Centralt vidtaget underhåll                   | 24 |
| 14.  | Materieluppföljning                           | 25 |
| 15.  | Underhållsmetoder                             | 27 |
| 15.1 | Sambandet mellan teknik och underhållsmetoder | 27 |
| 15.2 | Funktionsinriktat underhåll                   | 29 |
| 15.3 | Teknisk övervakning                           | 30 |
|      | Bilaga 1 FF/UH underhållsbroschyr             |    |
|      | Bilaga 2 Didas marktele                       |    |
|      | Bilaga 3 Funktionsinriktat underhåll          |    |
|      | Bilaga 4 Prestandakontroll                    |    |
|      | Bilaga 5 Teknisk övervakning                  |    |

## 1. Förord

Flygvapnets drift och underhållssystem (DU) har alltsedan man kunde börja tala om ett system varit under ständig utveckling. Trots detta är det mycket som man tycker sig känna igen oberoende av tidpunkten för betraktelsen. I denna uppsats har jag valt att i första hand beskriva läget under de första åren av 1990-talet. Delar av infrastrukturen är dock intressant att skildra bakåt i tiden. För att inte tynga den löpande texten alltför mycket har jag i vissa fall valt att fördjupa några avsnitt genom att lägga tilläggsinformation i särskilda bilagor.

Eftersom uppdragsgivaren är FHT (Försvarets Historiska Telesamlingar) och jag själv har verkat och har störst kunskaper om FV marktelesystem må läsaren förlåta att underhållssystemet inom just det materielområdet blivit mest belyst.

Uppsatsen gör inte anspråk på att vara heltäckande för området. Vissa delar av DU-systemet förtjänar att behandlas mer ingående och kommer, om tid och möjligheter så tillåter, att kompletteras av författaren.

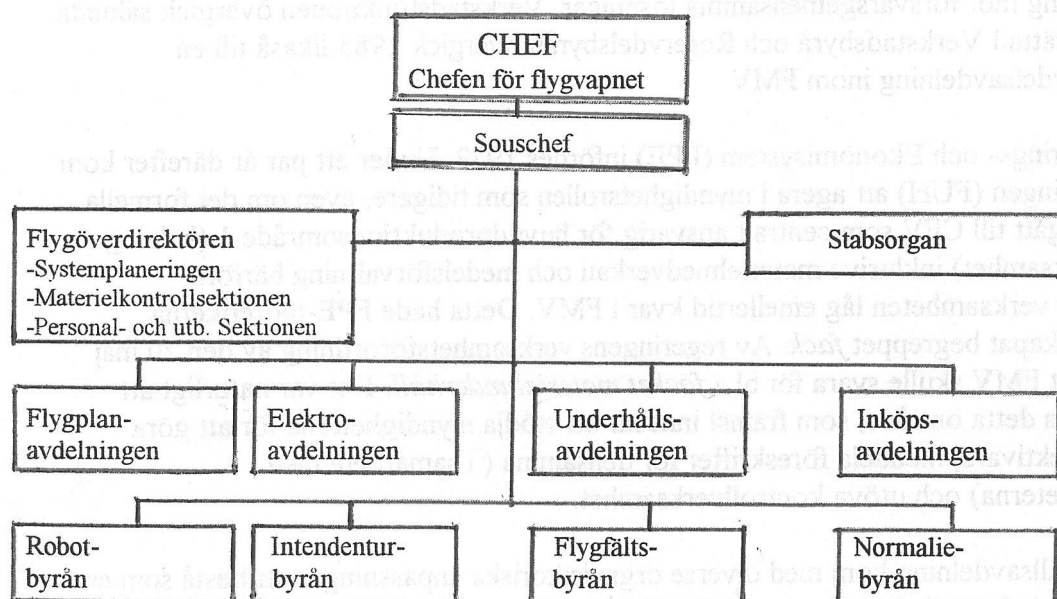
## 2 Generella förutsättningar

Huvudparten av Flygvapnets materiel, som t ex flygplan och marktele, har alltsedan vapengrenen bildades, i stor utsträckning använts i den dagliga tjänsten. Undantaget är främst bas -och vapenmateriel som förrådshålls till vissa delar. Härigenom skiljer sig Flygvapnet (FV) markant ifrån de övriga vapengrenarna, i synnerhet Armén. Andra faktorer som varit specifika för FV är materielens högteknologiska karaktär, den stora teknikbredden och materielsortimentet. I början på 1990-talet fanns det t ex c:a 18 000 olika typer av utbytesenheter. Seriestorleken är däremot oftast liten -för flygplan något hundratal av varje typ medan antalet materielenheter för marktele många gånger inte överstiger 5-30 per typ. Den stora mängden driftsatt materiel medför också att reservdelar omsätts i relativt stor omfattning. Skälet till FV stora drifttidsuttag i fred är att detta varit nödvändigt för att lösa incidentberedskap och krigsförbandproduktion.

Förutsättningarna ovan har varit pådrivande faktorer för att det inom FV tidigt skapades ett drift och underhållssystem (i fortsättningen benämnt DU-systemet). Kravet på detta har varit dels att i fred skapa förutsättningar för att de enskilda materielsystemen skulle **fungera och vara effektiva i krig**, dels att verksamheten kunde bedrivas rationellt, d v s till **rimliga kostnader i fred**.

## 3 En underhållsavdelning växer fram

Under de första 10 åren av Flygvapnets historia leddes flygmaterieltjänsten från Flygstyrelsen. När sedan Flygförvaltningen (FF) bildades 1936 blev arbetet med underhållsfrågorna uppdelat på två sektioner - underhållssektionen och verkstadssektionen - som båda ingick i industribyrån. Genom organisationsförändringar på 40-talet övergick uppgifterna till den då bildade verkstadsbyrån. I takt med flygvapnets kraftiga expansion under 40- och början av 50-talet började man alltmer inse att underhållsfunktionen spelade en avgörande roll för flygvapnets förbandsfunktion och beredskap. Den 1 juli 1954 var tiden därför mogen för inrättandet av en särskild avdelning för underhållsfrågorna - Flygförvaltningens underhållsavdelning, FF/UH. Samtidigt avvecklades verkstadsbyrån.



*Flygförvaltningens organisation 1954*

Enligt arbetsordningen skulle den nybildade underhållsavdelningen handlägga ärenden rörande:

- drift och underhåll av flygmateriel såsom
  - fördelning av underhållsobjekt på verkstäder
  - utarbetande av tekniska föreskrifter och anvisningar
  - förrådstjänst och materieförsörjning
  - utbildning
  - organisation, redovisning och förvaltning
  - teknisk och ekonomisk övervakning av verkstäder och förråd
  - anskaffning av underhållsutrustning
  - utveckling av underhållssystem
- krigsreparationstjänsten
- anskaffning av fordon, båtar, brand-, tanknings-, snöröjnings- och flygfältsmateriel
- administrativ databehandling inom FF

Tittar man närmare på arbetsuppgifterna inser man att den nya avdelningen getts alla funktioner och befogenheter för att överblick och nödvändig styrning av underhållsverksamheten skulle kunna utvecklas och upprätthållas. I andra termer än ovanstående svarade underhållsavdelningen t ex för hela försörjningsfunktionen med sina komplexa samband över materielssystemgränserna, verkstadsfunktionen, underhållsorganisation och samordnad materielstyrning inom FV.

Intill 1973 hade t ex chefen för FF/UH likviditetsansvaret för drift och underhåll av flygmateriel genom förvaltningen av underhållsanslaget (titel 503 ). Detta underlättade i hög grad arbetet med sakavdelningar, FVs olika lokala myndigheter och flygstaben. Ingen flygflottilj fick t ex inrätta en teknisk tjänst och anställa underhållspersonal utan att FF/UH gav sitt tillstånd. Det rådde ingen tvekan om var den övergripande beslutsfunktionen för den löpande produktionen låg.

När Försvarets Materielverk (FMV) skapades 1 juli 1968 och FF därmed upphörde fördes underhållsavdelningen över till huvudavdelningen för flygmateriel. Under tiden därefter skedde ändringar i riktning mot försvarsgemensamma lösningar. Verkstadsfunktionen övergick sålunda 1970 till en nyinrättad Verkstadsbyrå och Reservdelsbyrån övergick 1985 likaså till en gemensam Reservdelsavdelning inom FMV.

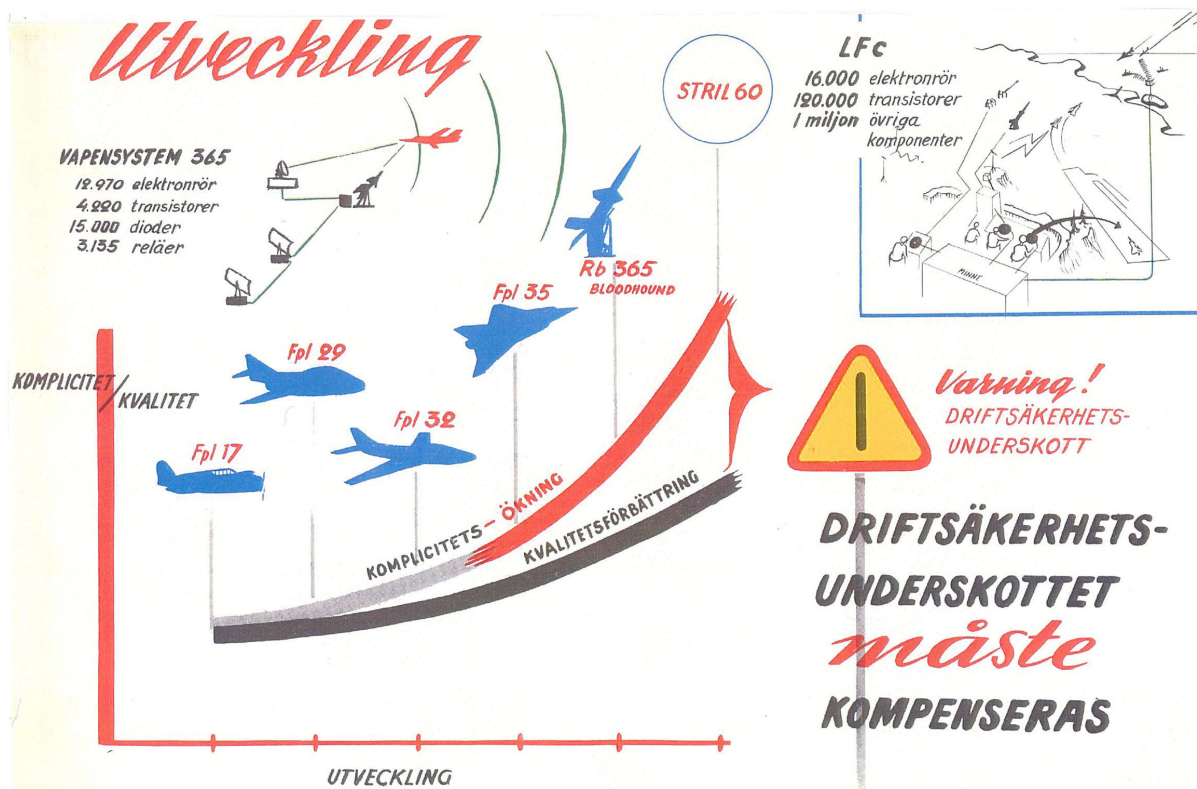
Försvarets Planerings- och Ekonomisystem (FPE) infördes 1972. Under ett par år därefter kom underhållsavdelningen (FUH) att agera i myndighetsrollen som tidigare, även om det formella ansvaret då övergick till CFV som centralt ansvarig för huvudproduktionsområde 1 (ledning och förbandsverksamhet) inklusive materielmedverkan och medelsförvaltning härför. *Kompetensen* för verksamheten låg emellertid kvar i FMV. Detta hade FPE-teoretikerna förutsett och tillskapat begreppet *fack*. Av regeringens verksamhetsförordning av den 20 maj 1983 framgick att FMV skulle svara för bl a *facket materielunderhåll*. Det var naturligt att FUH tog hand om detta område, som främst innebar att stödja myndigheterna för att göra produktionen effektivare, meddela föreskrifter för densamma ( i samarbete med programmyndigheterna) och utöva kontrollverksamhet.

”Flygets” underhållsavdelning kom med diverse organisatoriska anpassningar att bestå som en sammanhållen enhet fram till år 2001. Motsvarande arbete görs därefter till en del i en försvarsgemensam logistikenhet.

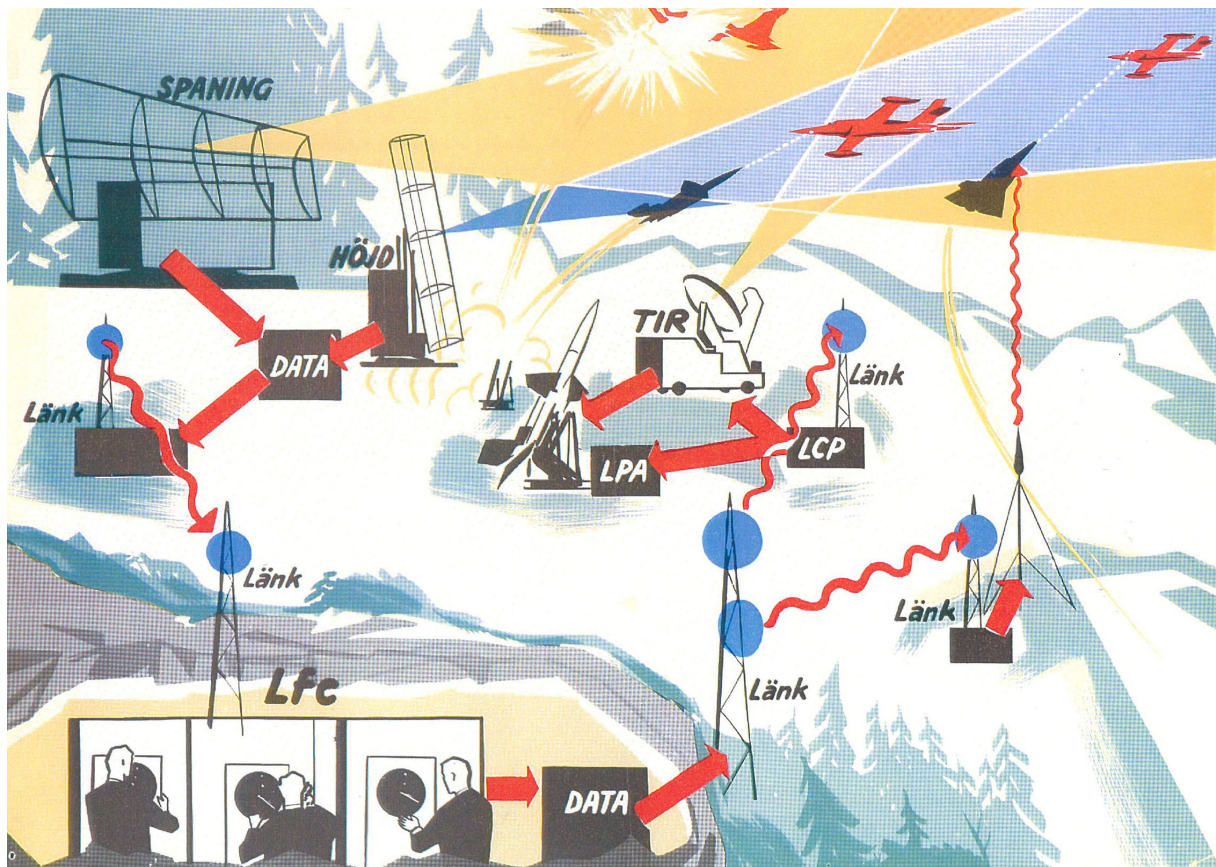
## 4 Ett nytt sätt att anskaffa materiel

Redan på verkstadsbyråns tid började man utveckla en effektiv arbetsfördelning mellan sakavdelningarna och underhållets företrädare som markant avvek från vad man tillämpade inom armé- och marinförvaltningarna. Gränsytan, som utvecklades ytterligare i och med 1954 och senare års organisationer skulle komma att visa sig rationell. Genom att ansvaret för t ex underhållsutrustning, utbytesenheter, reservmateriel och utbildning lades på FF/UH så var det nödvändigt och blev det naturligt att denna avdelning ”kom med” i saksidans materielanskaffning från första början. Successivt kom FF/UH att utveckla en modell för tidig hantering av underhållsförutsättningarna, d v s redan under början av anskaffningsfasen

Utvecklingen under 50 - talet och framåt visade på nödvändigheten av att byta synsätt när man anskaffade tekniska system. Det nya synsättet och underhållskraven för materielen var en följd av att komplexiteten i systemen ökade snabbare än kvaliteten, det uppstod ett driftsäkerhetsunderskott.



Denna och följande bild, som är hämtade ur en underhållsbroschyr från FF/UH, tryckt omkring 1960, illustrerar det så kallade ”driftsäkerhetsunderskottet”. För att slagkraften hos ett vapensystem skall kunna hållas på acceptabel nivå måste underskottet på driftsäkerhet på något sätt balanseras. Och det gör man med hjälp av ett väl genomtänkt underhåll av materielen. Vapensystem 365 och LFC i bilden åsyftar Robotsystem 365 - Bloodhound - respektive LFC typ 1 med sitt för den tiden oerhört imponerande ADB-system, som då var under anskaffning och uppbyggnad.



*Bild från samma underhållsbroschyr som nämndes på föregående uppslag. Av tillhörande text framgår att "de nya vapensystemen består, till skillnad från den flygmateriel som nu är i tjänst, av sammankopplade materielkedjor. Varje enhet i dessa materielkedjor måste fungera med betydligt högre driftsäkerhet än vad hittills har erfordrats för att vapensystemet i sin helhet skall kunna göra avsedd tjänst."*

*Bilden visar hur ett fientligt flygplan upptäcks av spaningsradarn till vänster, som på "nolltid" sänder in uppgifter om avstånd, kurs och fart via radiolänk till luftförsvarscentralen. Höjdradarn lämnar på samma sätt uppgift om höjden. I centralen omvandlar en datamaskin uppgifterna till orderimpulser, som i sin tur går vidare till robotförbandet i mitten av bilden. För att en robot sedan ska kunna förstöra planet fordras ytterligare några elektroniska utrustningar såväl i själva roboten som på marken vid förbandet. För att roboten ska nå målet fordras att alla apparatenheter som medverkar i det relaterade förloppet verkligen fungerar i det rätta ögonblicket.*

*Om var och en av de större enheterna -spaningsradar, radiolänk etc - har den i och för sig höga driftsäkerheten 85 %, så ger en beräkning vid handen, att hela systemet i vårt exempel har en driftsäkerhet av endast 10 %. Om man å andra sidan önskar att hela systemet skall ha 80 % driftsäkerhet måste man kräva att de olika delarna har 99 % driftsäkerhet.*

*Bildens slutsats blir att man måste kräva bättre konstruktioner samtidigt som man upprätthåller en välplanerad underhållsorganisation.*

Under 1959/60 kulminerade diskussionerna om hur FF skulle möta de problem som var förknippade med anskaffningsunderhåll och det ökande "driftsäkerhetsunderskottet" för komplexa system.

Lösningen kom dels genom att Stig Ögren på FF/UH utarbetade och startade genomförandet av ett driftsäkerhetsprogram som han mera detaljerat redogjorde för i sin bok *Driftsäkerhet för militära vapensystem*, som utkom 1963. Dels genom att Erik Vintheden, på samma avdelning, utarbetade och startade ett program för anskaffningsunderhåll som innehöll tidigare lagd integrerad livslängdsplanering och kostnadsoptimering. Programmet godkändes och publicerades 1960 på svenska och engelska. Det uppdrogs åt FF/UH att åka till USA och för dess industri och försvarsgrenar presentera det nya driftsäkerhets- och underhållsprogrammet, som i vissa avseenden innehöll drastiska förändringar och genombrott i den dittills tillämpade anskaffningsprocessen. Det visade sig att man såväl inom myndigheter som industri i USA var på det klara att med att någonting måste göras åt situationen som blev alltmer kritisk.

Det var sålunda ingen tillfällighet att genombrottet 1960/61 blev uppmärksammat. Situationen var i stort densamma i alla länder med flygvapen som anskaffade komplexa integrerade system genom att man under utvecklingsfasen inte tog tillräcklig hänsyn till driftsäkerhet och underhåll, eller inte visste hur man skulle hantera dessa frågor på ett praktiskt sätt.

Det har visat sig att 1960 års driftsäkerhets- och underhållsprogram i allt väsentligt har hållit måttet genom åren och att man i dag helt accepterat dessa metoder. Problemställningar och viktiga delar av det nya underhållskonceptet framgår av den tidigare nämnda underhållsbroschyren, se bilaga 1. Upphovsmannen till broschyren är Erik Vintheden.

## 5 Begreppet LCC

Tillämpningen av den nya policyn innebar grunden för fortsatt utveckling av drift- och underhållsspecificeringen. Inom de ekonomiska ramarna eftersträvades att hålla en balans mellan teknisk prestanda i förhållande till drift och underhållsprestanda uttryckt i tillgänglighet och livslängdskostnader. Kontraktsumformningen kom också gradvis att kompletteras med garantier för lägsta totala livslängdskostnad (LCC) och man började acceptera synsättet att inköpspriset vid upphandlingen blev avvägt till LCC-garantierna vilket innebar att ett högre inköpspris kunde tillåtas om detta medförde en lägre total kostnad under materielens livstid.



Med LCC-tekniken kan man få bättre kontroll över alla kostnader som en materielanskaffning medför. Innan stirrade de man sig ofta blind på anskaffningspriset.



LCC-tekniken kunde bli en aha-upplevelse för en offertgivare. Olle Wååk, som på 60-talet var anställd på radarbyrån på FF och bl a svarade för anskaffningen av radarstationen PS 15, höll senare under sin verksamhet på Systecon AB många kurser i ämnet LCC. Han brukade berätta om en offertgivare, som hade hamnat långt ned på rankinglistan över tilltänkta leverantörer. Initialpriset var relativt lågt men livstidskostnaden hög för hans station. -Varför, undrade han? -Ja, fick han till svar, du har t ex en fläkt i stationen som behöver smörjas en gång i månaden, Stationen är obemannad och ligger långt från underhållsinstansen. Det blir många kostsamma uttryckningar under 20 år, som är den beräknade användningstiden. -Ja, men då kan jag ju sätta in en annan fläkt , utbrister leverantören. -En som bara behöver smörjas en gång per år, när man ändå ska dit och göra andra åtgärder. Den nya fläkten kostade några kronor mer, men det var ju en engångskostnad. Offertgivaren gick igenom sin produkt och fick ned livstidspriset med ett avsevärt belopp och kom genast högre upp på listan över tilltänkta leverantörer, samtidigt som FV kunde få en mer genomtänkt produkt. Nu minns jag inte om det var den här leverantören som fick ordern, men händelsen är ett enkelt ex på hur man med LCC-metoden kan påverka produkterna i anskaffningsfasen.

## **6 DU-systemets principer**

Man kan i princip skilja på två typer av DU-system inom FV. Först och främst finns det stora övergripande systemet som utgör infrastrukturen för drift och underhåll. Man kan säga att det stöder alla underhållsobjekten. En av beståndsdelarna i detta är t ex reservmateriel som behövs såväl i det förebyggande som i det avhjälpande underhållet. Reservmaterielen ska finnas tillgänglig när ett behov uppstår. För detta krävs bl a inköpsfunktioner, centralt- och lokala lagerställen och naturligtvis ett fungerande distributionssystem.

Andra ingredienser kan vara underhållspersonal, utbildningsresurser, underhållsinstanser på skilda nivåer, underhållsutrustning, emballage, dokumentation, materielförvaltningsformer och inte minst olika typer av rutiner och informationssystem för att stödja drift och underhållsverksamheten.

Den andra typen av DU-system riktar sig mot det enskilda materielsystemet. Det utformas under materielsystemets underhållsberedning och dokumenteras i underhållsplanerna. Självklart använder man i största möjliga utsträckning resurser och rutiner från det övergripande systemet och lägger bara till det som saknas eller är lönsamt i övrigt. För varje materielsystem, motsv finns det alltså ett anpassat DU-system. Alla dessa små DU-system är underordnade det övergripande systemet men kan även påverka och påverkas av detta. Är det ett stort och viktigt underhållsobjekt, t ex ett nytt flygplanssystem kan påverkan bli större. Det finns alltså över tiden en interaktion mellan DU-systemen som gör att en utveckling och förändring av dessa kan ske.

## 7 Underhållsstrukturen i fred

**Fpl-materiel** underhålls vid tre nivåer.

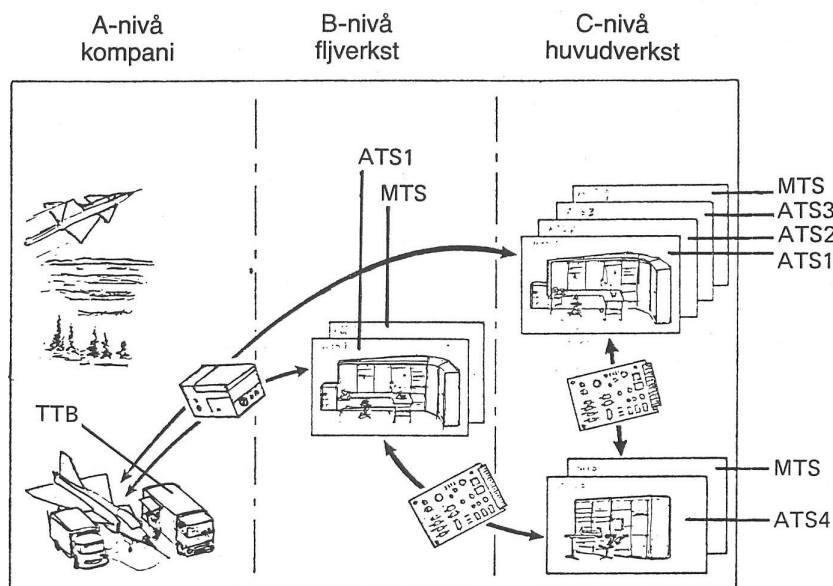
Vid kompani (A-nivå) utförs underhåll på helt flygplan t ex klargöring, service, rengöring, smörjning, tillståndskontroll etc upp till 200 flygtimmars intervall. Vidare genomförs felsökning och reparation av komplett flygplan genom byte av apparater och utbytesenheter. Kompaniet utbildar samtidigt värnpliktiga för krigsorganisationen och övar samtlig personal i sina krigsbefattningar.



*Foto Malmen*

Vid flottiljverkstad (B-nivå) görs större tillsyner av kompletta flygplan samt vissa strukturreparationer, d v s plåt och kompositarbeten, målning och införande av modifieringar på dels komplett flygplan och dels i begränsad omfattning av apparater.

På central verkstad (C-nivå) görs underhåll på apparater och utbytesenheter inkl flygmotorer. Här utförs även modifiering av apparater.

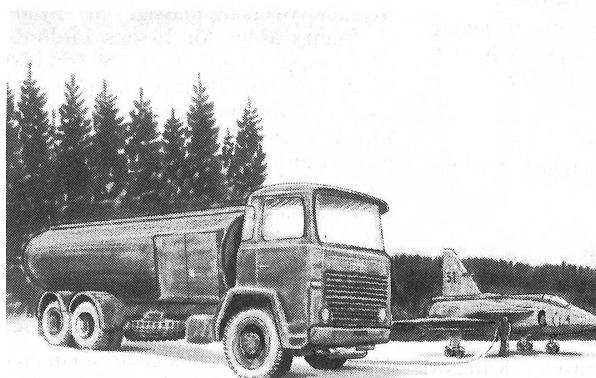


Skissen visar ett auto-testsystem för fpl 37. På divisionen utför teletest-bilen prestandakontroll och lokaliserar fel till utbytbar enhet. Autotestaren på B-nivån kan utföra prestandamätningar på flertalet enheter och lokalisera fel till underenhet (ue) På C-nivå finns autotestare och manuella teststationer för prestandamätning/felsökning till underenhet/komponent

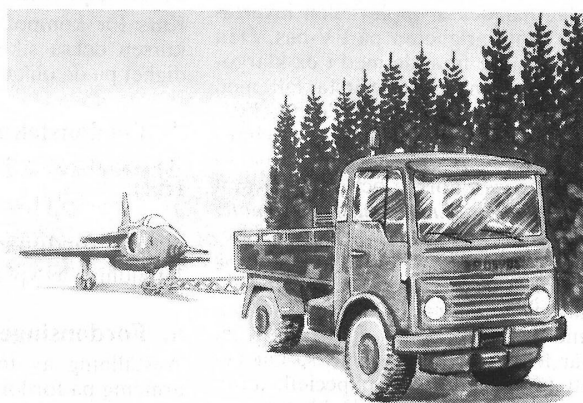
Underhåll av beväpning-, spaning/undpluton och robotsystem utförs i princip på alla tre nivåerna utom för robot där endast underhåll på A- och C-nivå förekommer.

I FV har även inrättats regionala versionskontor för olika flygplanstyper/versioner. Versionskontoren genomför bl a samordning av B-nivåunderhållet, driftuppföljning, slitplanering och optimering av resursutnyttjandet genom detaljstyrning av bristkomponenter.

**Basmateriel** (t ex räddningsbilar, snöslungor, sopblåsmaskiner och övrig stationsmateriel) underhålls i huvudsak renodlat på två nivåer. Vid kompani (A-nivå) utförs åtgärder enligt Vård 80 (försvarets gemensamma koncept för fordonsunderhåll) och vid flottiljernas fordons- och aggregatverkstad (B-nivå) görs avhjälpande underhåll.



Drivmedel



Klargöring

**Marktelemateriel.** Den underhållsmetodik som tillämpas för denna materiel innebär att drift och underhållsåtgärderna görs vid materielens uppställningsplats av främre resurs eller -där sådan saknas eller åtgärden är av större omfattning- av tillrest bakre resurs. Fel åtgärdas vanligen genom byte av felaktig enhet som sedan sänds till den bakre centrala nivån för reparation. Anläggningsmateriel, t ex kablar, kablage, master och torn etc repareras på plats av främre eller bakre underhållsnivå beroende på omfattning och komplexitet.

Marktelematerielen är till stora delar strukturerad i geografiskt utbredda materielkedjor där de ingående materielobjekten samverkar och realiserar de tekniska funktioner som erfordras för den taktiska verksamheten. Det förebyggande bruksenhetsinriktade underhållet som tidigare var vanligt har på senare tid minimerats till förmån för ett mer funktionsinriktat underhåll där man genom systemmätningar och med inbyggda övervakningssystem lokaliserar fel till ingående enheter som sedan repareras/justeras.

Den främre nivån utgörs av basteledetalj i teknisk enhet vid flottilj och av driftgrupp ur strilenhet vid sektorflottilj. Vissa stril- eller sambandsanläggningar är obemannade och saknar alltså egna personalresurser.

Den bakre *regionala* nivån har sedan denna nivå tillkom på 1950-talet ”genomlidit” många omorganisationer. Det började med de 6 regionala televerkstäderna (RTV, senare enbart benämnda TV), som i mitten av 1970-talet ersattes av tre Teleservisbaser (TSB). 1985 var det dags igen. Då flyttades de rörliga resurserna till Verkstadsförvaltningsorganisationen (VF). Under 1990-talet överfördes så resurserna till de nybildade Underhållsregementena med början i milo ÖN. (Efter sekelskiftet har ännu en omorganisation skett genom införandet av FORGUS- resp MILOGG-organisationen. Det ligger dock utanför denna uppsats att behandla detta steg)

Den bakre *centrala* organisationen utgörs av resurser ur främst FFV Aerotech och Telub.

På nästa sida visas en schematisk framställning av drift och underhållsorganisationen genom åren fram till 1990-talet.

För marktelemateriel inkl försvarets telenät (FTN) tillämpas principen med sektorvis materielförvaltning. Sektorflottilj (Marktelekantor (MTK) inom teknisk enhet) ansvarar således för materielens befintlighet, drift och underhåll med tillhörande ekonomi och ger direktiv till främrenivån resp beställningar till de bakre nivåerna, se bild sidan 13.

Stora delar av de funktioner som ingår i marktelesystemen realiserar med programvaror. Mängden programvaror (program och data) som ska hanteras är relativt stor. För att upprätthålla en god datasäkerhet måste det finnas ensade och väl fungerande rutiner för *programvarustöd* både i fred, kris och krig. Programvarustödet, som omfattar både programvård och teknisk assistans, tillhandahålls i första hand av den bakre centrala resursen. Den tekniska assistansen omfattar främst hjälp i driftfrågor, medan programvården omfattar administrativa aktiviteter som arkivering, kopiering, och distribution. För vissa system kan programvård även utföras av Marktelekantor vid sektorflottilj eller RAB.

*Underhållsåtgärder* på programvaror utförs främst av materielleverantören, huvudsakligen i form av felkorrigering och modifiering. Leverantören anlitas även för utökning och större förändringar- vilket dock inte räknas som underhållsåtgärd.

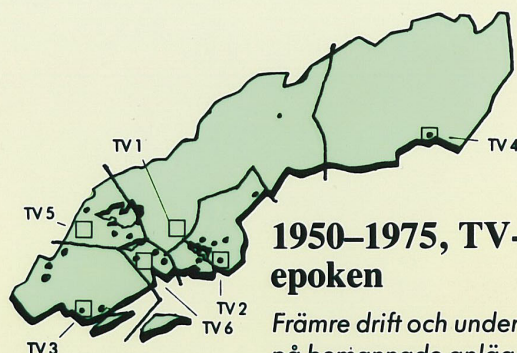
# Organisation av drift och underhåll

Karaktäristiskt är att underhållet kan utföras på olika nivåer såsom främre, bakre regional och bakre central nivå.



## Före 1950

Lokal ledning och genomförande av drift och underhåll på främre och bakre regional nivå åvilar respektive flygflottilj.



## 1950–1975, TV-epoken

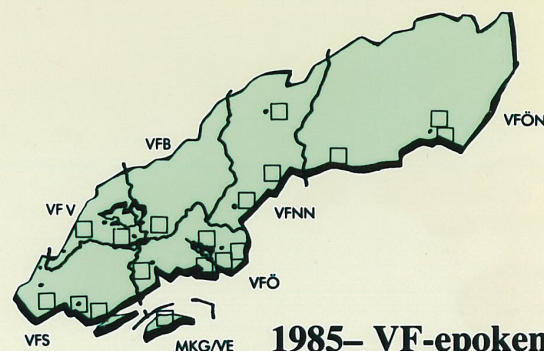
Främre drift och underhåll på bemannade anläggningar utförs av respektive flygflottilj.

Bakre regionalt underhåll verkställs av särskilda televerkstäder, TV1 – TV6, som successivt bildas under 1950-talet.



## 1975–1985, TSB-epoken

Sektorvis förvaltning av stril- och sambandsmateriel införs. Särskilda tele-servicebaser, TSB, svarar för drift och underhåll på främre och bakre regional nivå.



## 1985– VF-epoken

Sektorvis förvaltning av all marktelemateriel.

Främre underhåll utförs av flottiljverkstäder och förband.

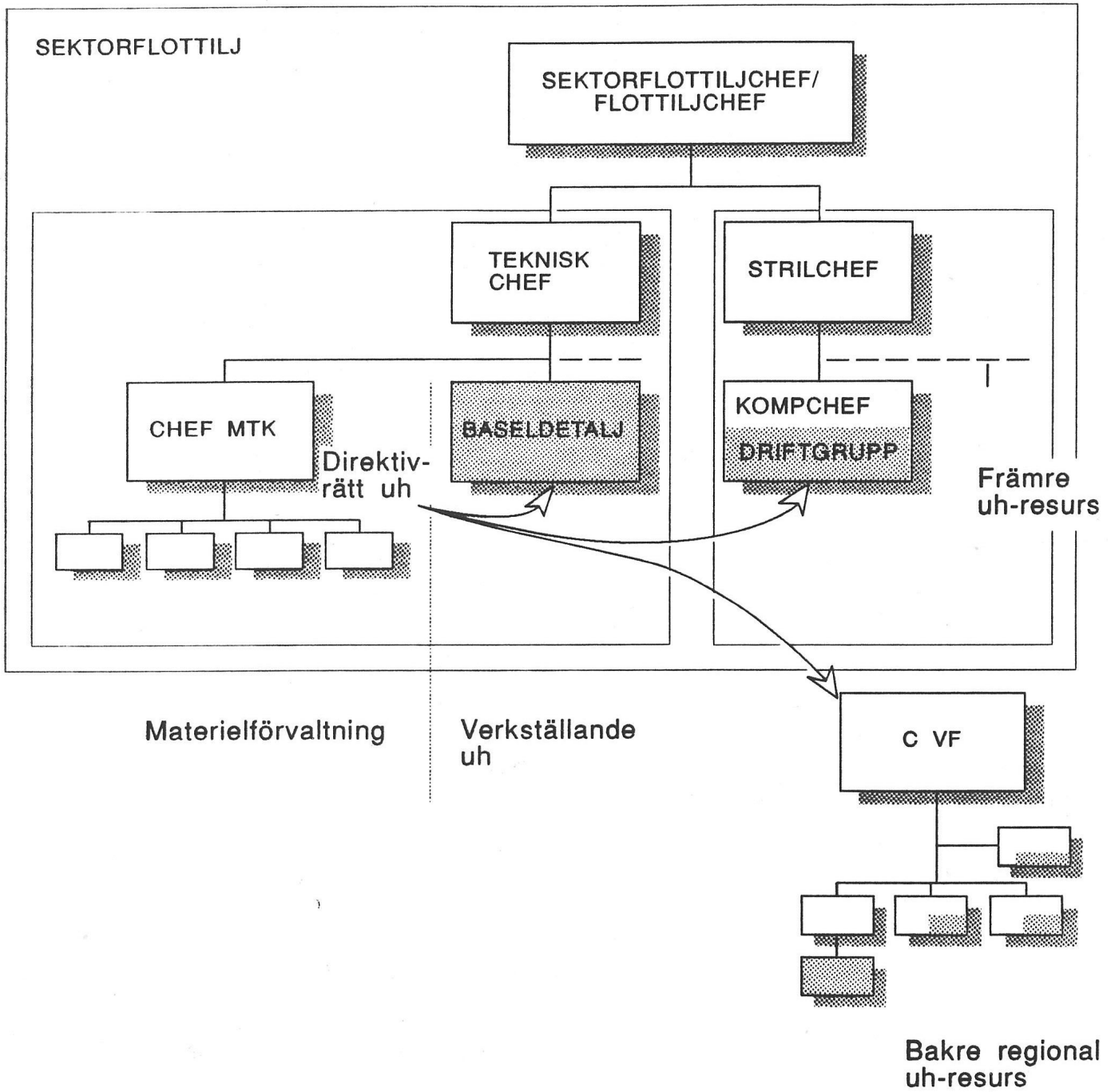
Bakre regionalt underhåll genomförs av verkstadsförvaltningarnas miloverkstäder.



## Bakre centralt underhåll

Större underhållsåtgärder på anläggningar, reparation av enheter på verkstad samt tekniskt stöd utförs av centrala huvudverkstäder och i vissa fall av industrin.

# MTK:s direktivrätt för uh



## 8 Underhållsstrukturen i krig

Underhållet i krig sker till stora delar på likartat sätt som i fred. Huvuddelen av det förebyggande underhållet utgår dock medan krigsskadeunderhåll tillkommer.

Underhållsresurserna inom den främre nivån utgörs av/genom i förbanden ingående teknisk personal, underhållsutrustning, reservmateriel, dokumentation m m och hämtas huvudsakligen från fredsorganisationen.

Flygverkstadsbataljon och markteleunderhållsbataljon utgör den områdesbundna underhållsresursen och sätts upp med fredsresurser från flygverkstad resp VF-organisationen/Underhållsregemente ÖN. Här tillkommer även resurser från främst FFV Aerotech och Telub.

En av flygverkstadsbataljonerna sätts upp med/av centrala resurser ur främst FFV Aerotech, Volvo Aero Support och Telub. Bataljonen har till uppgift att överse och reparera utbytesenheter inkl flygmotorer samt utgöra en specialistresurs för stöd åt de främre resp de områdesbundna resurserna.

För viss försvarsgemensam materiel t ex standardfordon, handeldvapen m m utnyttjas även miloverkstadskompanier och MRT (Motorreparationstjänsten).

## 9 Underhållskostnader

Materielunderhållskostnaden inom FV (huvudprogram 3) uppgick under budgetåret 1990/91 till 1645 MSEK varav c:a 124 MSEK utgjordes av moms. I detta belopp ingår inte personalkostnaden för den främre nivån.

Av diagram nedan framgår hur kostnaden fördelade sig på olika materielslag och leverantörer. Som synes ligger underhållskostnaden för fpl- och robotmateriel koncentrerade till den bakre centrala nivån (främst flygmotorunderhåll) medan kostnaderna för basmateriel och standardfordon i huvudsak ligger på flygverkstadsnivå. För marktele ligger tyngdpunkten på övrig militär verkstad vilket här innebär den bakre regionala nivån (VF-organisationen/Uhreg ÖN).

| Kostnad för materiel-<br>underhåll Hpg 3<br>1990/91 (MSEK) | Komp | Flj-<br>verkstad | Övr mil<br>verkstad | FFV<br>Aerotech | Telub | Övr leve-<br>rantörer | Totalt | Procent<br>av<br>totalt |
|--|------|------------------|---------------------|-----------------|-------|-----------------------|--------|-------------------------|
| Flygplan   | 35,9 | 228,1            | 11,8                | 790,1           | 0,1   | 195,3                 | 1261,3 | 76,7                    |
| Marktele   | 7,2  | 0,5              | 99,2                | 7               | 34,6  | 25,9                  | 174,4  | 10,6                    |
| Basmatrl o st. fordon                                      | 12   | 60,8             | 5,6                 | 13,8            | 0,8   | 37,3                  | 130,3  | 7,9                     |
| Robot, simulator,<br>vapen o övrigt                        | 14,9 | 17,5             | 2,2                 | 42,9            | 0,3   | 1                     | 78,8   | 4,8                     |
| Summa  | 70   | 306,9            | 118,8               | 853,8           | 35,8  | 259,5                 | 1644,8 | 100                     |
| Procent av totalt  | 4,3  | 18,7             | 7,2                 | 51,9            | 2,1   | 15,8                  | 100    |                         |

## 10 Underhållsresurser

För att drift- och underhållstjänsten skall fungera är det viktigt att det finns erforderliga resurser på rätt ställe. Nedan listas de vanligaste speciella resurserna.

### 10.1 Personal

För flygplanunderhållet på kompaninivå användes redan från första början militär personal med teknisk utbildning. Man skulle ju i krig uppträda nära stridsfältet och kunna försvara sin arbetsplats. Vidare skulle man kunna leda de underställda värnpliktiga, och för detta fordrades militära kunskaper.

När civilmilitärinstitutionen infördes under mitten/slutet av 1940-talet blev den tekniskt inriktade personalen till största delen civilmilitärer. Vi fick hjälptekniker, flygtekniker och mästare. På de högre tekniska chefsnivåerna vid förband och FF fick vi flygingenjörer och flygdirektörer. I regel hade en flottilj på 1950-talet tre flygande divisioner. Varje division delades upp i en flygdel och ett stationskompani. Det sistnämnda bestod av troppar: flygplan-, vapen-, el- och materieltropp. Beroende på tropptillhörighet talade man om flygplantekniker, eltekniker e t c. Troppcheferna benämndes på analogt sätt vapenmästare, elmästare o s v.. Orsaken till att man i Sverige införde civilmilitärer var närmast att man då kunde prioritera det tekniska i tjänsten framför det rent militära. De värnpliktiga utgjorde ett viktigt inslag i klargörings- och underhållstjänsten på kompaniet. De fick efter sin grundutbildning utföra ganska självständiga och mycket ansvarsfulla uppgifter.

På flygverkstaden (B-nivån) var cheferna militärer/civilmilitärer med vissa undantag vad gällde verkmästarna. Huvudparten av bemanningen utgjordes av civila montörer inom skilda yrkesgrenar.

Marktelematerielen på flottiljen kunde till en början (före 1960) underhållas av mil/civilmilitära tekniker som tillhörde signalavdelningen. På vissa flottiljer svarade dock flygverkstadens civila montörer även för detta underhåll. 1950-talet var en brytningstid i detta avseende och fr o m 1960-talet fördes allt detta underhåll över till en särskild basel-grupp som tillhörde flygverkstaden. Lokaliseringen av basel-gruppen var dock inte så bunden till flygverkstaden. På flera flottiljer inrättades tillsynsverkstäder på andra platser, t ex intill apparatrummet i flygledartornet.

Tidvis var FV inriktning att även baselgruppens personal skulle vara civilmilitärer, men utbildningskapacitet och andra omständigheter förhalade ständigt genomförandet. Benämningen *Basel* ansågs så småningom inte längre motsvara arbetsområdet och i december 1990 beslutade C FV om en ändring till *Bastele*.

Innan vi lämnar flottiljerna kan det vara på sin plats att även nämna en annan viktig personalresurs, nämligen tele- och sektoringenjörerna. Jan - Henrik Kylberg berättar i sina memoarer att medan han ännu var detaljchef för markradiodetaljen på FF/EL gjorde han tillsammans med Chefen för Kontrollbyrån Öv E Raab och ingenjör Blomberg en inspektionsresa i Kontrollbyråns regi. Inspektionen, som gjordes 1945 gällde telemateriel på flygflottiljerna och gav bl a till resultat att en *teleingenjör* infördes på varje flottilj för att ansvara för all teleutrustning på förbandet. Det skulle dock dröja till 1950 innan teleingenjörerna började anställas.

För att förbättra underhållet och driften inom varje Luftförvarsområde genomfördes även att en teleingenjör skulle ingå i varje Lfc-bataljon och svara för all till Lfc-området hörande



teknisk utrustning. Benämningen på honom blev *sektorteleingenjör*. De första sektorteleingenjörerna började anställas 1953.

En första utbildning för teleingenjörer genomfördes under hösten 1950 på CVA i Arboga, se fotografiet nedan.



*Bilden är tagen 1950 vid avslutandet av en kurs som anordnades vid CVA i Arboga för de första nyanställda teleingenjörerna. Stående från vänster till höger ser vi Bengt Brodin F 13, Littåker, Ola Karlsson F 4, Abrahamsson, Gösta "Brian" Andersson F 1, Arne Åkesson radioing CVA senare F 12, Robert Olsson-Seffer lärare och chef elverkstaden CVA, Yvegård, Eriksson F 17, Åke Sellin F 18, Lennart Lindoff F 2 senare FF/UH, Rolf Jakobsson F 9, Winquist, E Berglund F 15 (senare FF/UH). Sittande från vänster: Edström CVA, Lennart Thornström radaring och lärare CVA, Anders Roll huvudlärare i radarteknik LME, Gussing kurschef och lärare CVA (senare FC), Evert Larsson F 17, Nils Lange F 12 (senare F 1). På golvet från vänster: Braxell FC, Knut Almrot F 3, Nils Bonny F 16, Rudolf (Rulle) Persson F 10, S Toresson F 21, Lundberg flygingenjör F 1.*

För drift och underhåll på bemannade stril- och sambandsanläggningar anställdes civil ingenjörspersonal. De fick genomgå en omfattande kompletterande utbildning i FV regi. För vissa kunde den sammanlagda utbildningen bli upp till ett år. De två största stril- och sambandsanläggningarna, Lfc typ 1 i mellansverige och Skåne kom till i början av 1960-talet när teknikerbristen var som störst i FV. Man valde då den något udda lösningen att lägga ut driften och underhållet på entreprenad till SRA (Svenska Radioaktiebolaget). Uppgiften på den södra anläggningen fördes så småningom över till Telub AB. Entreprenörskapet fungerade alldeles utmärkt och avvecklades först på 1990-talet i samband med att en större materielomsättning till Strilcentral 90 genomfördes.

Personalen på den regionala underhållsnivån TV (från början RTV), TSB och Underhållsregementena (se avsnitt 7) utgjordes av civil personal med ett stort inslag av ingenjörer. I stort var det endast cheferna i TSB och Underhållsregementena som var mil/civilmilitärer.

För fullständighetens skull kan nämnas att de centrala verkstäderna bemannades från början med civila montörer och ingenjörer medan cheferna var militärer, som så småningom blev civilmilitärer. Ju längre tiden gick så minskade det militära inslaget för att vid verkstädernas överförande till Fabriksverket under slutet av 1960-talet helt upphöra. Utvecklingen på den civila sidan gick samtidigt mot ökad specialisering med allt högre kompetens.

Riksdagen beslutade i mars 1978 att införa en ny befälsordning (NBO) för det militära försvaret och fr o m 1983 kom försvarets personal att indelas i enbart två kategorier nämligen i militär och civil personal. De tidigare civilmilitära flygdirektörerna, flygingenjörerna, flygteknikerna och mästarna blev alltså militärer eller som man också uttryckte det: tekniska yrkesofficerare. Den fackmässiga utbildningen ändrades väl inte så mycket, men utbildningen för chefs- och utbildarrollen utökades väsentligt.

## **10.2 Underhållsdokumentation**

### **- Underhållsplaner/motsvarande**

Underhållsavdelningen och dess organisatoriska föregångare beslutade som ett led i underhållsstyrningen vem som skulle underhålla materielen och var det skulle ske. Detta kallades ibland med ett främmande uttryck att man allokerade underhållet. Till en början meddelades besluten i skrivelser, men när det tekniska ordersystemet slog igenom började man använda det genom att ge ut s k *Fördelnings-TO*. På 1950-talet strukturerade man materielen och gav ut en fördelnings-TO för varje grupp, s k gruppfordelnings-TO. Man hade t ex en TO för radiomateriel en annan för elkraftmateriel o s v. I TO:n talade man om vilken instans som skulle göra de olika tillsynerna och översynerna samt hur ofta det skulle ske. Man hänvisade även till vilken underhållsföreskrift som skulle användas.

Under första hälften av 1970-talet började UH att ersätta fördelnings-TO med Underhållsplaner. Syftet var detsamma -att tala om vem som skulle göra vad, var och när samt att hänvisa till rätt underhållsföreskrift. Underhållsplanerna gavs ut för system (UHP- S) och för apparat (UHP-A). Planerna kunde bli ganska omfattande eftersom t ex en UHP-A för en bruksenhet skulle ta upp och definierade alla ingående utbytesenheter. Planerna innehöll även lokaliseringskoder som behövdes för rapportering i driftdatasystemet (DIDAS).

### **-Underhållsföreskrifter**

Underhållsföreskrifter eller manualer, som de även kunde kallas, var och är fortfarande viktiga för att underhållsarbetet ska kunna bedrivas på rätt sätt. Speciellt för flygplan och det s k luftvärdighetsansvaret var det nödvändigt att underhållet utfördes i rätt omfattning och på rätt sätt. Ansvar skulle kunna utkrävas vid haverier. Det är naturligtvis också viktigt att man inte gör för mycket underhåll med tanke på kostnaden. Innan LCC-tänkandet slog igenom var det inte ovanligt att tillverkaren föreslog allt för omfattande insatser för att hans produkt skulle fungera och inte ge dålig renommé åt företaget. Ända in på 1950-talet kunde sakbyråerna (de byråer som anskaffade primärmaterielen) ta fram och fastställa föreskrifter men sedan FF/UH bildades 1954 så låg ansvaret på denna avdelning (dock med undantag för flygmotorer). Under den första tiden var det vanligt att föreskrifterna gavs ut som publikationer, d v s i bokform. Så småningom blev publicering genom Tekniska order (TO) dominerande, vilket berodde på ökad snabbhet och lägre pris (se även avsnitt 12).

### **- Beskrivningar och reservdelskataloger**

Dessa publikationer tas fram av sakbyråerna under stor medverkan av främst Normaliebyrå/motsv. De ges vanligen ut som lösladspublikationer i stadiga A4-pärmar. Under de senaste årtionerna fick Flygvapnets tekniska skolor granska och påverka uppläggningsen av beskrivningarna för att de även skulle bli bra hjälpmedel i utbildningen utan att först behöva struktureras om.

### **-Ritningar**

Det ingår oftast i tillverkarens leveransåtagande att tillhandahålla ritningar. Man har ansett det viktigt, speciellt när det är utländska tillverkare, att ha tillgång till dessa dokument. Om det av någon orsak inte längre går att köpa en ingående materieldel av tillverkaren så ska man vid behov själv kunna tillverka densamma, resonerade man. Det främsta skälet är kanske ändå att man behöver ha tillgång till ritningen i underhållet eller för att kunna införa modifieringar. Det blev med åren många ritningar att förvara och de måste ju dessutom vid behov uppdateras för att vara aktuella. Problemet underlättades till viss del när man kunde överföra ritningarna till mikrofilm. Ett sätt att lösa arbetssituationen vid förvaltningarna/FMV var att lägga ut ritningarna på de centrala verkstäderna och köpa tjänster därifrån vad gällde rättningstjänsten.

## **10.3 Reservmateriel**

### **- Utbytesenheter och reservdelar**

Anskaffning av utbytesenheter (ue) sker genom underhållsavdelningen. Den ekonomiska planeringen har lagts upp så att man kan köpa ue för hela den tid ett vapensystem existerar. Det viktigaste i detta sammanhang har varit att man binder anskaffningen till den tidpunkt då man bestämmer sig för underhållet av varje enhet i ett vapensystem. Genom att köpa ue samtidigt med att sakbyrå köper primärutrustningen får man även en avsevärt bättre prisbild än om man skulle vänta till dess att leverantören upphört med serieproduktionen.

Reservdelar (rd) anskaffades av UH fram till 1985 då en försvarsgemensam reservdelsavdelning bildades. Anskaffningen av reservdelar baseras på en annan filosofi än den för ue, nämligen att rd anskaffas för en första driftperiod. Denna är i princip anpassad så, att man ska få in erfarenheter av hur stor åtgången blir för att man i fortsättningen ska hinna få leverans mot viss beställningspunkt för varje reservdel.

Grunden för anskaffning av reservdelar är alltså förbrukningstakten medan anskaffningen av utbytesenheter främst baseras på en beräknad omloppstid.

## 10.4 Underhållsutrustningar

Underhållsutrustning finns av många slag alltifrån enkla verktyg till dyrbara provdon och mätutrustningar. Som regel kombinerar man utrustningen i olika satser. Det kan vara personliga satser eller lag- och verkstadssatser. Förfarandet underlättar krigsförberedelsearbetet genom att man får mer hanteringsbara klossar att arbeta med vid planläggningen än om man sysslar med enskilda förnödenheter på lägsta nivå.

På obemannade anläggningar begränsas underhållsutrustningen till det mest elementära och istället förser man personalen som kommer till platsen med erforderlig utrustning. Speciellt gäller detta den dyrbara mätutrustningen.

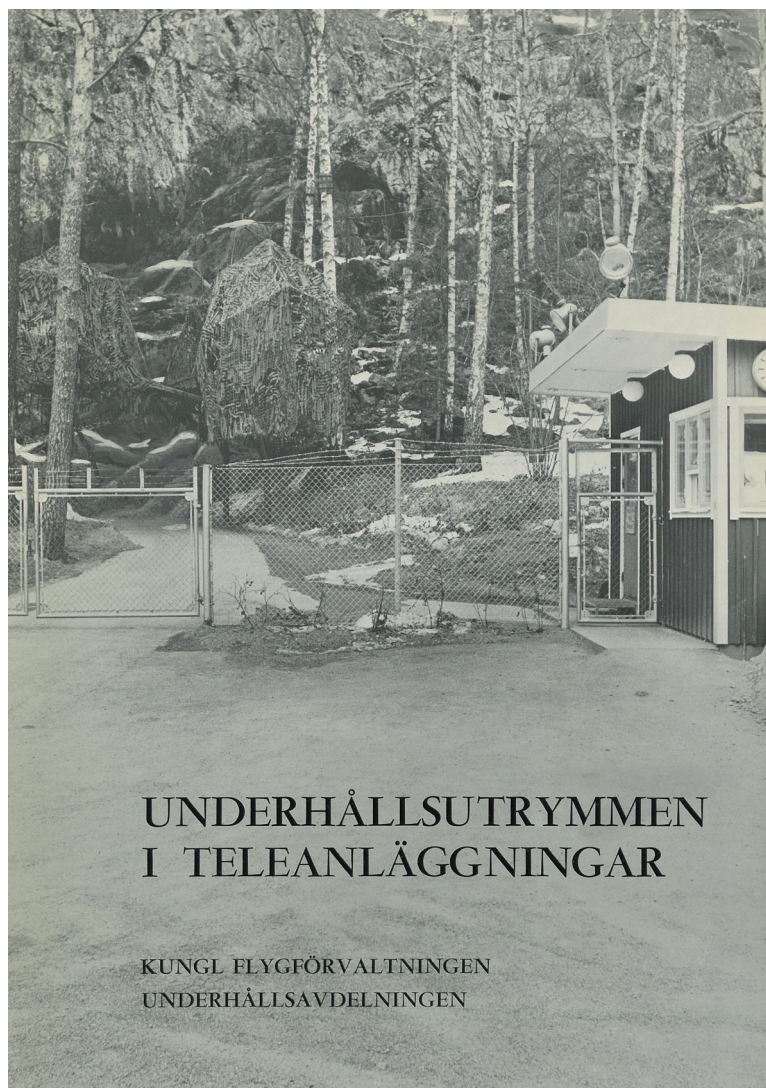


*Exempel på en av  
hundratals satser  
som tagits fram  
under årens lopp*

## 10.5 Underhållsutrymmen

Underhållsutrymmen kan vara av de mest skiftande slag. I enklaste fall en serviceplats i samma anläggningsdel där materielen finns uppställd. Nästa steg kan vara en serviceverkstad, som kan ligga i anslutning till större apparatsalar där större mängder av teleutrustning är uppställd. Den bör ha en eller flera arbetsplatser och ha utrymme för arbetsplatsutrustning, publikationer och förråd. Man har även behov av större friliggande tele- eller elektromekaniska verkstäder för att inte tala om verkstadslokaler för flygplan- och flygmotorunderhåll. Det gäller också att i samband med verkstadsutrymmen beakta behovet av personalvårds- och kontorsutrymmen för underhållspersonalen.

Oberoende av vad slags underhållsutrymme det gäller så är det viktigt att inte bara dimensionera utan även tänka på miljöklasser och skydds nivåer. Underhållsavdelningen fick många gånger kämpa för att få gehör för elementära krav på arbetsplatser för personalen. Ofta fick det bli kompromisser. Det gällde att vara ute i tid för när FortF väl fryst ritningarna för anläggningarna var det inte mycket att göra åt saken. Curt Lavén, FF/UH var med när stril 60-anläggningarna tillkom och han lyckades ofta få gehör för sina förslag.



*FF/UH gav 1966 ut en publikation Underhållsutrymmen i teleanläggningar, som angav riktlinjer vid projektering av främst nya anläggningar.*

Ibland när det inte gått att få till något underhållsutrymme inom en anläggning så fick man tillgripa andra lösningar. Ett exempel på detta är anskaffningen i slutet av 1970-talet av verkstads- och batterivårdskärror för baselunderhåll på flygbaser, se bild på nästa sida.



Den första verkstadskärnan tas om hand efter leveransen till FFV-U/CVA av materielhandläggaren Curt Lavén F:UTM assisterad av medhjälparna Lennart Eriksson och Hans Carlsson, båda FFV-U/CVA.

## Rullande verkstäder

För baselunderhåll och batterivård kommer inom kort vissa av våra flygbaser att tilldelas lokalutrymmen i form av hyddor. Dessa är försedda med underreden, hjulställ och draganordning med stödhjul och benämnes Verkstadskärna nr 1, M5048-612011, Verkstadskärna nr 2, M5048-613011 för baselunderhåll samt Batterivårdskärna, M5043-817011.

Behovet har länge varit känt och många och långa utredningar har gjorts, inventeringar av lokaltillgångar samt resursbedömningar verkställt.

Från försöks- och provplatsen, fält HEDEN, har tillvaratagits många värdefulla erfarenheter som bidragit till de nu framtagna verkstadskärnornas och batterivårdskärnans utformning.

Verkstadskärna 1 och 2 bildar tillsammans en enhet på 50 m<sup>2</sup> för baselunderhåll.

Verkstadskärna 1 innehåller utrymmen för expedition, ljussluss med tre klädsåk samt förråd.

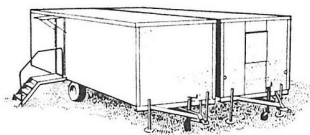
Verkstadskärna 2 utgör televerkstad och elmekanisk verkstad.

Batterivårdskärnan har utrymmen för vård av dels blybatterier och dels för alkaliska batterier. Dessa utrymmen är helt avskilda från varandra och

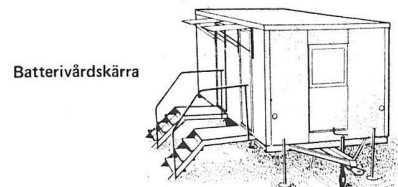
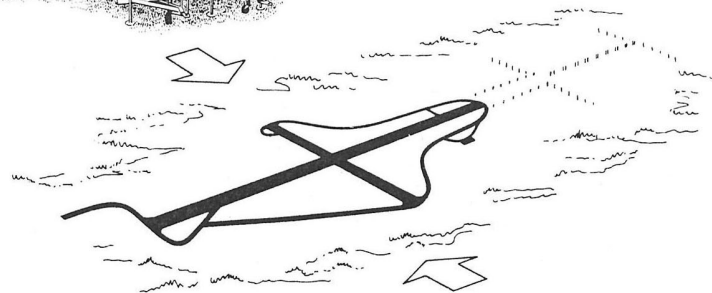
utgör tillsammans en golvyta på 17 m<sup>2</sup>.

FMV-F:UTM har beställt tio av vardera verkstadskärna 1 och 2 samt batterikärnor till flertalet baser. Fördelningen av kärnorna är angiven i särskild utsänd skrivelse.

Beträffande leverans kan nämnas att prototyperna levererades under mars månad till FFV-U/CVA för provinstallation av inredning och utrustning. Slutleverans till baserna beräknas ske under tredje och fjärde kvartalet i år.



Verkstadskärna 1 och 2 för basunderhåll



Batterivårdskärna

Bilden är hämtad från TIFF nr 1/1979 och utgör ett exempel på hur man kunde lösa behovet av verkstadsutrymmen för baselunderhåll och batterivård på vissa flygbaser.

## 10.6 Emballage

Med en lätt travestering skulle man kunna säga att utan emballage stannar försvaret. Så länge människan har haft något som behöver transporteras eller förvaras har det funnits behov av emballage. Ta bara problemet med förvaring och transport av vin som kulturerna kring medelhavet hade för flera tusen år sedan. Skeppsvrak från den tiden innehåller stora mängder med amforor av lera som användes inte bara för vin utan även för t ex säd och olivolja. Amforan verkar dessutom ha varit standardiserad. Den rymde c:a 26 liter och kom därför också att användas som måttenhet. Det emballage som användes i försvaret ska vara mer hållbart än ett lerkärl, det ska helst hålla under hela livstiden för den apparat som det ska betjäna. Det ska också svara mot hanterings- och miljömässiga krav.

Underhållsavdelningen har genom åren svarat för att det tagits fram både standardemballage och ”skräddarsydda emballage” t ex för flygmotorer. Man skapade på 1960-talet ett centralt emballageförråd i Arboga, som senare även Armén och Marinen kunde nyttja. 1972 bildades en särskild emballagegrupp under dåvarande FUH ledning. Under slutet av 1980-talet uppskattade man att 80-85 % av allt gods transporterades/förvarades i standardemballage. Det finns en särskild instruktionsbok framtagen, som är läsvärd för den intresserade. Den heter *Emballageteknik* (M7786-920010).



*Exempel på några emballagetyper*

## 10.7 Transportmedel

Transporter betyder allt, brukar det heta. Försvaret har sedan lång tid tillbaka löst sitt behov av transportmedel genom att köpa in de fordon, motsv, som används för fredsverksamheten och det som därutöver behövs i krig ”mönstrar” man in från det civila samhället. FV är inte avvikande i detta avseende.

## 11 Informationssystem

Det finns i mitten av 90-talet mer än ett tjugotal större datorbaserade informationssystem som stöder de olika DU-systemen. En del är centrala och andra lokala. Några av de centrala är dator/terminalbaserade och kan nås från t ex förbanden. Området är under stark utveckling och läget förändras därför snabbt. Från början var varje system sig självt nog och krävde egna datorer och utdataenheter, men under 80- och början av 90-talet sker en stark inriktning mot integrerade system.

Nedan tas upp några av systemen och vad de används till.

|                |  |
|----------------|--|
| BEBS           | Uppföljning av materielfel på basmateriel  |
| BUS            | Uppföljning av FMV-beställningar vid central verkstad  |
| DAFM           | Förvaltning, drift och underhåll av marktelesystem (vid MTK)   |
| DELTA          | Försvarets reservmaterieförsörjning  |
| DIDAS BAS      | Stöd för basmaterieltjänsten betr uh-planering och uppföljning av ändringsstatus                       |
| DIDAS FLYG     | Stöd för flygmaterieltjänsten betr underhållsplanering, uppföljning av materielfel, ändringsstatus m m |
| DIDAS MARKTELE | Stöd för uppföljning av marktelemateriel betr funktionskedjor och bruksenheter                         |
| EMBSYST        | Emballageförsörjning betr materiel inom underhållsverksamheten   |
| ESYM FU        | Stöd för budgetering, prognoser och uppföljning av kostnader för flygmaterielunderhållet               |
| FREJ           | Grund- och förvaltningsdata betr försvarsmateriel  |
| FS-LOKAL       | Stöd för budgetering, ekonomiadm och ekonomistyrning vid lokal enhet                                   |
| FUS            | Uppföljning av FMV-föreskriftsbeställningar vid central verkstad                                       |
| HUS            | Uppföljning av tekniskt stöd-beställningar vid central verkstad  |
| PDS FU         | Plandatasystem flygmaterielunderhåll. Stöd för reservmateriel och underhållsdimensionering             |
| PRIMUS FD      | Planering och uppföljning av flygverksamheten vid kompani och division                                 |
| SPIND          | Övervakning av hemlig materiel   |



|        |   |
|--------|---|
| TIUS   | Uppföljning av mätinstrument betr underhåll   |
| TOR    | Redovisning av behov, tillgång och differenser betr förnödenheter exkl reservmateriel |
| UE/F   | Tillgångsredovisning betr utbytesenheter i FV   |
| VD LIV | Stöd betr verkstadsplanering och drift  |
| VK35   | Drift-, underhållsplanering och samt materieluppföljning vid typkontor FPL35          |
| VK37   | Drift-, underhållsplanering och samt materieluppföljning vid typkontor FPL37          |

## 12 Tekniska ordersystemet

De flesta flygvapen har använt sig av Tekniska ordersystem (TO) för att snabbt och säkert förmedla information och direktiv angående flygmaterieltjänsten. Det är ett viktigt led i kvalitetssäkringen och för att leva upp till luftvärdighetsansvaret. Redan innan FF bildades 1936 gav Flygstyrelsens Tekniska byrå ut Flygtekniska Instruktioner i skrivelseform. Först under 1934 började man att strukturera skrivelserna genom att införa typbeteckningar t ex *Flyg* för Flygplan och *M* för flygmotorer.

Under 1937 gav den nyinrättade FF ut de första egentliga Tekniska Orderna. De var typbetecknade med FL för flygplan, MO för flygmotorer och VA för vapen. Dessutom fanns det en allmän grupp som betecknades med A. Orderna numrerades dessutom med en årlig löpnummerserie.

Under 1944 fastställdes det TO-system (troligen efter tysk förebild), som med vissa revideringar skulle komma att bestå till början av 1990-talet. De Tekniska Orderna delades upp i två serier där:

- TOMT upptog föreskrifter och instruktioner för användning, handhavande och underhåll.
- TOMÄ upptog föreskrifter för ändringar (modifieringar) av materiel som redan överlämnats till flottiljerna.

Under 1947 kompletterades TO-systemet med materielgrupper för vapen, el-radio och instrument. Successivt har sedan systemet utökats för tillkommande materieltyper alltefter som dessa kommit till användning. Användningen har på så sätt breddats från att till en början enbart ha tillämpats för flygplan till att användas för all teknisk materiel i FV. Även Armén, Marinen och Intendenturen skaffade sig genom åren egna TO-system.

De många ändringarna och kompletteringarna som vidtogs genom åren i systemet gjorde under slutet av 1980-talet en genomgripande förändring nödvändig. FMV beslutade då att satsa på ett försvarsgemensamt TO-system. Omläggningen till det nya systemet kunde göras under de första åren av 1990-talet. För FV del var det fråga om drygt 4 000 tekniska order. Armén och Marinen hade c:a 1 000 TO vardera och Intendenturen något hundratal. I samband med införandet av det nya systemet datoriserades abonnemangs- och distributionsrutinerna.

Följande materielgrupper ingår i det gemensamma TO-systemet:

|         |                                       |          |                      |
|---------|---------------------------------------|----------|----------------------|
| TOS     | TO-systemet                           | DRIVMAT  | Drivmedelsmateriel   |
| ALL     | Allmänna grunder och allm verksamh    | BEKLÄD   | Beklädnadsverksamhet |
| VAPEN   | Vapenmateriel                         | FÖRLMAT  | Förläggningmateriel  |
| FORDON  | Fordonsmateriel                       | FÖRPLÄGN | Förplägnadsmateriel  |
| FARTYG  | Fartygs- och båtmateriel              | SJVMAT   | Sjukvårdsmateriel    |
| FLYG    | Flygplans- och luftlandsättn.materiel | PUBL     | Publikationer        |
| SAMBAND | Sambandsmateriel                      | KARTOR   | Kartor, sjökort      |
| LEDN    | Ledningsmateriel                      | AM       | Ammunition           |
| EXP     | Expeditionsmateriel                   | LIVS     | Livsmedel            |
| EL      | Elkrafts- och belysningsmateriel      | DRIVM    | Drivmedel            |
| SKYDD   | Skyddsmateriel                        | LÄKEM    | Läkemedel            |
| FÄLT    | Fältarbetsmateriel                    | DJUR     | Djur                 |
| UHMAT   | Underhållsmateriel                    |          |                      |

### 13 Centralt vidtaget underhåll

Man kan säga att FMV:F-UH har två viktiga uppgifter. Den ena är att delta i materielprocessens olika faser (studie-, anskaffnings-, vidmakthållande- och avvecklingsfasen) för materiel ingående i de olika materielsystemen.

Den andra uppgiften är att vidmakthålla och utveckla det överordnade drift- och underhållssystemet. Uppgiften löstes genom ett eget uppdrag från FS, numera från Högkvarteret, benämnt *Centralt vidtaget materielunderhåll*. En listning av de olika uppgifterna nedan kan ge en uppfattning om vad det rör sig om. Den tidigare nämnda fackuppgiften berörs även här.

LSC/LCC-analys och metodutveckling

ESYM-FU utveckling

Controllerverksamhet D1-anslaget (budget, prognoser, analyser och åtgärdsförslag

Kompetens utveckling av teknisk personal

Materieluppföljningssystem UE/F

Materielhantering av FV utbytesenheter

Utveckling och drift av FV ue-system

Utveckling och drift av FV driftdatasystem

Utveckling av andra stödsystem för materielunderhåll

Materieladministrativt regelverk

Utveckling av dokumentationssystem

Reservdelsberedning

Materieluppföljning

Tekniskt stöd till Högkvarter och förband.

Vissa tekniska utredningar

Digitalisering av uh-publikationer

FV Drift- och informationssystem

Införande av steckkoder på förnödenheter

IT-utveckling

Adm rutiner för FV ADB-system

Emballageförråd

Speciell utrustning för verkstadsdrift  
Utbildningsmateriel för FV utbildningsinstanser(ej objektsbunden)  
Verkstadsberedning flygmateriel  
Leveranskontroll  
Informationsverksamhet  
Flygbasmiljöarbete  
Medverkan i krigsplacering av vst-förband  
Medverkan i förbandsinspektion

## 14 Materieluppföljning

Syftet med materieluppföljning är bl a att mäta och kontrollera att materielens driftsäkerhet överensstämmer med ställda krav samt att skaffa fram underlag, som gör det möjligt att vid behov förbättra denna eller anpassa underhållet.

För flygplanmateriel började man redan på 1940-talet göra manuella sammanställningar över felutfall. Så småningom fick man tillgång till hålkortsmaskiner vid *Försvarets Hålkortscentral* i Arboga, som man kunde utnyttja för viss bearbetning av anteckningarna.

På 1950-talet började hålkortsmaskinerna användas till förrådsbokföring, flygtidsredovisning etc och blev nu ett värdefullt hjälpmedel vid felrapporteringen. Man utarbetade en felrapporteringsblankett direkt på ett hålkort med förtryckta och stansade identifieringskoder. Vidare hade blanketten särskilda fält för ifyllning av materielkoder och klassificerade koder för olika feltyper m m samt plats för klartext med uppgift om rapportörens bedömning. Indatablanketten benämndes *felanalyskort*. Efter stansning och körning fick man ett ”snabbt” och säkert underlag för manuell utvärdering. Den statistiska utvärderingen blev dock osäker därför att man ofta underlät att rapportera. Rapporteringen omfattade redan då såväl marktele- som flygplanmateriel.

Även om den statistiska utvärderingen i början gav tvivelaktiga resultat hade man åtminstone fått ett välsorterat underlag för studie av rapportörernas klartext.

I början av 1960-talet ersattes hålkortsmaskinerna med mera avancerade datamaskiner. Det gavs större möjligheter till bearbetning av indatablanketterna. Målsättningen var att i takt med ökad rapporteringsvilja och därmed säkrare informationer kunna beräkna materielens driftsäkerhet. Ännu hade man inte hunnit så långt att man rapporterade hindertider vid reparationer men man hade tillräckligt underlag för beräkning av felintensitet och funktionssannolikhet under drift. Rapporteringsrutinerna blev med tiden en naturlig del av underhållsarbetet även om det behövdes en hel del ”tjat” och ”övertalning” från de som administrerade systemen.

Så småningom började man att få tillräcklig erfarenhet och underlag för att kartlägga underhållsbarhet och erforderliga reparationstider. Man kunde således sammanställa dessa begrepp och få ett uttryck för materielens- och funktionernas driftsäkerhet. Detta var viktigt för bedömning av erforderliga utbytesenheter och således även vara till gagn för ekonomisk optimering.

Under 1940-, 50- och 60-talet hade ledningarna för försvarets underhåll varit försiktiga att avdela resurser för utveckling av felrapporteringssystem. Intresset blev större under 1970-talet när man insåg att resultatet från fel- och hindertidsrapporteringen även kunde ge

ekonomiska fördelar. Nya generationer av datorer som tillfördes datacentralen i Arboga medförde goda framtidsutsikter för utveckling av rapporteringssystemet. FUH beslöt därför några år in på 1970-talet att utveckla en ny generation av driftdatasystemet (DIDAS)

Från början var tanken att det nya systemet skulle omfatta både flyg- och marktelemateriel. Så blev det nu inte. FMV ledning ansåg att marktelematerielen hade större samhörighet med Arméns och Marinens materiel och beslöt därför att utvecklingen skulle ske mot en samordnad systemlösning med en gemensam databas för denna materiel.

DIDAS-utvecklingen fick fortsätta, men nu med inriktning enbart mot flygplansidans materiel. Det var då vi fick benämningen DIDAS FLYG, som fortfarande gäller. DIDAS FLYG gick fram med tre delar:

- Flygsäkerhetsanalys
- Materiefelsuppföljning
- Underhållsuppföljning

De två första delarna driftsattes under 1979 medan underhållsuppföljningsfunktionen dröjde ytterligare några år. Det berodde närmast på att det krävdes ett stort initialt inventerings- och uppdateringsjobb av vilka enheter som satt i vilka flygplan. Även modifieringsläget skulle läsas in i systemet.

För att förverkliga utvecklingen för de övriga intressenterna bildades under november 1976 ett projekt benämnt SAMDI (Samordning av AMUS, MARIS och DIDAS MARK) där AMUS och MARIS stod för Arméns resp Marinens gamla system. Jag har svårt att tänka mig att det blev så mycket besparing av samgåendet. Alla tre intressenterna hade nämligen helt olika kravspecifikationer.

DIDAS MARK kom att bestå av två delar: Bruksenhetsuppföljning och Funktionsuppföljning.

Bruksenhetsuppföljningen är behovsstyrd och görs kampanjartat, d v s man prioriterar ett fåtal enheter som ska följas upp. När man fått tillräckligt med underlag avbryts rapporteringen på dessa och man startar med ny uppföljning på andra där man tycker behov finns.

Bruksenhetsuppföljningen driftsattes den 9 mars 1979 och omfattade då

- PS-65
- PS810
- TILS-sändare III
- DBU 209
- DBU 210

Funktionsuppföljningen sker kontinuerligt för viktiga funktioner. Man kan då mäta driftsäkerheten och se hur kraven uppfylls och var i materielkedjan det finns svagheter. Funktionsuppföljningen driftsattes under början av 1979. De tre områden som då började följas upp var :

- FYL/VÄDERAVD (13 förband)
- STRIL/RVädC (Lfc typ 1 och Rrgc)
- LUFTOPRA (samtliga us)

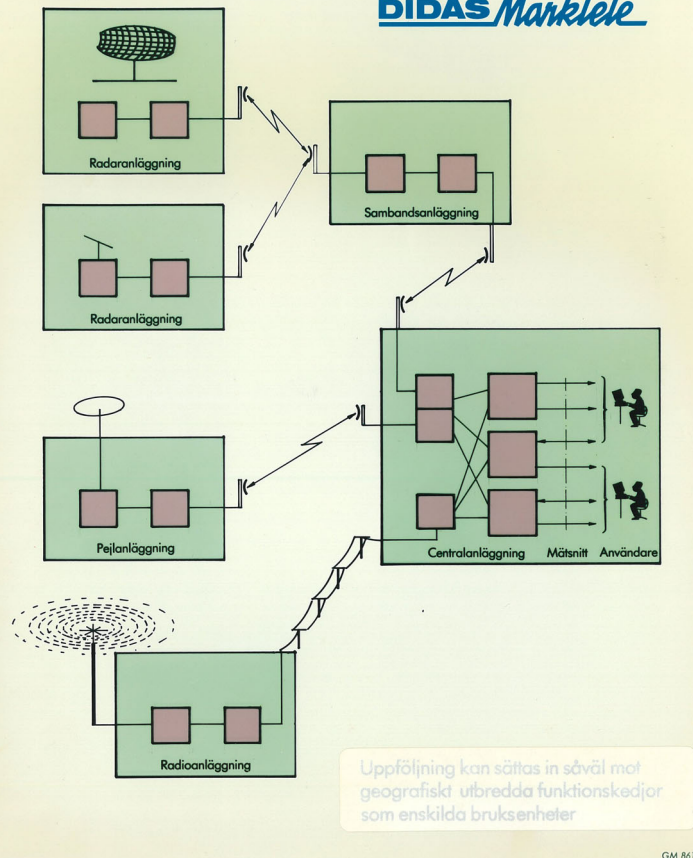
DIDAS MARK blev under 1986 DIDAS Marktele för att undvika förväxlingar när även flygbasmaterielen blev föremål för uppföljning.

# Uppföljning av driftsäkerhet

För att kunna mäta materielens tillgänglighet och få underlag för

åtgärder utnyttjas uppföljnings-systemet

**DIDAS Marktele**



*I gränsytan mot användaren mäter man tillgängligheten för de erminerande funktionskedjorna. Vid behov sätts även tidsbegränsad bruksenhetsuppföljning in mot särskilt utvalda bruksenheter.*

*Logotypen för DIDAS Marktele har ritats av Lennart Askerlöf, FFV Aerotech.*

I samband med att DIDAS MARK driftsattes 1979 anställdes Sten Flodkvist och Yvonne Nordarp till Marktelesektionen på FMV:F-UH för att svara för utvärderingar och systemets administration. En viktig förutsättning för att systemet blev så lyckat får tillskrivas att vi lade ner mycket arbete på återföring av resultat till rapportörerna. Vi ordnade även regelbundna uppföljningsmöten, som var välbesökta från både FS, förbanden, sakbyråerna m fl. Utan Stens och Yvones (senare Lena Sköld-Gunnarsson) och de duktiga kontaktmännens tragna arbete skulle resultatet förmodligen ha blivit ett annat. För mer information om systemet, se bilaga 2.

## 15 Underhållsmetoder

Redovisningen nedan avser i första hand marktelemateriel, men kan i viss utsträckning även gälla för flygtelemateriel.

### 15.1 Sambandet mellan teknik och underhållsmetod

I mångt och mycket är det materielen som påverkar vilken underhållsmetod som kan/bör användas. Konstruktion och ingående komponenters tillförlitlighet är viktiga faktorer härvidlag. Tittar man bakåt ser man en tydlig koppling mellan tekniken och underhållskonceptet. Man kan naturligtvis ändå inte bortse från underhållsföreträdarens kreativitet att i varje epok utnyttja möjligheter till rationaliseringar. I samband med FFs 50-årsjubileum 1986 tog vi fram ett bild/textcollage för att beskriva teknik/underhållsutvecklingen under dessa år. Ett urval av detta visas på nästa sida. Lay-out och produktion gjordes av Jan-Olof Björklund, FFVEL. Fotografierna är tagna av Reinhold Carlsson, Sturebild Arboga.

## Materiel konstruerad före 1950

### Tekniken:

- Konstruktioner med elektronrör
- Uteslutande analog teknik



Underhåll i transportabel markradio TMR-9

### Underhållet:

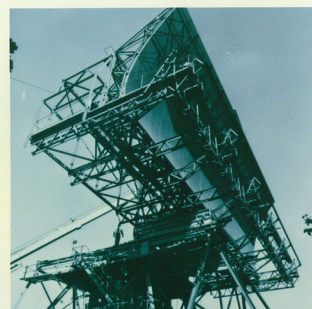
- Stort behov av justering och trimning
- Reparation på plats ner till komponentnivå

GM 8604

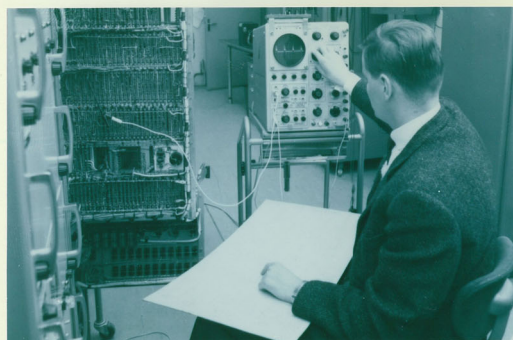
## Materiel konstruerad under 1950-talet

### Tekniken:

- Hybridkonstruktioner med elektronrör och transistorer
- Analogteknik dominerar men viss digitalteknik tillkommer



Spaningsradar PS-08



Underhåll av Databehandlingsutrustning DBU 208

### Underhållet:

- Utbytesprincipen slår igenom
- Externa mätpunkter för kontroll av funktioner börjar införas

GM 8605

## Materiel konstruerad under 1960-talet



Terminalradar PS-810

### Tekniken:

- Hybridkonstruktioner av transistorer och enklare IC-kretsar
- Ett fåtal elektronrör för höga frekvenser
- Utökad användning av digitalteknik
- Datorer integreras i utrustningarna för kontroll och övervakning
- Omfattande integration av utrustningar och anläggningar



Underhåll i Radargruppcentral Rrgc

### Underhållet:

- Utbytesprincipen dominerar
- Förebyggande underhåll minskar
- Funktionsinriktat underhåll börjar användas
- Bättre beräkningsmetoder för reservmateriel börjar användas
- Ökad hänsyn till drift- och underhållskostnaderna tas vid anskaffning

GM 8606

## Materiel konstruerad under 1970-talet

### Tekniken:

- Alla teknikområden utvecklas starkt. LSI, mini- och mikro-datorer införs
- Digitaltekniken slår igenom med alltmer datorbaserade utrustningar och programvaror
- Distribuerad databehandling möjliggörs
- Materielen får bättre funktionssäkerhetsvärden



Spaningsradar PS-860



Underhåll i radarhydda

### Underhållet:

- Funktionsinriktat underhåll slår igenom
- Bättre modularisering av maskinvaran
- Övervaknings- och felsökningsfunktioner byggs in
- Avancerade modeller och metoder för minimering av drift- och underhållskostnader under livstiden

GM 8607

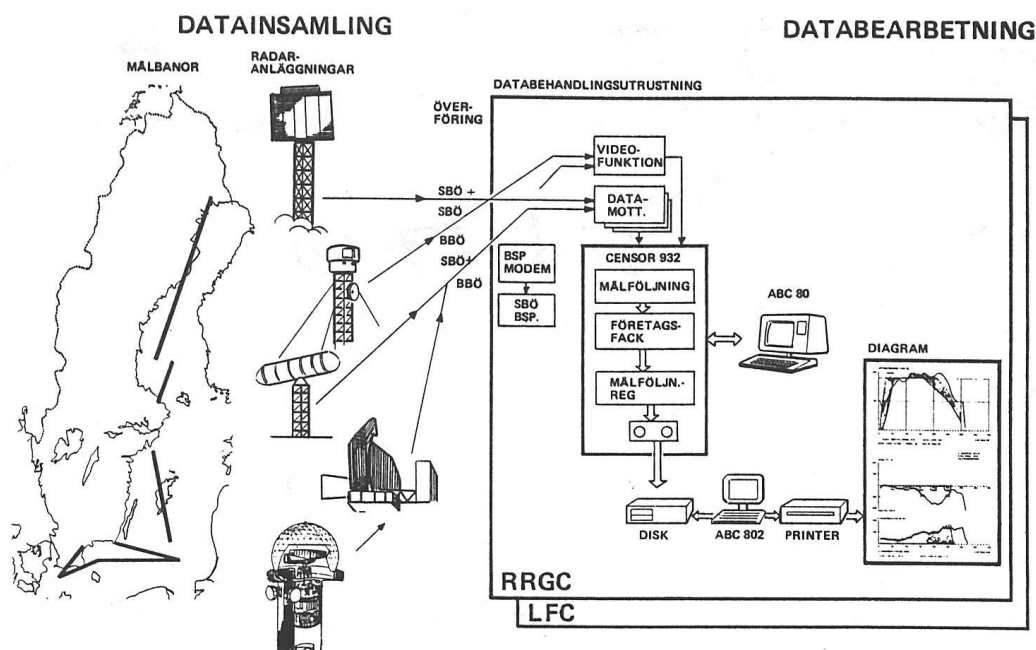
*Samband mellan teknik och underhållsmetod under några årtionden*

## 5.2 Funktionsinriktat underhåll

I avsnitt 6.1 nämndes att det förebyggande bruksenhetsinriktade underhållet, som tidigare var vanligt, på senare tid börjat minimeras till förmån för ett mer funktionsinriktat underhåll där man genom systemmätningar och med inbyggda övervakningssystem lokaliserar fel till ingående enheter, som sedan repareras/justeras.

Det var i slutet av 1960-talet som vi började tänka i dessa banor. Jag tror det var Örjan Ericsson, på den tiden strilsystemingenjör i sektor ÖN, samt Erik Lindén och Stellan Olofsson vid Centrala Verkstaden Arboga, som först kom upp med idén. Något år in på 1970-talet satte Örjan igång med vissa försök i sektor ÖN. I princip hade vi länge tillämpat idén på transmissionsförbindelser, men steget därifrån till materielkedjor av typen radarstation-radiolänk- DBU vid strilcentral var inte så litet. Jag skrev en artikel i tidskriften TIFF. Den infördes i nr 1 (april) 1972 och beskriver bakgrunden, fördelar, förutsättningar och genomförande av det nya greppet, se bilaga 3.

En speciell tillämpning av det funktionsinriktade underhållet är prestandakontroll av radarfunktionskedjor.



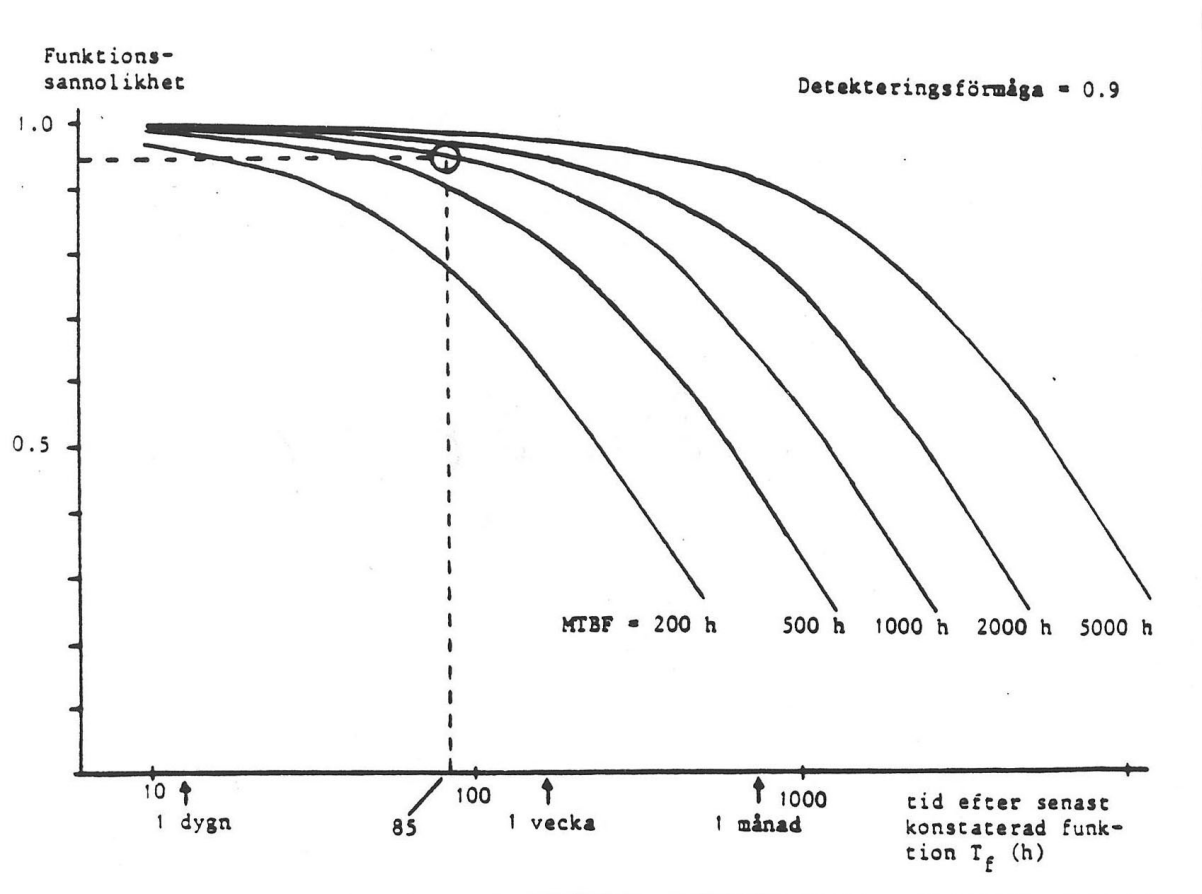
*Ex på prestandakontroll*

Provningsmetod och underlag för prestandabedömningen erhöi vi från sakbyråns systemutvärdering. Det hela gick ut på att verifiera prestandamåtten på täckning, höjdnoggrannhet och inmättningsnoggrannhet. Helst hade vi sett att vi kunnat få en ständig och automatisk övervakning av dessa prestanda. Det skulle emellertid ha krävt speciell utrustning, t ex transpondrar, vilket skulle ha ställt sig dyrbart. Istället valde vi i samråd med FS att genomföra regelbundna flygningar för kontrollen. Ett flygplan fick flyga speciellt inlagda målbanor så noggrant som möjligt. Flygplanet mättes in vid Lfc och Rrgc (luftförsvars- och radargruppcentraler) och de data som registrerades bearbetades sedan av drift- och underhållspersonalen i dessa centraler med bearbetningsprogram i en ABC80-dator, senare ABC802. Kontrollflygningarna påbörjades under försommaren 1984 och var tänkta att genomföras i resp sektorflottiljs regi en gång per kvartal. Bland de många som engagerade sig

djupt i förverkligandet av detta hjälpmedel vill jag i första hand nämna Rolf Johansson, FUH, och Stig Hedlund, FFVEL. Mer om prestandamätningarna finner du i bilaga 4.

### 15.3 Teknisk övervakning

Marktleanläggningar är geografiskt utspridda över hela landet. Flertalet är obemannade och ett ökande antal är beredskapsuppställda i fred. Det är kostsamt för FV att ha personal som åker runt i regionerna för att övervaka att materielen är intakt. Men detta krävs för att man med rimlig sannolikhet ska kunna uppfylla ställda krav på tillgänglighet och beredskap. Man kan visa, se vidstående diagram, sambandet mellan funktionssannolikhet och behovet av kontrollintervall för materiel med olika felintervall.



*Diagram som visar sambandet mellan funktionssannolikhet för ett objekt och kontrollintensitet vid olika MTBF-värden. Diagrammet är framtagit av Leif Brinkhagen på dåvarande Systecon AB.*

Låt oss ta ett exempel: Den streckade linjen i diagrammet illustrerar att om man vill nå 95 % funktionssannolikhet på den övervakade materielen, som i detta fall antas ha en MTBF (medeltid mellan fel) på 1000 timmar, så måste man göra en funktionskontroll var 85:e timme (3,5 dygn). Vi har då antagit att detekteringsförmågan vid kontroll är 90-procentig. För materiel med en MTBF på 2000 timmar behöver man kontrollera en gång per vecka o s v.



FUH insåg tidigt att teknisk övervakning var ett sätt att angripa problematiken och få ett kostnadseffektivare underhåll. Med hjälp av tekniska övervakningssystem skulle man kunna få kunskap om materielens driftläge, fel och prestanda. Avläsningen skulle man kunna göra såväl lokalt på anläggningen där materielen är placerad som från någon lämplig plats, t ex Lfc, Marktelekontor eller Verkstadsförvaltning. Med hjälp av försvarets telenät som till stora delar var i ständig drift skulle man kunna överföra sammanställd information från de övervakade anläggningarna/materielen. Man skulle också vid behov, resonerade vi, ifrån de bemannade mottagarplatserna kunna göra fjärrkopplingar av redundant materiel ute på de övervakade anläggningarna. Vi gjorde i början av 1980-talet utredningar i ärendet och publicerade under 1983 en skrivelse ”Övervakningssystem för drift och underhåll av marktelemateriel, mål och krav”. I denna definierade vi olika begrepp och redovisade hur tillgängligheten skulle kunna bli bättre och hur underhållsresurserna skulle kunna utnyttjas effektivare samt den ekonomiska nyttan.

Vi fick gott gehör för våra idéer och ett bra samarbete med Elektroavdelningen och även FV. Men även om vi var överens om målet så tog det tid att förverkliga idéerna, men gradvis så tillkom den ena applikationen efter den andra. En eldsjäl inom FUH att driva detta ärende var Stellan Olofsson och han hade bra samarbetspartners på ELEKTRO genom främst Olle Bergqvist och Nils Staf. Mer information om detta område finns i bilaga 5.

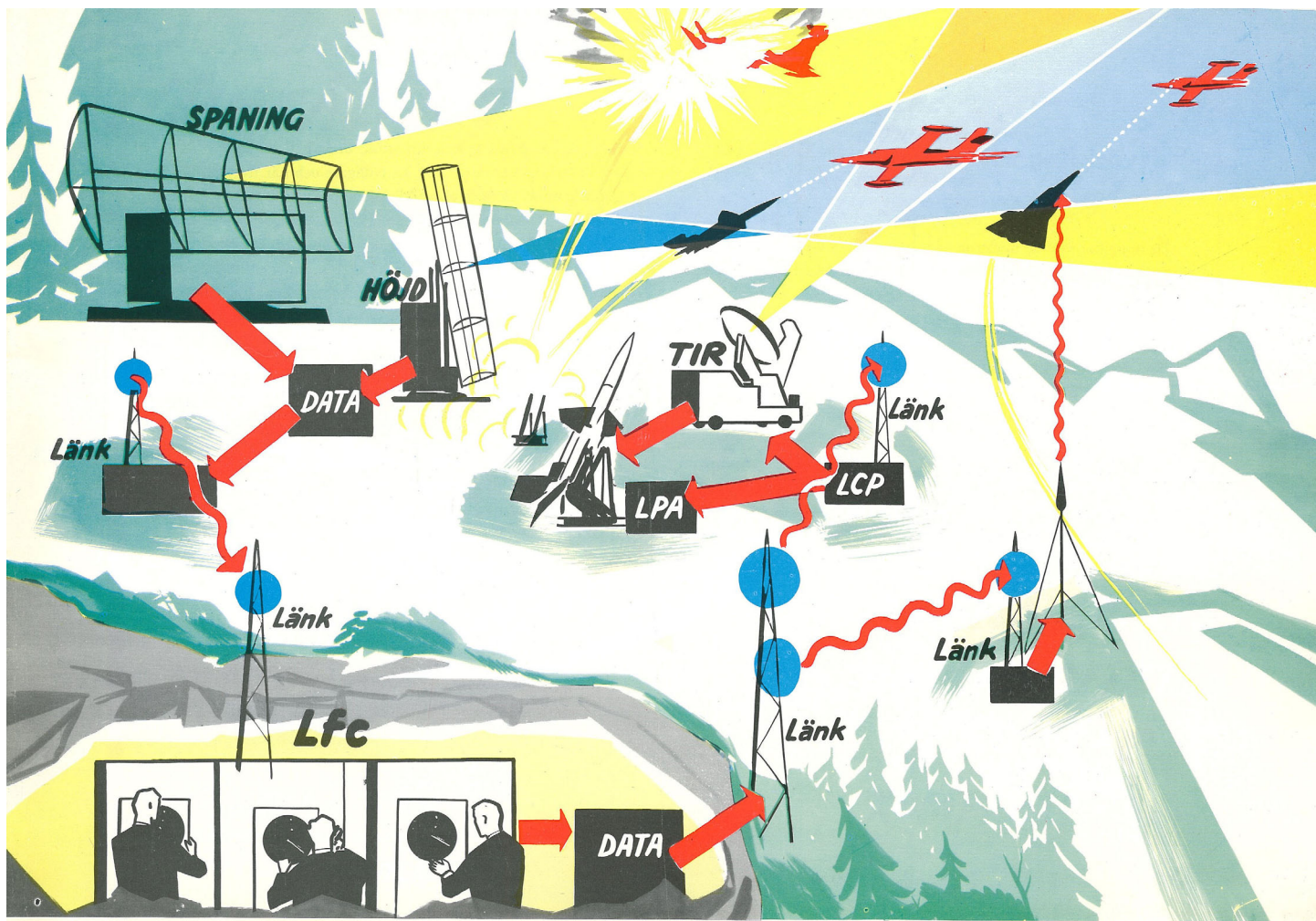
Källor: Egna erfarenheter från 40 års verksamhet inom FV och FF/UH.  
Tidskriften TIFF (1968-2002)  
Det bevingade verket (1986)



## UNDERHÅLL AV FLYGMATERIEL



Med föreliggande skrift vill flygförvaltningens underhållsavdelning redovisa de ökade svårigheter som underhållet av de nya vapensystemen erbjuder. Det är vår förhoppning att de informationer som lämnas här skall väcka förståelse, inte bara för svårigheterna utan också för den underhållsmetodik som är nödvändig att tillämpa för att hålla flygmaterielen på en hög operativ nivå.



## Inledning

Ett nutida krig kommer att öppnas blixtnsabbt. I samma ögonblick det bryter ut måste man räkna med flyganfall och försök till luftland-sättning av trupper.

Av den anledningen fäster man hos oss stor vikt vid luftförsvaret i form av jaktflyg, modernt luftvärn och luftförsvartsrobotar.

Eftersom fiendligt flyg kan nå mål hos oss mycket snabbt, kan våra egna styrkor endast räkna med mycket korta förvarningstider. Därför har det också uppstått svåra problem med spaning, sambandstjänst och stridsledning. Dessa problem kan lösas endast med hjälp av avancerad elektronisk utrustning: spaningsradar — radiolänk — data-maskiner — målsökare — styrautomater.

I och med att nya vapensystem tillförs flygvapnet blir drift- och underhållsproblem av vital betydelse för dessa systems funktion. De nya vapensystemen består, till skillnad från den flygmateriel som nu är i tjänst, av sammankopplade materielkedjor. Varje enhet i dessa materielkedjor måste fungera med betydligt högre driftsäkerhet än vad hittills har erfordrats för att vapensystemet i *sin helhet* skall kunna göra avsedd tjänst.

Ett praktiskt exempel åskådliggör vad saken gäller. Låt oss betrakta robotvapensystemet 365.

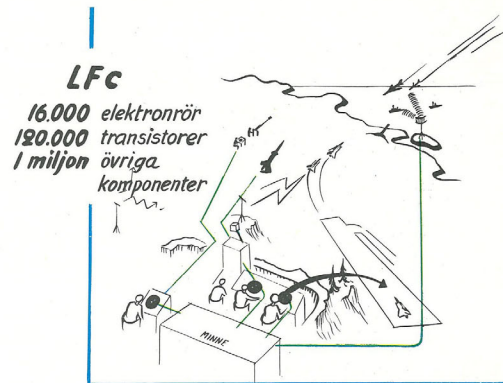
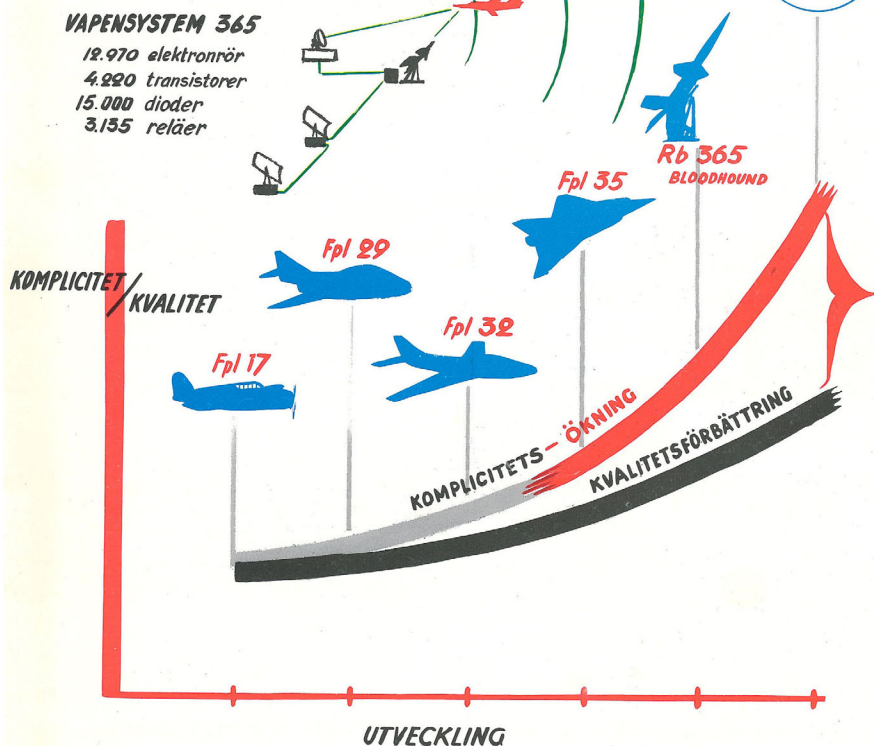
Ett fiendligt flygplan upptäcks av spaningsradarn. Flygplanets avstånd, kurs och fart kan avläsas på radarskärmen. För höjdbestä-mning erfordras en särskild höjdsplaningsradar. Samtliga uppgifter sänds på »nolltid» via länkförbindelser till en luftförsvartscentral, där en datamaskin omvandlar dem till orderimpulser, som i sin tur går vidare till robotförbandet. För att en luftförsvartsrobot skall kunna full-följa sin uppgift — att förstöra det fiendliga planet — fordras ytter-ligare några elektroniska utrustningar såväl i själva roboten som på marken vid förbandet. För att roboten skall nå målet fordras att alla apparatenheter som medverkar i det relaterade förloppet verkligen fungerar i rätta ögonblicket.

Om var och en av de större enheterna — spaningsradar, radiolänk etc — har den i och för sig höga driftsäkerheten 85 %, så ger en be-räkning vid handen, att hela systemet i vårt exempel har en drift-säkerhet av endast 10 %.

Om man å andra sidan önskar att hela systemet skall ha 80 % driftsäkerhet måste man kräva att de olika delarna har 99 % drift-säkerhet.

Modern luftförsvarsutrustning är ytterst komplicerad och har där-för ganska begränsad tillförlitlighet. Man måste därför på längre sikt sträva efter bättre konstruktioner samtidigt som man upprätthåller en välplanerad underhållsorganisation.

# Utveckling



**Varning!**  
DRIFTSÄKERHETS-  
UNDERSKOTT

**DRIFTSÄKERHETS-  
UNDERSKOTTET  
måste  
KOMPENSERAS**

## Utveckling

De uppgifter som de moderna vapensystemen och utrustningarna har att lösa har självfallet medfört att apparaturen blivit mycket komplicerad.

Hos oss — liksom i andra länder — har man tydligt kunnat märka att de invecklade konstruktionerna inte har den driftsäkerhet som behövs för att de operativa kraven skall fyllas. Det har uppstått ett underskott i driftsäkerheten. Utvecklingen har gått hastigt och det är först på senare tid man inom alla instanser har fått upp ögonen för detta underskott.

När flygplan 17 kom i tjänst, alltså för 20 år sedan, kanske materielen inte var mera invecklad än att allt gick ganska bra. Men redan med flygplan 29 märktes ett visst underskott i driftsäkerheten. Detta kunde dock småningom kompenseras genom modifieringar av mate-

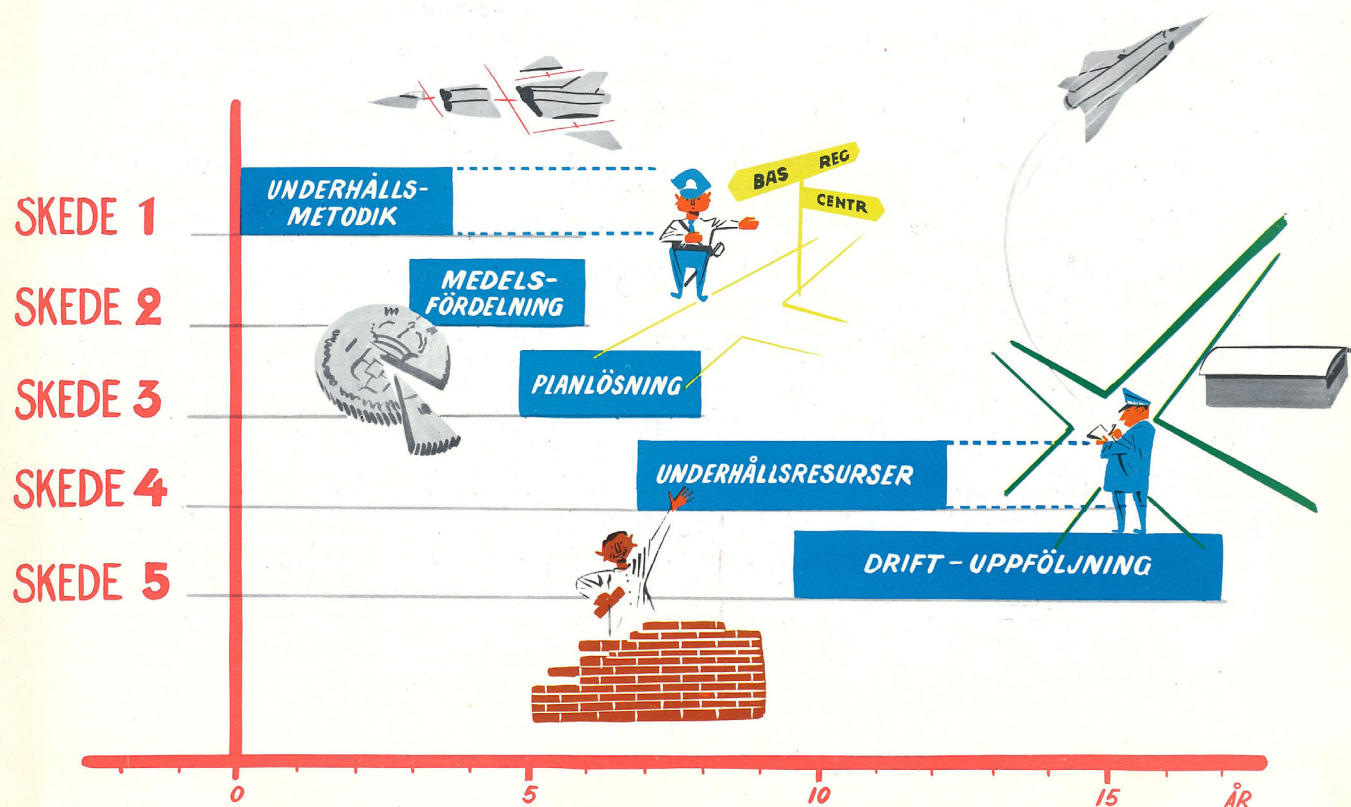
rielen och inte minst genom förbättrad underhållsmetodik. Med flygplan 32 har underskottet blivit än tydligare och när flygplan 35 sätts i tjänst kommer det att bli verkligt kännbart. Med robotvapensystemet 365 — Bloodhound — accentueras det ytterligare.

Om vi nu på allt sätt söker höja den tekniska nivån, vågar vi ändå inte räkna med att detta underskott helt försvinner. Man kan ju inte hålla på att förbättra en konstruktion i det oändliga; förr eller senare måste man »frysa» projektet, d v s stanna inför en godtagbar lösning. Tid och pengar blir till slut de avgörande faktorerna.

För att slagkraften hos ett vapensystem skall kunna hållas på acceptabel nivå måste emellertid underskottet i driftsäkerheten på något sätt balanseras. Och det gör man med hjälp av ett väl genomtänkt underhåll av materielen.

I det följande skall underhållstjänstens olika moment från driftplanläggning till driftuppföljning beskrivas. Vi kommer att visa hur en underhållsorganisation redan på ett tidigt stadium måste ingripa för att krigsmaterielen skall fungera när den kommer i tjänst.

# DRIFTPLANLÄGGNING TIDSPLAN



## Driftplanläggning

Underhållsverksamheten kan delas upp i fem skeden:

- Underhållsmetodik
- Medelsfördelning
- Planlösning
- Studium av underhållsresurser
- Drift och driftuppföljning

De olika skedena fördela sig i tiden ungefär som bilden visar.

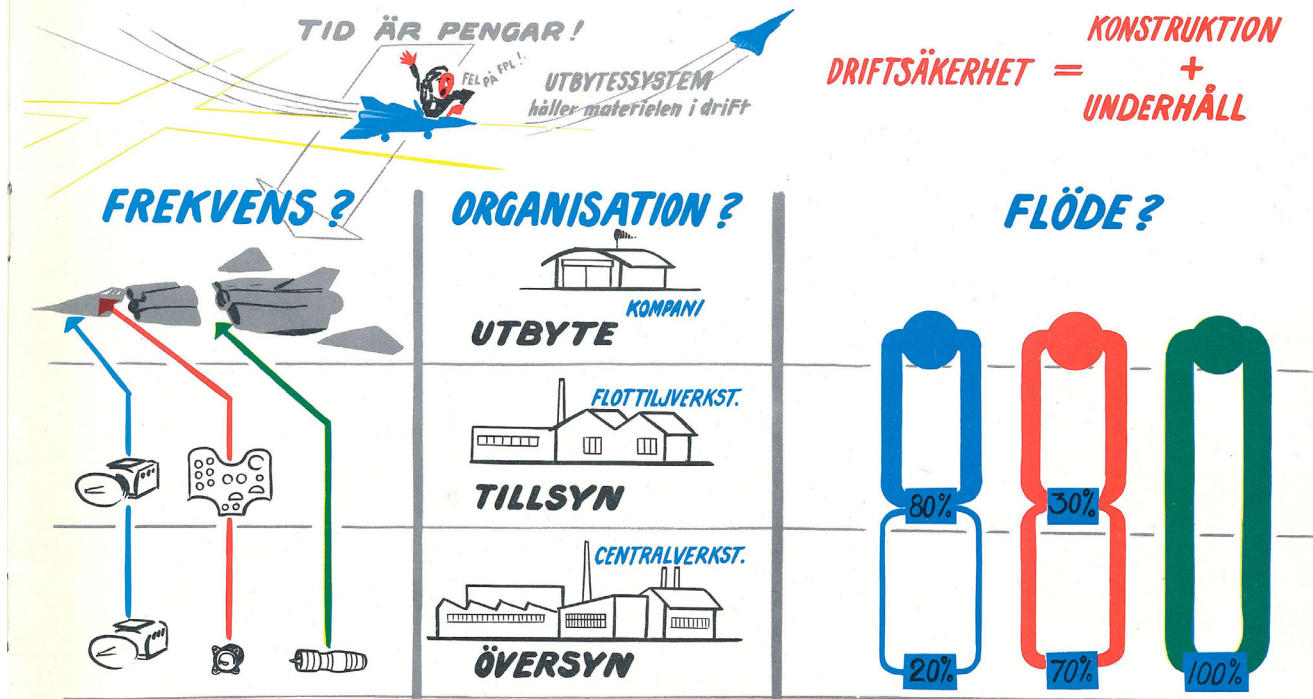
- SKEDE 1** På ett mycket tidigt stadium måste man bestämma huvudtypen av underhållstjänsten för det aktuella objektet.
- SKEDE 2** Med ledning av bl a underhållsmetodiken klargörs den ekonomiska situationen och fördelas anvisade medel. Det är senare mycket svårt att rucka på denna medelsfördelning. Endast mindre justeringar kan komma ifråga.
- SKEDE 3** Nu gäller det att bestämma hur arbetet skall fördelas på de olika underhållsorganen, om det skall skötas på förband eller på centrala verkstäder. Dessutom skall man nu bestämma *när* underhållsarbetet

måste utföras, *hur ofta* en viss materielenhet måste ha tillsyn och översyn. Slutligen skall man i stora drag också bestämma arbetsmetoder för underhållstjänsten.

- SKEDE 4** När planlösningen är gjord måste man inventera tillgängliga underhållsresurser och besluta om nya verkstäder skall byggas. Andra problem som måste lösas här är anskaffning av verktyg, utbytesenheter och reservdelar samt anställning av personal. I första hand gäller det naturligtvis att utnyttja redan befintliga resurser.

- SKEDE 5** När den färdiga materielen kommer i tjänst måste den övervakas. Data om beredskapsläge, flygtidsuttag, drifttider och materielfel etc samlas in kontinuerligt för att underkastas en kritisk analys. Man får därigenom en uppfattning om bristfälligheter hos materielen och gör erfarenheter som kan läggas till grund för nödvändiga modifieringar. Det är också synnerligen värdefullt att kunna »återkoppla» sådana erfarenheter till framtida projekt, där man kan tillämpa dem från konstruktionsstadiet över driftplanläggningen till den verkliga driften.

Vart och ett av dessa skeden är lika betydelsefullt. De kan inte åtskiljas, ett eller flera kan inte uteslutas. Driftplanläggningen är sålunda ett sammanhängande helt, och syftet med den är att göra underhållsorganisationen beredd att sörja för att flygmaterielen kan utnyttjas effektivt.



**MATERIELEN MÅSTE KONSTRUERAS FÖR RÄTT UNDERHÅLLSMETODIK**

## Underhållsmetodik

När underhållsmetodiken skall utarbetas har man ännu inga erfarenheter av hur materielen praktiskt fungerar. Erfarenheter från äldre materiel av liknande slag och uppgifter om komponenternas tillförlitlighet sammanställs till en arbetshypotes.

Grunden för rationell drift är emellertid att ett fel i ett flygplan eller en robot snarast skall kunna avhjälpas genom att den defekta delen byts ut. Den borttagna delen (enheten) ses givetvis över, repareras eller kasseras.

Driftavbrotten blir på så sätt korta. Men för att kunna beräkna omfattningen av ett »utbytessystem» måste man med god noggrannhet kunna uppskatta felfrekvensen hos de olika enheterna och i viss utsträckning förutse de olika felens natur.

När man gör upp ett utbytessystem måste man — utöver beräknad felfrekvens — också ta hänsyn till utbytesenheternas kostnad, hanterbarhet, åtkomlighet och placering i förhållande till omgivande utrustningar.

För att sedermera kunna fullfölja »utbytessystemets» idé är det viktigt att man med konstruktören diskuterar materielens uppbyggnad.

Ur underhållssynpunkt är det också väsentligt att den större materielheten lätt kan tas isär i vissa bestämda delar. Dessa delar bör i sin tur vara uppbyggda av underenheter. Det är sålunda i första hand frågor om delarnas hanterbarhet och åtkomlighet för underhållsarbete som måste diskuteras.

De här anförda synpunkterna måste naturligtvis vägas mot frågor om materielens faktiska funktion och om anpassningen till industriell tillverkning.

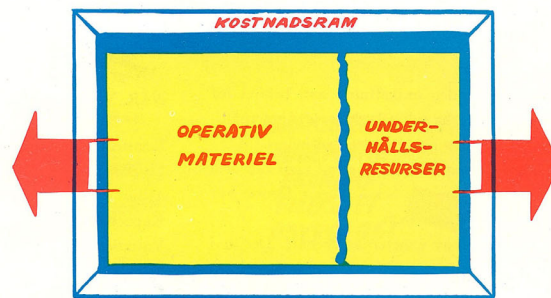
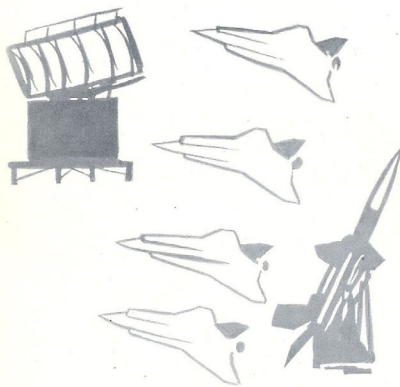
Med hänsyn till den mängd olikartade materiel som underhållsorganisationen skall hålla i driftdugligt skick, är det nödvändigt att de som skall svara för underhållstjänsten också får ett ord med i laget vid projekteringen.

Man måste sålunda skapa sig en bild av hur t ex en viss flygplans-typ skall byggas upp, av vilka underenheter den skall bestå. Vidare måste man kunna föreställa sig hur dessa enheter går att hantera och deras utfallsfrekvens d v s det förutsedda behovet av tillsyn, reparation etc.

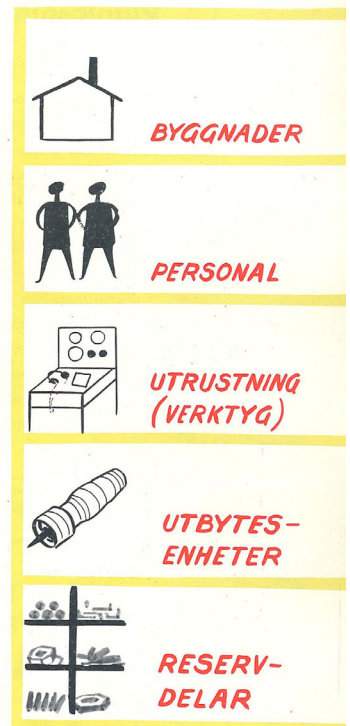
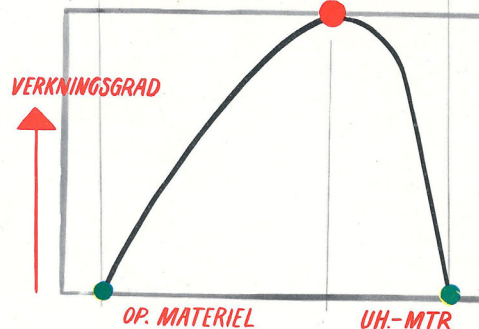
Denna förhandsbild av t ex flygplanets uppbyggnad i olika delar bör korrigeras med hänsyn till underhållsmetodiken.

De förberedande studierna ger tillsammans med uppgifter om utbytesenheternas kostnad och kostnaderna för provningsutrustningar, specialverktyg m m, en första uppfattning om hur ett lämpligt materielflöde genom underhållsorganen skall dirigeras.

## ANSLAG



OPTIMAL AVVÄGNING GER  
MAXIMAL VERKNINGSGRAD



### Målsättning:

ATT INOM FV  
KOSTNADSRAM  
FÅ MAXIMAL  
VERKNINGSGRAD  
FÖR MATERIELEN

## Medelsfördelning

När man utarbetar en underhållsmetodik har man som mål att söka uppnå maximal verkningsgrad för insatta medel.

Man vill med andra ord ha största möjliga utdelning på pengar och arbetskraft.

Det krav man har att tillgodose är att med anvisade medel dels vidmakthålla hög stridsberedskap, dels bedriva utbildning i rutinmässig flygverksamhet.

De beviljade anslagen kan — något förenklat — sägas fördelas på två poster.

Den ena posten skall användas för inköp av operativ materiel och den andra för anskaffning av sådant som är nödvändigt för drift och

underhåll av denna operativa materiel. Det gäller här att göra en riktig avvägning.

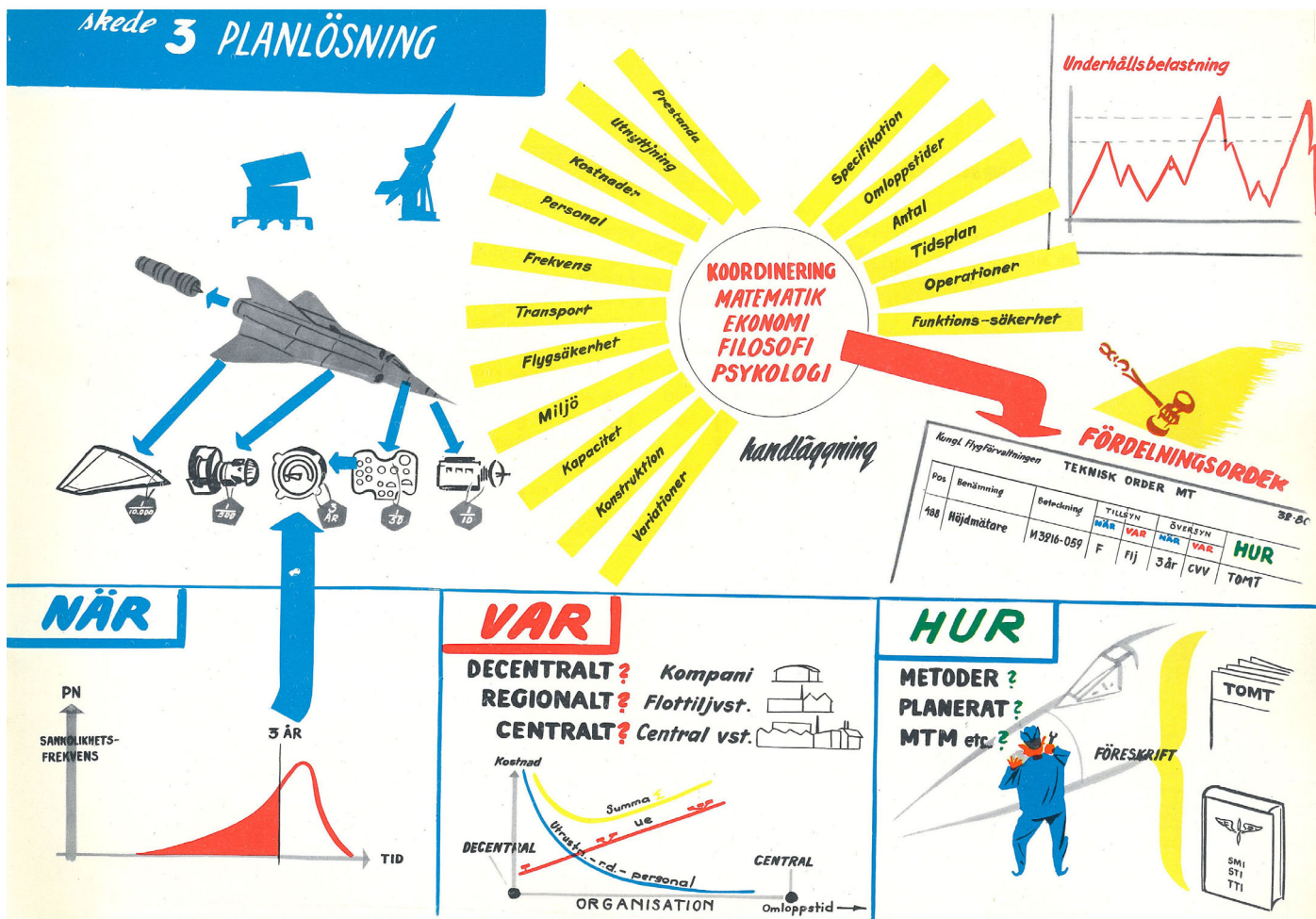
Låt oss demonstrera två extrema fall.

Om *hela* anslaget används för inköp av operativ materiel, kommer denna materiel mycket snart, redan *efter några timmar* att bli funktionsoduglig. Verkningsgraden blir noll.

Om åter *hela* anslaget används till underhåll av den operativa materielen blir denna mycket snart omodern. Förslitningen gör att *hela* underhållsanslaget går åt till att lappa gammalt. Stridsberedskapen sjunker. Också här blir verkningsgraden noll.

Mellan dessa två punkter på kurvan måste det finnas en topp, som det gäller att hitta. Underhållsavdelningen måste på ett tidigt stadium, skede 2, noggrant studera de parametrar som bestämmer topens läge. Man får då fram den rätta avvägningen mellan anskaffning av operativ materiel och underhåll.

# Skede 3 PLANLÖSNING



## Planlösning

Det gäller att i god tid förbereda den anskaffning som behövs för underhållet. Därför måste man ganska tidigt besluta *när* underhållsarbetet skall göras, *var* det skall göras och *hur* det skall göras.

Den nya materielen har nu kommit fram så långt att man kan dela upp den i underhållsenheter. Man kan nu också säkrare förutse hur enheterna kommer att förhålla sig under drift.

*När* underhåll erfordras bestäms av enheternas egenart. Det är i första hand felfrekvens och miljö som är avgörande härvidlag.

*Var* underhållet skall göras beror på alla de faktorer som påverkar frågan om centraliserat eller decentraliserat underhåll. I den ekonomiska avvägningen ställs kostnader för utbytesenheter mot kostnader för personal, utrustning, reservdelar etc. Ett exempel: För en fast radarstation, som det endast finns ett begränsat antal av i landet, bör tyngdpunkten i underhållet förläggas i direkt anslutning till uppställningsplatsen.

*Hur* underhållet skall utföras är en fråga om planering i stort. Hänsyn måste dock tas till hela skalan av detaljer, ända ner till enkla handgrepp.

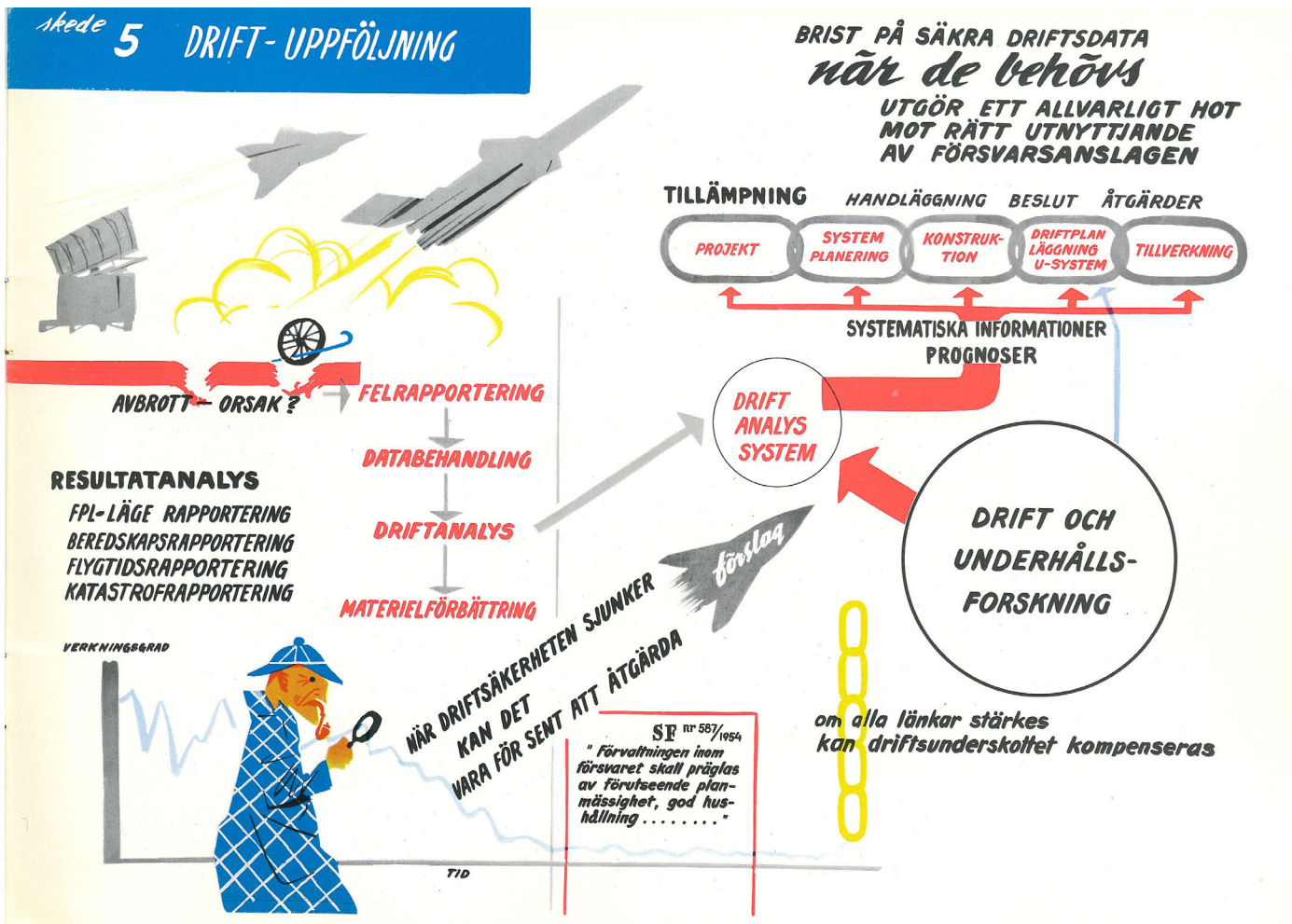
Några av de faktorer, som man måste ta hänsyn till vid beslut om NÄR, VAR och HUR, bör nämnas.

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| Konstruktion      | Antal           |
| Flygsäkerhet      | Omloppstider    |
| Miljö             | Specifikationer |
| Kapacitet         | Kompetens       |
| Variationer       | Prestanda       |
| Funktionssäkerhet | Utnyttjande     |
| Operationer       | Kostnader       |
| Tidsplan          | Personal        |
| Frekvens          | Transporter     |

Ett av de mera svårlösta problemen i samband med planlösningen är frågan om hur topparna i underhållsbelastningen skall kunna kapas eller en utjämning åstadkommas.







## Drift – Driftuppföljning

När materielen tas i bruk kan ända till 9 år ha förflutit sedan projektarbetet började. Samtidigt som man inom vissa organ direkt arbetat med utveckling, konstruktion och tillverkning, har man på annat håll ägnat sig åt förberedelsearbetet för drift och underhåll. Av stor betydelse för slagkraften i de nya vapensystemen är det sätt varpå konstruktions- och underhållsteknik samordnats i varje etapp då materielen tillverkades. Hur framgångsrikt ett sådant samarbete än har varit kan ingen materiel fungera utan avbrott. Förr eller senare kommer en käpp i hjulet — i form av materielfel eller otillräckliga underhållsresurser. Den viktigaste åtgärden blir då att leta sig fram till felkällan och söka förebygga en upprepning.

Men den tiden är definitivt förbi då drift- och underhållsplanering kan anstå till den dag då materielen skall användas. Felen skall med andra ord såvitt möjligt klaras av när de är teoretiska och inte när de blir aktuella.

»Förvaltningen inom försvaret skall präglas av förutseende planmässighet, god hushållning.» För att dessa ord skall få avsedd innebörd även i fortsättningen, måste alla länkar stärkas i den arbetskedja som flygmaterieltjänsten utgör. Genom obligatorisk rapportering av materielfel får vi successivt en materielförbättring. Denna tendens kan öka, om vi nu — det är hög tid — samlar och analyserar våra erfarenheter av materiel i drift. Det gäller sedan att tillämpa dem vid varje etapp under tillverkningen av ny flygmateriel, från projekt till färdig produkt.

Genom ett driftanalyssystem med systematiska informationer och prognoser till projekt, systemplanering, konstruktion, driftplanläggning och tillverkning har ett stort steg tagits för att kompensera det växande underskottet i driftsäkerheten.

En förståelse för drift- och underhållsproblemen hos alla berörda, militära organ och civila industrier, kommer att få en avgörande betydelse för flygmaterielens effektivitet.

En rätt avvägd drift- och underhållsplanering är ett livsvillkor för ett effektivt flygvapen.

# DIDAS Mark

Didas Mark är ett informationssystem för materieluppföljning av flygvapnets marktelemateriel, ADB-delen färdigställdes under juni månad 1979 och en hel del av den berörda materielen är nu under uppföljning. Projektledaren Rolf Hjarter, F:U, presenterar här det nya informationssystemet.

Grundsynen på det nya Didas för FV marktelemateriel redovisades i TIFF redan 1974. Det skulle dock dröja ända till mitten av 1979 innan systemet stod färdigt. Det kan därför vara på sin plats att nu redovisa resultatet och göra en jämförelse med tankarna från 1974.

Från början föreföll det självklart att andra generationens Didas skulle bli ett gemensamt system för såväl flyg- som markmaterielen. Det blev dock inte så. Även på armé- och marinsidan fanns nämligen långt framskridna planer på förbättring av de egna uppföljningssystemen. Man beslöt sig därför inom FMV för ett samarbete på den resurskrävande ADB-delen mellan Didas Mark för flygvapnets marktelemateriel och motsvarande

system för armén (AMUS) och marinen (MARIS). Detta för att spara pengar.

För den flygburna materielen med sin kringutrustning hade dock utvecklingen kommit så långt att arbetet fick fortsätta separat. Vi fick härigenom två helt skilda informationssystem inom flygvapnet, Didas Flyg och Didas Mark. Här är inte platsen att diskutera hur klokt beslutet var. Jag vill bara nämna några följeffekter för Didas Mark. På plussidan kan noteras att vi slapp drabbas av misslyckandet med SAAB D23. Däremot fick vi i motsats till Didas Flyg inte tillgång till dataterminalkommunikation vilket är speciellt kännbart på utdatasidan. Vidare har det tagit lång tid att utveckla systemet.

Innehållet och principerna i grundsynen från 1974 har i allt väsentligt genomförts i Didas Mark. Vi har således vid utformningen av systemet tagit hänsyn till den speciella markelestrukturen och intressenternas utdatabehov samt sökt beakta önskemålet att belasta rapportörerna så lite som möjligt. Detta har resulterat i att Didas Mark innehåller komponenter för såväl uppföljning av enskilda bruksenheter, *bruksenhetsuppföljning*, som tekniska funktioner, *funktionsuppföljning*.

## Bruksenhetsuppföljning

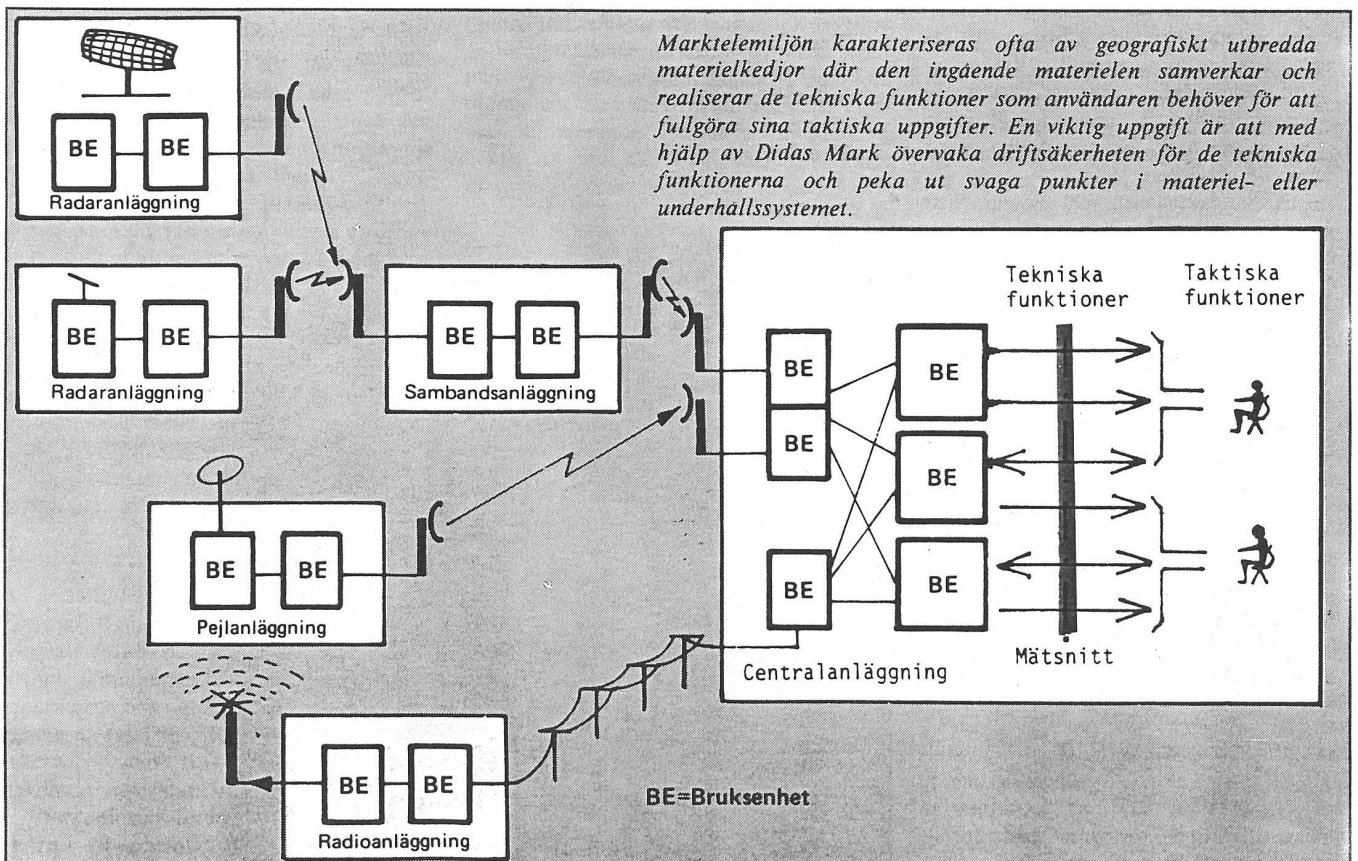
Gamla Didas var i huvudsak en bruksenhetsinriktad uppföljning. Så gott som alla bruksenheter följdes upp kontinuerligt. Skillnaden mot Didas Mark är i princip inte så stor på bruksenhetsuppföljningen men avvikelserna är väsentligt större i tillämpningen. Vi kommer nämligen att kraftigt begränsa uppföljningen till ett mindre antal bruksenheter åt gången och dessutom tidsbegränsa varje uppföljning till i normalfallet ett till två år. Omfattningen får styras av behov och resurser.

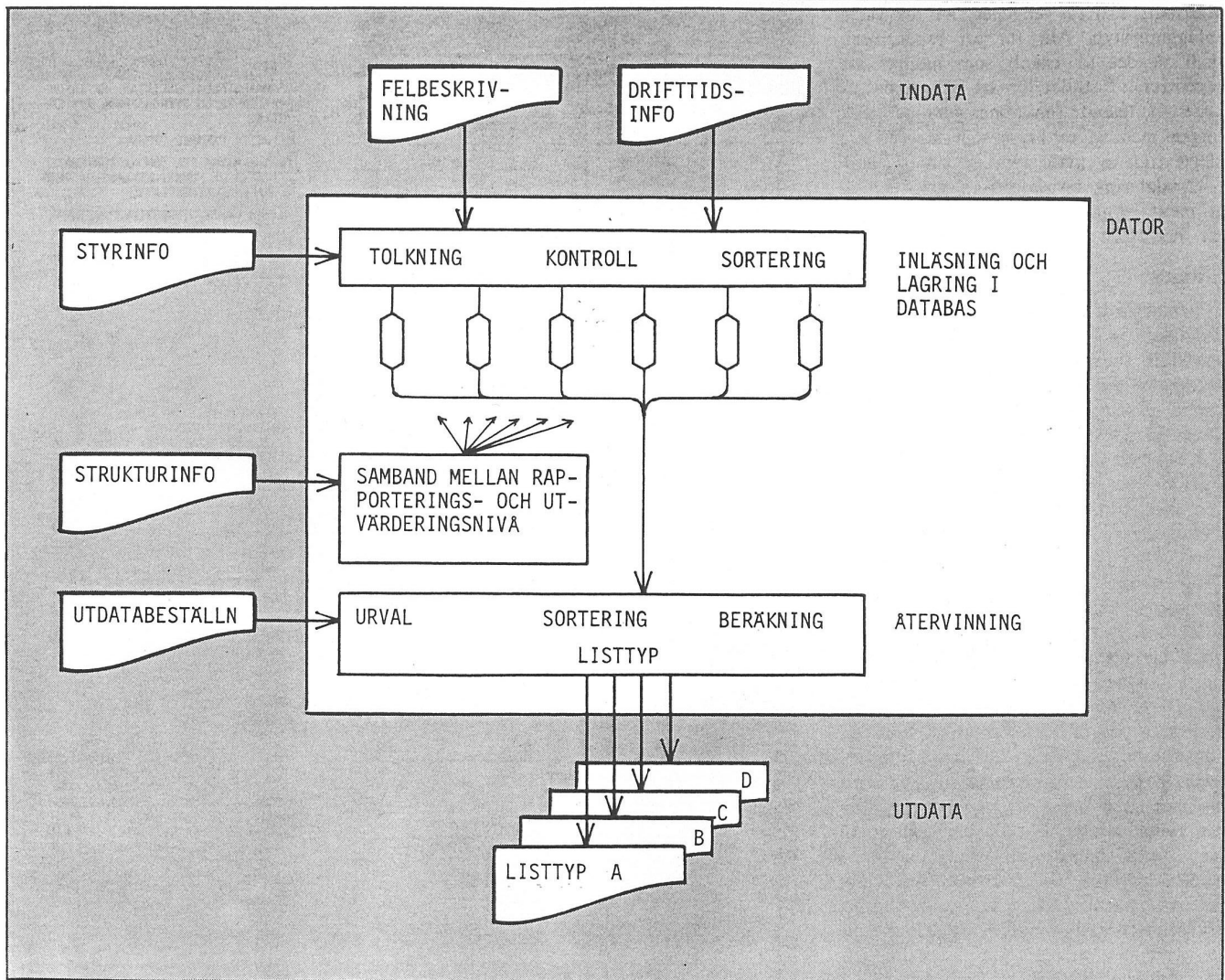
Indatablanketten har gjorts så enkel som möjligt att fylla i. Några rapporteringskoder förekommer inte i den gamla bemärkelsen och i stället för att läsa av en drifttidmätare rapporteras vanligen drifttiden som en uppskattad tid med en särskild blankett.

## Funktionsuppföljning

Marktelematerielen uppvisar en speciell struktur. Låt oss t ex titta på Stril-systemet. Här sker datainsamling, bearbetning och presentation med hjälp av flera bruksenheter på en eller flera anläggningar.

Bruksenheter inom en anläggning sammanbinds ofta med enheter på andra





anläggningar med hjälp av sambandsmateriel och bildar geografiskt utbredda materielkedjor. Se bilden över marktelemiljön. För att producera de tekniska funktioner som användaren behöver för att fullgöra sin taktiska uppgift krävs att alla berörda materielenheter fungerar samtidigt.

För användaren/taktikern är det ofta ointressant med hög funktionssäkerhet för en enstaka bruksenhet. Han är mer intresserad av att hela systemet fungerar, att han får den tekniska funktion som han behöver.

Funktionsuppföljningen i Didas Mark gör det möjligt att på ett enkelt sätt följa upp de tekniska funktionerna i detta komplexa materielmönster. Genom att lägga mätsnittet vid användaren, som framgår av bilden till vänster behöver man inte heller i detalj kartlägga den mängd materiel som realiserar funktionerna.

Funktionsuppföljningen redovisar också en värdefull utpekning av den materiel som orsakar\* felen i materielkedjorna. Även anpassningsfel i gränssytor, programvarufel, handhavandefel eller andra yttre fel som påverkar funktionerna kan på detta sätt bli uppmärksammade.

Funktionsuppföljningen är tänkt att ske kontinuerligt från stril- och fylcentraler och understationer i luftoperativa nätet.

Indatablanketten för felrapportering har

### Principbild ADB-system

Genom indata tillförs datorn primär information om den materiel och de funktioner som skall följas upp. För att kunna tolka indatadokumentet samt kontrollera och sortera informationen måste man ge datorn viss "utbildning" om den aktuella materielen och blanketterna. Det sker genom att tillföra styrinformation.

Genom utdatabeställning talar man sedan om vilken utdata man är intresserad av samt vilka beräkningar m m som skall göras och hur presentationen skall ske. Med hjälp av strukturinformation kan man erhålla utdata på högre systemnivå än inmatad rapporteringsnivå, se under avsnitt utdata.

Bilden visar Sten Flodkvist och Yvonne Nordarp vid F:UTM som svarar för Didas Mark administration m m. Till sin hjälp har de kontaktmännen vid Telub Börje Knutsson, CVA Göran Nilsson och CVÖ Anders Nordling.



utformats i flera versioner, en för varje anläggningstyp. Allt för att rapportören skall få det så enkelt som möjligt att rapportera. I stället för att hålla reda på koder för felande funktioner görs identifieringen med några kryss som skrivs i ett klartextfält av matristyp.

Uppdatering av databasen görs genom att indatablanketten veckovis sänds per post till försvarets datacentral, FDC.

## Utdata

Genom att lagra indata, om fel och drifttider i datorn, samlas en mängd värdefull information på hög. För att nyttiggöra sig av informationen måste den kunna plockas ut igen och presenteras. Detta kallas återvinning.

I enklaste form kan återvinningen bestå i att datorn skriver ut på en lista exakt den information som man en gång läst in. Det skulle dock vara som att gå över ån efter vatten om man nöjde sig härmed. Givetvis finns en mångfacetterad urvals- och sorteringsmöjlighet med i bilden.

Härutöver kan erhållas olika slag av driftsäkerhetsberäkningar och även simuleringsmöjligheter.

I Didas Mark finns även inbyggt en möjlighet att få sammansatt utdata på högre systemnivå än den nivå som rapporteringen skett på. En förutsättning är dock att man först förser datorn med uppgifter om aktuell materiel- eller funktionsstruktur. Detta innebär att man kan göra beräkningar på driftsäkerhetsvärdet för taktiska system. Vidare kan man med en bruksenhetsinriktad materieluppföljning på ett större men väl avgränsat materielobjekt, t ex strilradaranl 860, ta fram driftsäkerhetsvärden för realiserade tekniska funktioner inom objektet.

Utdata kan erhållas periodiskt, t ex kvartalsvis, eller vid behov med hjälp av en frågerutin. Som nämnts tidigare finns f n ingen möjlighet att utnyttja dataterminaler. Utdata presenteras därför på vanliga datalistor.

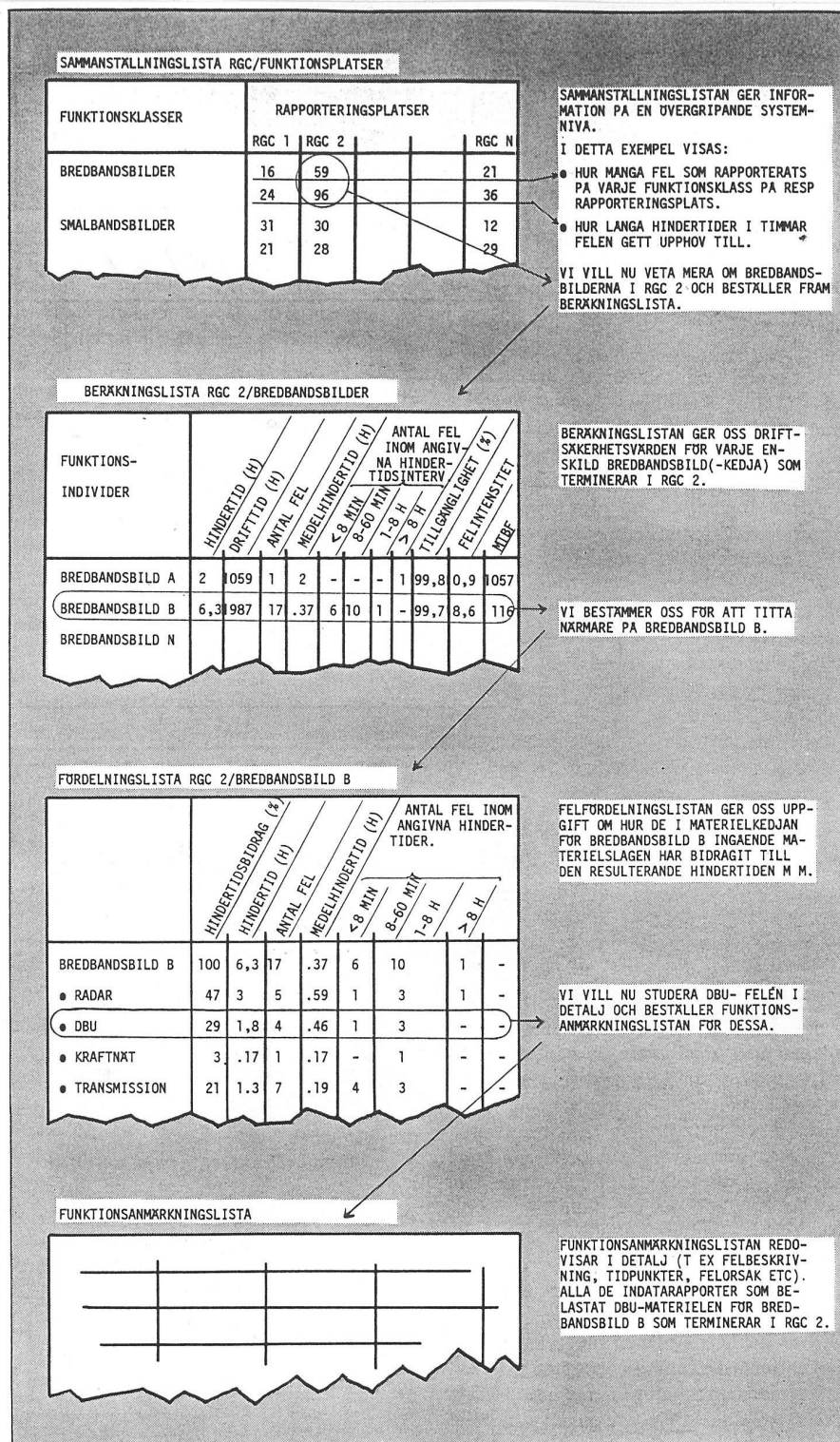
Det finns ett antal olika typer av utdatalistor som är bestämda till formen. Flera av dessa är dock flexibla på så sätt att man vid beställning av utdata kan välja vilken information man vill ha behandlad samt hur denna information skall presenteras.

De olika utdatalistorna är konstruerade med tanke på att man skall ha möjlighet att söka sig ned i informationsmängden från en hög överskådlig nivå till aktuell lägsta detaljnivå. Exempel på sådan sökning framgår av separat bild.

## Organisation och administrativa rutiner

F:U ansvarar för administration och vidareutveckling av Didas Mark. Vid F:UTM och berörda huvudverkstäder har därför avsatts vissa speciella resurser.

Arbetet med Didas Mark inriktas f n, utöver löpande driftärenden, framförallt mot utbildning samt igångsättning av den viktiga utvärderingsverksamheten.



Bilden visar exempel på informationsökning i Didas Mark. Exemplet är hämtat från funktionsuppföljning för Stril och värdena är fingerade. I exemplet visas hur man kan söka sig fram i informationsmängden från övergripande systemnivå (överst) till detaljnivå (längst ned).

Det preventiva underhåll som förekommer på marktelemateriel planläggs och sätts in i huvudsak med inriktning på bruksenheter. Likaså är nuvarande materieluppföljning koncentrerad till bruksenheter eller till delar av dessa. En underhållsuppläggning med denna inriktning förefaller enkel och det som är enkelt brukar ju även vara bra. Är det så även här?

Svaret torde bli ja vad gäller sådana bruksenheter som verkligen är bruksenheter i definitionens stränga bemärkelse, nämligen att vara "självständigt arbetande enheter". Exempel på sådana bruksenheter är t ex en pennformerare, en svarv eller en bil. Samtliga dessa bruksenheter kan tillsammans med brukaren (operatören) självständigt utföra vissa, låt oss kalla det operativa funktioner. Om man bortser från telefon-

## FUNKTIONS- INRIKTAT MARKTELEUNDERHÅLL

materielen så var före tillkomsten av stril 60 huvudparten av marktelematerielen bruksenheter i denna bemärkelse. Så fungerade t ex radio- och radarstationer med sina operatörer som självständigt arbetande enheter.

MARKTELEMATERIELEN i stort har fr o m stril 60 genom data- och datatransmissionsteknikens utveckling fått ändrad sammansättning. Insamling, bearbetning och presentation av information sker ofta på var för sig geografiskt skilda platser (anläggningar). Bruksenheter inom en anläggning sammanbinds med bruksenheter inom andra anläggningar med hjälp av olika slag av operativa signalnät i krigsmaktens telekommunikationssystem och bildar på så sätt stora geografiskt utbredda materielkedjor.

En bruksenhet på en anläggning är ofta helt beroende av att en bruksenhet på en annan anläggning fungerar för att en operativ funktion, t ex målföljning, skall erhållas.

För marktelemateriel med denna konfiguration kan en förskjutning av det preventiva underhållet från bruksenheter i riktning mot hela eller kanske oftast mot delar (länkar) av materielkedjor vara fördelaktigt ur flera synpunkter. Genom att materielkedjorna svarar mot operativa funktioner har ett underhåll med denna inriktning ofta blivit kallat ett "funktionsinriktat underhåll".

### Nya begrepp

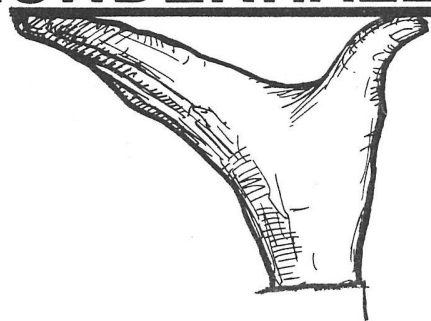
Huruvida benämningen "funktionsinriktat underhåll" är lämplig ur saklig och språklig synpunkt är föremål för diskussion. Tyvärr är det så att många begrepp som förekommer i detta sammanhang används med olika betydelser. Här skall därför först förklaras några begrepp som återfinns i denna artikel. Man kan först göra en grov indelning av begreppen genom att påstå att en OPERATIV FUNKTION kan åstadkommas med hjälp av TEKNISKA FUNKTIONSKEDJOR och OPERATÖRER. De tekniska funktionskedjorna kan nedbrytas i TEKNISKA

FUNKTIONSLÄNKAR som i sin tur sammansätts av BRUKSENHETER och APPARATER.

BRUKSENHETER och APPARATER fordrar ingen närmare förklaring, dock får vi tänka oss här att dessa även täcker in kablar och trådförbindelser, dvs materiel som inom telefon- och telegraftekniken brukar benämnas linjemateriel.

TEKNISK FUNKTIONSLÄNK är ett centralt begrepp inom det funktionsinriktade underhållet. En teknisk funktionslänk består av en eller flera samverkande bruksenheter/apparater. Funktionslänken är i första hand ett underhållstekniskt begrepp och dess omfattning bestäms i samband med underhållsplaneringen med hänsyn till bl a följande faktorer:

- Systematisk samfunktion med angränsande tekniska funktionslänkar.
- Geografisk omfattning vid aktuella installationer.
- Ensning av tekniknivå på ingående bruksenheter.



- Mättekniska förutsättningar i gränssnitten.
- Begränsning av omkopplingar till funktionslänkens gränssnitt.

TEKNISK FUNKTIONSKEDJA bildas genom sammankoppling av en eller flera funktionslänkar, varvid dessa normalt kopplas i serie. Parallellkopplingar kan även förekomma. Funktionskedjan kännetecknas av att den tillsammans med tillhörande operatörer möjliggör en operativ funktion.

Funktionskedjans och den operativa funktionens främsta betydelse vid funktionsinriktat underhåll är att de utgör en ensningspunkt för tillgänglighetskrav på den operativa funktionen och mätbara tillgänglighetsprestanda på funktionskedjan. Funktionskedjan utgör rapporteringsenhet vid operativ tillgänglighetsrapportering.

OPERATIVA FUNKTIONER eller om någon så föredrar DELFUNKTIONER kan exemplifieras inom stril med höjdmätning, målföljning, identifiering, jaktstridsledning osv.

### Fördelar med funktionsinriktat underhåll

För marktelemateriel, där bruksenheter samverkar med varandra i tekniska funktionskedjor, kan ett funktionsinriktat underhåll innebära fördelar ur ekonomisk och operativ synpunkt.

Låt oss först titta på ett bruksenhetsinriktat under-

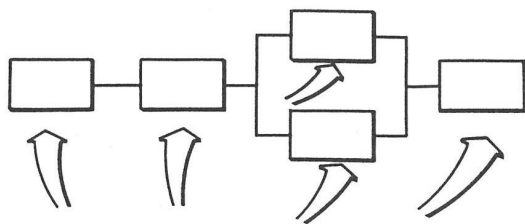


Bild 1.

#### ◆ Funktions... forts

håll. Bild 1 visar ett antal bruksenheter som tillsammans kan utgöra en teknisk funktionslänk eller, beroende på omständigheterna, en teknisk funktionskedja. Preventivt underhåll sätts in på varje bruksenhet i avsikt att kontrollera att enheten fungerar och för att förebygga driftstörningar. Om sådana uppträder sätts avhjälpande åtgärder in. Ett önskemål föreligger att samordna insatserna på de olika bruksenheterna, vilket i praktiken av många skäl lyckas mer eller mindre bra.

Bild 2 illustrerar ett funktionsinriktat underhåll på samma tekniska funktionslänk eller -kedja som i bild 1. Här sätter man in funktions- eller prestandakontroll över hela länken eller kedjan. Om direkta fel eller icke tillåtna avvikelser därvid framkommer görs en fellokalisering till bruksenhet, varefter avhjälpande underhåll sätts in på vanligt sätt.

Fördelar som det funktionsinriktade underhållet under vissa förutsättningar innebär kan sammanfattas sålunda

- Underhållet stör den operativa driften mindre genom större underhållssamordning.
- Lättare att från operativt håll styra tidpunkten för underhåll.
- Lättare att anpassa underhållsinsatsen till operativa tillgänglighetskrav.
- Billigare underhåll genom ett närmande till optimal underhållsinsats.
- Lättare nå fram till ett system för tillgänglighetsuppföljning.
- Ökade förutsättningar för prioritering av speciellt underhållskrävande bruksenheter/apparater vid modifiering och nyanskaffning.

#### Förutsättningar

Varför har man då inte redan infört funktionsinriktat underhåll över lag om man kan få ett bättre underhåll till ett billigare pris? Ja, det beror på att vissa förutsättningar måste vara för handen; förutsättningar som tidigare inte varit giltiga. Här skall nämnas de viktigaste:

- Nuvarande underhåll innefattar onödigt stor arbetsinsats i förhållande till operativa krav.
- En systematisering av underhållet kan ge rationaliseringsvinster.
- En systematisering av underhållet kan genomföras så att förekommande operativa funktioner definieras.
- Fel i en teknisk funktionslänk eller kedja kan upptäckas genom funktions- eller prestandakontroll

och snabbt lokaliserar till bruksenhet/apparat.

- Bruksenheterna har tillräckligt hög driftsäkerhet för att inte det avhjälpande underhållet skall dominera.
- Andelen nödvändiga preventiva insatser (smörjning, kontroll av glapp, rengöring osv) är tillräckligt liten för bruksenheterna.

Först i och med den nya materielens ökade tillförlitlighet och i viss mån genom de förbättringar som införts i tidigare anskaffade bruksenheter börjar för-

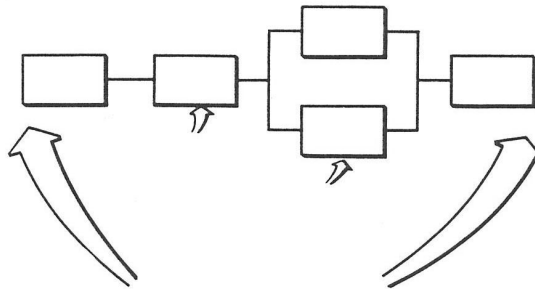


Bild 2. Avbrottsorsaker.

utsättningarna uppfyllas. Tiden verkar lyckligtvis också i rätt riktning genom att materiel som nu utvecklas tenderar att bli allt bättre.

#### Genomförande

I några fall har för stril- och sambandsmateriel drivits fram ett funktionsinriktat underhåll. Beträffande försvarets fasta radiolänknät har arbetet bedrivits så långt att provverksamhet pågår sedan ett halvår tillbaka på vissa flygbasförbindelser. I en särskild artikel i detta nummer av TIFF redogörs närmare för arbetsläget. För STRI- och FYL-radiomaterielen har beredningsverksamhet igångsatts. Provverksamhet förekommer även beträffande viss radiomateriel inom TV3 och TV4 verksamhetsområde.

När det gäller trådtransmissionsnät förekommer funktionsinriktade underhållsmätningar sedan några år tillbaka.

Inom sektor ON3 har nyligen startats provverksamhet beträffande några olika tekniska funktionskedjor inom stril. Försöken bedrivs i sektorledningens regi och har som målsättning att utvärdera om ett funktionsinriktat underhåll för denna materiel ger lägre underhållskostnad och ökad operativ tillgänglighet.

Här skall även nämnas att en särskild systemkontrollenhet, F:ELB5, organiserats i sakbyråregi. Denna bedriver en mätverksamhet som är nära besläktad med de underhållsmätningar som erfordras vid funktionsinriktat underhåll. I tidigare nummer av TIFF har redogjorts för denna verksamhet.

Med hänsyn till dagens krav och förutsättningar avser F:UHD fortsätta att undersöka möjligheterna för en ändrad underhållsuppläggning på övrig materiel, i första hand inom stril och sambandsnäten. Härvid kommer personal från CVA och TELUB att engageras. Vi hoppas även få möjlighet att få utnyttja strilorganisationens personal som har stort kunnande

i hithörande frågor. Likaså bör underlag m m från F:ELB5 system- och utprovningssamhet kunna användas.

#### **Nytt rapportsystem**

En viktig arbetsuppgift blir att ta fram ett rapportsystem med inriktning på tekniska funktionskedjor och -länkar. Vårt driftdatasystem DIDAS är i huvudsak anpassat för bruksenheter och lägre materielnivåer. Dock finns vissa i systemet inbyggda möjligheter som kanske kan användas. Rapportsystemet bör ge möjlighet till fortlöpande statusrapportering på tekniska funktionskedjor åt operativa intressenter och samtidigt ge underlag för tillgänglighetsanalys för verifiering av operativa krav och anpassning av underhållsinsatsen.

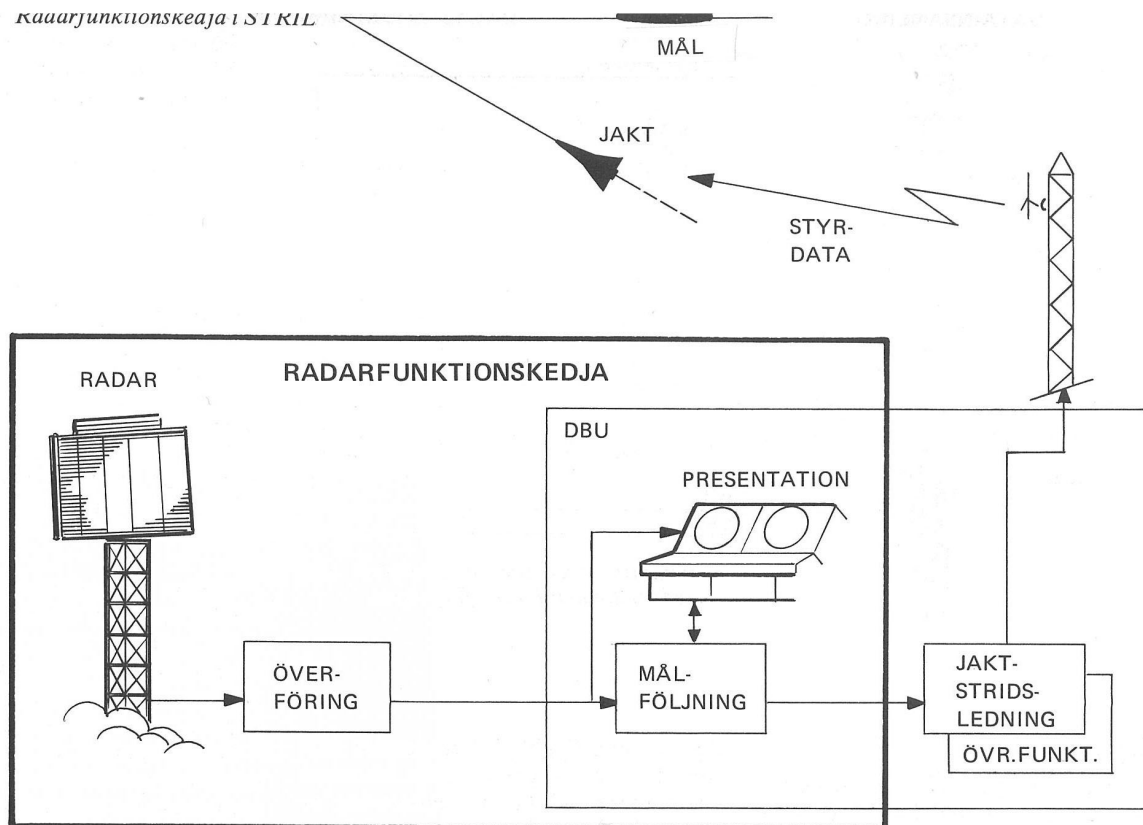
#### **Kostnadsuppföljning**

Eftersom underhållskostnaden är en viktig faktor, inte minst accentuerad i dessa dagar, är det nödvändigt att göra en noggrann uppföljning av denna vid ändringar i underhållsupplägningen. Önskvärt vore att direkt ur det ekonomiska uppföljningssystemet kunna avläsa kostnader för en viss teknisk funktionskedja. Tyvärr är detta inte möjligt att göra i nuvarande system. Trots vissa försök har det inte heller lyckats att åstadkomma detta i det system som införs fr o m nästa budgetår.

Vi tror dock att möjligheterna att räkna fram aktuella kostnader avsevärt förbättras. Det är en förhoppning att när arbetet med funktionsinriktat underhåll fortskridit så, att funktionskedjor och -länkar definierats och planverksamheten medger en full överblick inom hela området det ekonomiska uppföljningssystemet kan modifieras i önskat utförande.

*R Hjärter*





# Underhåll av radarfunktionskedjor prestandakontroll

Syftet med drift och underhåll av materiel ingående i STRIL är att säkerställa att totalfunktionen med ingående delobjekt ger förväntad systemprestanda.

Det är därför väsentligt att underhållet inriktas mot den totala systemfunktionen, t ex för en funktionskedja med radar så att de taktiska kraven på målupptäckt, inmättningsnoggrannhet och målföljningsprestanda uppfylls.

I artikeln redovisar Rolf Hjärter FuhD med vilka metoder FUH har initierat det funktionsinriktade underhållet för radarfunktionskedjor med bland annat genomförande av prestandakontrollflygningar.

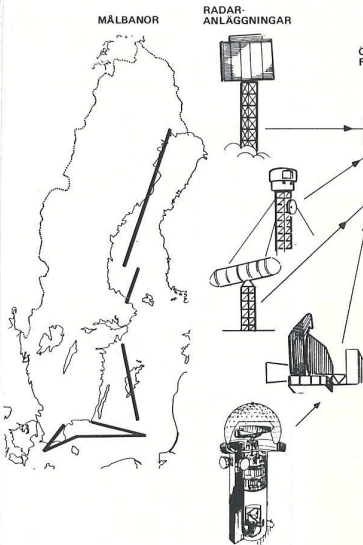
Text: Rolf Hjärter FMV:FuhD



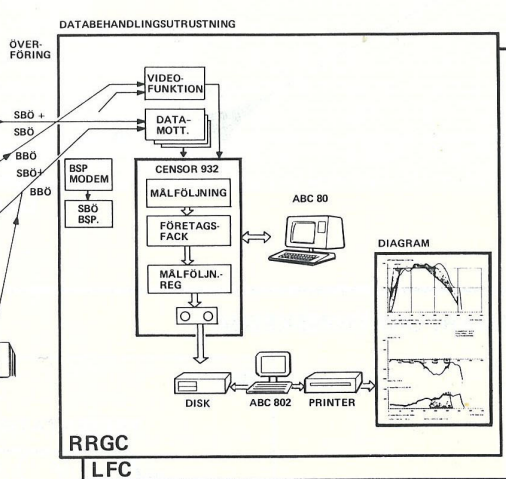
□ Vilka prestandakrav som ställs på en funktionskedja är naturligtvis beroende på vilken operativ tillämpning som funktionskedjan är anskaffad för. En funktionskedja anskaffad för upptäckt och ledning av låghöjdsföretag (t ex funktionskedjor med PS-15 och PS-870) har andra prestandakrav än en funktionskedja för höghöjdsföretag (t ex funktionskedjor med PS-66 och PS-860). Gemensamt för samtliga funktionskedjor inom STRIL är dock att utdata från funktionskedjorna skall användas för jaktstridsledning, orientering, luftvärnsledning etc.

Dimensionerande för prestandakraven är de krav som jaktstridsledningsfunktionen ställer, dvs den prestanda som erfordras för att leda den egna jakten med sådan noggrannhet att jaktflyget med sin egen radar kan överta och genomföra slutfasen av anfallet.

## DATAINSAMLING



## DATABEARBETNING



Systemskiss över prestandakontroll med inlagda målbanor för målflygplanet.

### Prestandamått

Från målföljningen till jaktstridsledningen erhålls bl a läge, kurs, fart samt höjd för mål och jakt.

Det är dock olämpligt att verifiera underhållet mot dessa prestanda varför gränssytan har valts till plottinformation för PPI-presentation och före målföljningsberäkningarna.

De prestandamått som beaktas i det funktionsinriktade underhållet av radarfunktionskedjor är

- Täckning
- Höjdnoggrannhet
- Inmättningsnoggrannhet (plankordinater)

### Prestandakontroll

Målsättningen med prestandakontrollen är att erhålla en automatisk övervakning av att prestandan ligger inom specificerade och krävda gränser. För detta erfordras dock utrustning som alstrar ett väldefinierat måleko (t ex transponder) samt funktion i ledningscentralen som detekterar erhållet måleko.

Denna typ av automatiskt övervakningssystem är tämligen kostsam varför FS tillsammans med FMV beslutat att genomföra regelbundna flygningar för prestandakontroll tills dess att automatiska system kan anskaffas.

Dessa kontrollflygningar påbörjades under försommaren 1984 och skall genomföras i respektive sektorflottils regi en gång per kvartal.

Provningsmetod och underlag för prestandabedömning har erhållits från FMV: MESF systemutprovningens verksamhet. I varje sektor är en mål bana placerad så att täckning erhålls från så många av radarfunktionskedjorna som möjligt. Flygningar genomförs på såväl

låg som hög flyghöjd. I respektive central (Lfc och Rrgc) målföljs företaget vilket utgör indata för registrering av målföljd information.

### Resultatbearbetning

Registrerade data om målflygplanet (bl a plottposition och höjd) statistikbehandlas och jämförs med förväntade prestanda. Denna databearbetning utförs av drift- och underhållspersonalen i Lfc och Rrgc med hjälp av bearbetningsprogram i bordsdatorsystem ABC80.

Bearbetningsprogrammen har utvecklats av FFV Elektronik AB på FuhD uppdrag.

De databearbetningar som utförs och de diagram som erhålls är

- Täckningsdiagram
- Räckvidd
- Ekobortfallsrisk
- Upptäcktssannolikhet

- Inmättningsnoggrannhet
- Bäringskillnad PR-1K
- Standardavvikelse i avståndsled
- Standardavvikelse i bäringsled

- Höjdnoggrannhet
- Medelfel
- Standardavvikelse

### Erfarenheter och fortsatt verksamhet

Prestandakontrollen kan ses som ett komplement till den driftsäkerhetsuppföljning som görs med hjälp av DIDAS Mark.

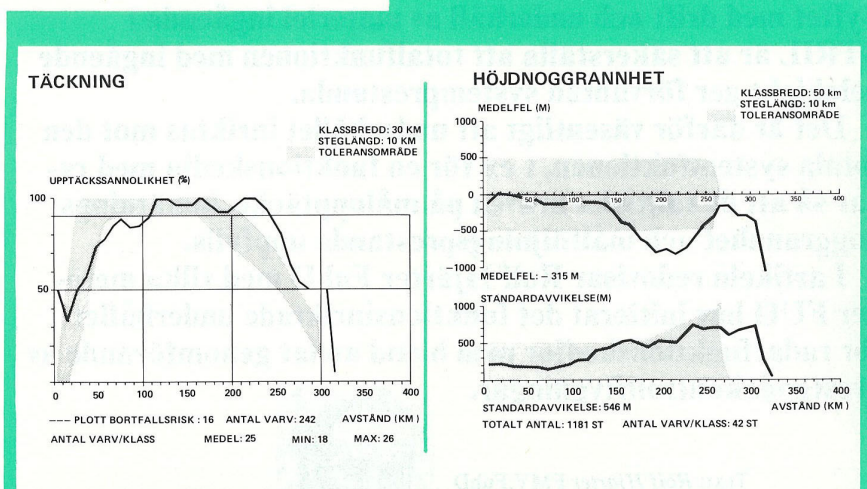
Hittills genomförda prestandakontroller har visat att behovet av funktionsinriktad prestandakontroll är stort, varför verksamheten avses permanentas.

Genom prestandakontrollen har förbandspersonalen erhållit möjlighet att få ett mått på vilken systemprestanda funktionskejderna har och kan därmed i högre grad än tidigare inrikta underhållet mot systemfunktionen.

Detta upplevs av både taktisk och teknisk personal som värdefullt och stimulerande för verksamheten.

Ett problem under provperioden (1984) har varit att samma datorsystem (ABC80) som använts för taktisk verksamhet också utnyttjats för databearbetningen. Detta har orsakat besvärande prioriteringar och längre bearbetningstider. Det bör därför bli bättre när nu ABC802-system, som ej ingår i den taktiska verksamheten, tillförts varje central. Dessutom pågår förbättring av bearbetningsprogrammen för enklare handhavande och utökad bearbetning samt anskaffning av utrustning för inspelning och avspelning av smalbandsinformation.

Fingerade exempel på diagram som erhålls vid databearbetningen.



**Teknisk övervakning är ett vidsträckt begrepp. Här avgränsas området till att avse övervakning för drift och underhåll av marktelesystem inom flygvapnet och gemensamma stabsplatser inom försvaret. I artikeln beskrivs begreppsdefinitionen och bakgrunden till underhållssidans intresse för ämnesområdet. Vidare redovisas kortfattat vilka konkreta nyttor ett utbyggt system förväntas medföra. Artikeln bygger i huvudsak på resultat från de studier som FMV: FUH under senare tid utfört under medverkan av främst FFV och Systecon AB.**

# Teknisk

Text: Stellan Olofsson FMV: FuhD

□ Som fackmyndighet för facket underhåll åligger det FUH att bl a bevaka driftsäkerhetsgenskaper hos de tekniska systemen samt att organisera, planera och leda ett kostnadseffektivt underhåll i fred med iakttagande av att taktiska tillgänglighetskrav och vissa andra militära krav innehålls.

Ett av medlen för att bättre uppnå ett kostnadseffektivt underhåll är teknisk övervakning. Inom teleområdet sker en snabb teknisk utveckling, vilket har givit ett gynnsammare pris-/prestandaförhållande, som innebär att det numera är tekniskt och ekonomiskt rationellt att konsekvent införa fjärrövervakning.

tuella apparaten har AP eller inte. Har den AP väljer systemet en av de sju olika modellerna för beräkning av underhållsutfallet. Modell väljes enligt apparat och åtgärd som angetts på ÅR. Därefter räknas det framtida underhållsutfallet ut enligt den valda modellen och resultatet lagras.

## Sekundsnabbt

Alltsammans sker sekundsnabbt och utan att terminaloperatören behöver ingripa. Skulle den rapporterade materielen *inte* ha AP, läggs i stället en varningstext ut på bildskärmen, som talar om att underhållsutfallet måste räknas ut och matas in i DIDAS FLYG manuellt.

Resultatet av beräkningarna kan bli mycket olika, alltifrån en översyn som nollställer apparaten och innebär att en helt ny underhållscykel börjar, till smärre reparationer eller "felsökning u a" som inte alls påverkar det framtida underhållet.

Som nämnts är även TRAB inblandade i den automatiska predikeringen. Detta beror på att en del kalendertidsmateriel har underhållsintervall som räknas från montering i flygplanet i stället för från underhållsåtgärden. För denna materiel är det därför den TRAB som rapporterar inmonteringen som "sätter igång" AP.

## Bakgrund

Utvecklingen går mot att allt fler anläggningar drivs obemannade och med minskat driftuttag i fred, vilket ger ett ökande antal beredskaps- eller förrädsställda anläggningar. Direkta konsekvenser av detta är:

- Ökade krav på vidmakthållande av funktioner hos anläggningar i drift och korta avbrottsstider vid fel.
- Svårighet att etablera reservfunktioner vid allvarliga störningar eller fel i ordinarie funktionskedjor.
- Allt sämre vetskap om hur beredskaps- och prestationsläget är för den totala "telesystemresursen".

## AP till 88 %

Som redan antytts har AP inte kunnat införas för all DIDAS-uppföljd materiel. I dagsläget (mars 1984) har AP införts för drygt 1 000 materieltyper med ca 120 000 materielindivider. Ca 240 typer och 15 000 individer måste fortfarande planeras manuellt. Detta innebär att AP nu omfattar ca 88 % av materielen med förebyggande underhåll i de DIDAS-uppföljda fpl/hkp-typerna, fpl 37, 60, HKP 3, 4 och 6.

Att AP inte kunnat införas beror i några fall på att materielen har så komplicerade och ovanliga kombinationer av underhållsintervall att det inte lönar sig att ta fram dataprogram för utfallsberäkningen. I de flesta fall är skälet dock antingen att utfallet styrs av någon icke-individuppföljd underenhet (t ex krutpatron eller batteri) eller att olika individer av samma typ har olika intervall beroende på omständigheterna (detta gäller bl a motorer).

## ..... kommer att öka

Denna materiel kommer knappast att få AP i framtiden heller. Visserligen klarar datorer av det mesta numera men någon bra metod för en dator att läsa av tillverkningsdatum på de krutpatroner som monteras i en apparat har inte kommit fram ännu. En viss fortsatt utvidgning av AP kommer dock att ske.

Krav på korta avbrottsstider innebär bl a tillgång till en effektiv och väl anpassad underhållsresurs. Detta fordrar tidsaktuell och säker information från underhållsobjekten om dess prestationsläge och behov av underhåll. Med hänsyn till det stora antal olika typer av objekt är det väsentligt att formen för denna information ensas i största möjliga utsträckning.

Moderna teleobjekt har idag normalt inbyggda funktioner för egentest och felsökning, ofta i samverkan med fjärrstyrning av tekniska/taktiska funktioner. Tyvärr är nästan alltid behandlingen och presentationen av dessa test och felsökningsfunktioner utrustningsindividuella. Denna brist på "standardisering" kommer på sikt att skapa oöverskådlighet vad avser informationen om systemprestanda och underhållsbehov. Detta i sin tur leder till ett ineffektivt och dyrt underhåll. FUH ser det därför

Inom en snar framtid kommer sålunda S 37 kameramateriel att få AP införd.

## Underlättar jobbet

Införandet av AP har inneburit en avsevärd minskning av arbetsbelastningen på DIDAS-terminalerna vid såväl förbanden som de centrala verkstäderna.

Tillförlitligheten i underhållsuppföljningen har också blivit bättre genom att risken för felräkningar försvunnit. Ytterligare en fördel är att förändringar i underhållsdirektiven som tex nya underhållsplaneutgåvor nu slår igenom på all materiel bokstavligen talat över en natt. Det framtida underhållet kommer automatiskt att beräknas enligt de nya bestämmelserna oberoende av om dessa hunnit tränga fram till alla berörda.

## Varning för "SISU"

En felkälla kan dock inte ens det mest avancerade datasystem eliminera. Det är de fel som beror på fel i de inrapporterade uppgifterna som åsyftas. Detta brukar skämtsamt kallas SISU-lagen (skräp in = skräp ut). Jag vill därför passa på tillfället att påpeka betydelsen av att uppgifterna på TRAB och ÅR fylls i så noggrant och korrekt som möjligt.

Fotnot: SISU-begreppet är en översättning av amerikanska GIGO = garbage in = garbage out och syftar inte på finsk SISU. ■

# övervakning

som utomordentligt viktigt att för framtida markteleobjekt kräva enhetlighet i utformning av funktioner för övervakning.

## Vad är teknisk övervakning?

Teknisk övervakning innebär att man med hjälp av ett övervakningssystem övervakar/manövrerar materielens driftläge, fel och prestanda. Detta kan ske från materielens uppställningsplats eller från någon lämplig plats i närheten eller långt därifrån.

## Begrepp

Ett övervakningssystem består av samverkande utrustningar och funktioner för avkänning, insamling, transmission, behandling och presentation av övervakningsinformation inklusive manöver.

ÖV-system kan tekniskt delas in i kategorierna:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Funktionskedja | (FuÖ-system) |
| Interna        | (IÖ-system)  |
| Lokala         | (LÖ-system)  |
| Fjärr          | (FÖ-system)  |

Sambandet mellan de olika kategorierna framgår av bild.

Övervakningsinformationen kan ur användningssynpunkt delas in i:

- Statusinformation (S-info)
- Underhållsinformation (U-info)
- Bevakningsinfo (B-info)
- Fjärrmanöver (F-man)

### S-info

Ger översikt av prestationsförmågan hos övervakade objekt samt anger dess drifttillstånd t ex till, från, beredskap etc. Målgrupp är både teknisk och taktisk personal.

### U-info

Ska ge underlag för att bedriva ett rationellt verkställande underhåll. Informationen är i första hand avsedd för teknisk personal och avser *fellarm* och *materieluppföljning*.

### B-info

Avser information om brand, inbrott och liknande vid anläggning.

### F-man

Ger styrmöjlighet av utrustningar och funktioner för bl a ändring av drifttillstånd, funktionskontroll och prestandamätning. Intressegruppen är primärt teknisk personal.

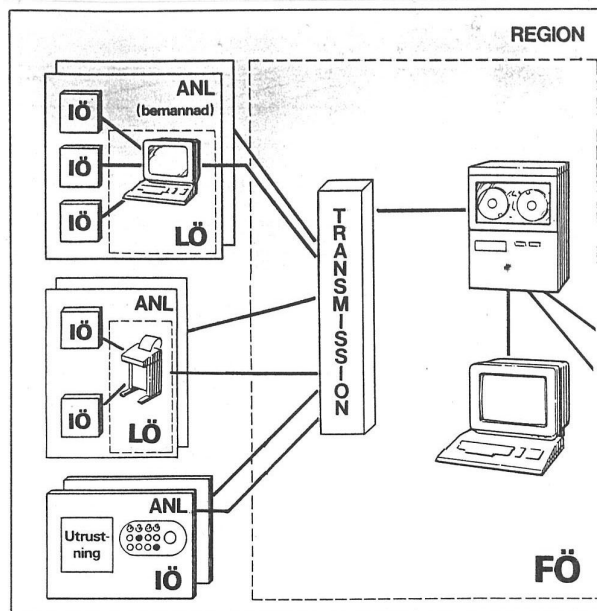
Samband mellan olika kategorier av ÖV-system

IÖ = internt övervakningssystem

LÖ = lokalt övervakningssystem

FÖ = fjärrövervakningssystem

FuÖ = funktionskedjeövervakningssystem



Övervakar en utrustning och dess funktioner. Presentation av ÖV-information sker i direkt anslutning till utrustningen. IÖ utgör normalt en integrerad del av modern teleutrustning.

Övervakar hel anläggning genom insamling av information från ett eller flera IÖ-system. Presentation sker på lämplig plats inom anläggningen.

Övervakar funktionskedjor, tekniska system och anläggningar inom ett större eller mindre geografiskt område. Information erhålls från ett antal FuÖ/IÖ/LÖ-system. Presentation sker normalt vid ett flertal platser, vilka även dessa kan vara geografiskt skilda åt.

Övervakar prestanda hos en funktionskedja. Informationen presenteras centralt och samordnat för samtliga vid respektive central förekommande funktionskedjor. (FuÖ-system illustreras ej i bilden.)

## Vilken nytta har vi av ett ÖV-system?

Av vad som sagt förväntar sig FUH att nå högt ställda mål genom införande av enhetliga övervakningssystem, men på vilket sätt faller nyttorna ut?

### Bättre tillgänglighet

Som exempel kan nämnas en bättre tillgänglighet för tekniska system genom att

- Hindertiden minskar tack vare tidig felupptäckt
- Redundans kan fjärrkopplas, vilket minskar systemhindertiden
- Taktiska personalens behov av tekniska funktioner kan planeras när begränsningarna är kända så att inverkan av driftstörningar minskar
- Förkorta starttiden för beredskapsställd materiel med hjälp av fjärrstart

För system, som står i olika former av beredskap innebär övervakning ett säkrare uppfyllande av krav på funktions sannolikhet. Bild 2 visar samband mel-

lan tid för senaste funktionskontroll t<sub>f</sub> och tidsmedelsvärde på funktions sannolikhet R<sub>F</sub> för ett tekniskt system med MTBF = 1000 h. Detekteringsförmågan hos övervakningsfunktionen har antagits vara 0.9.

Som framgår av bilden fordras relativt korta intervall mellan funktionskontroller om stor funktions sannolikhet önskas. För R<sub>F</sub> = 0.95 måste det t<sub>f</sub> ske en gång per 85 timmar (ca 3.5 dygn).

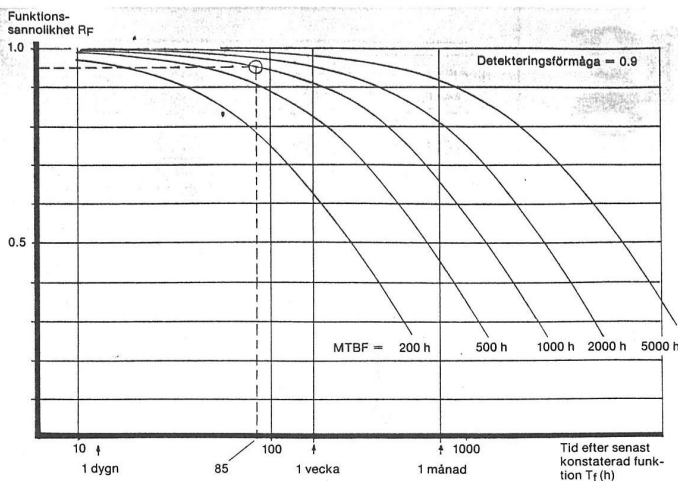
### Effektivare nyttjande av underhållsresurser

Personal, testutrustningar och reservmateriel kan användas rationellt då information om fel i materielen finns *innan* resurserna tas i anspråk.

Eftersom en komplett status- och felbild visas för hela anläggningen kan samordning av reparationsresurserna göras.

Förutsättning finns då att sätta in rätta resurser vid rätt tillfälle på rätt plats.

Även tillstånds-, funktions- och prestandakontroller kan effektiviseras ge-



nom att utföras från en central för ett stort antal anläggningar och funktionskedjor.

Genom information om var felet är underlättas även fellokaliseringen, vilket ger ett bättre nyttjande av underhållsresurser.

#### Bättre arbetsvillkor genom att:

- Teknikerna slipper frekventa manuella tillståndskontroller, som ofta upplevs som monotona.
- Fellokaliseringen underlättas och kan därför ske med mindre stress.
- Tekniker i större utsträckning kan ägna sig åt analys av fel och brister i materielen och underhållssystemet.
- Behovet av att åka ut till anläggningar minskar avsevärt, vilket minskar skaderisken i trafiken.
- I förväg fjärrmässigt ställa in dräglig arbetstemperatur i kalla lokaler.

#### Den ekonomiska nyttan av teknisk övervakning är bl a

- Transportbehovet minskar genom fjärrstyrning och fjärrmanövrering vid t ex tillståndskontroller

*Funktions sannolikhet som funktion av tid mellan funktionskontroll för ett materiel-system.*

- Behovet av underhållsutrustningar på anläggningar minskar, genom att övervakningssystemet ger sådan information att rätt utrustning tas med.
- Behovet av utbildning minskar tack vare fellokaliseringen med hjälp av ÖV-system.
- Personalbehovet minskar genom att vissa anläggningar kan avbemannas och personalen i övrigt kan arbeta effektivare.
- Ett väl utbyggt övervakningssystem, som automatiskt samlar in drift- och felinformation för vidare statistikbearbetning, förenklar och förbilligar materieluppföljningen.
- Genom övervakning av telematerielens omgivning som temperatur, luftfuktighet, tryckskydd i kablar, rökutveckling etc, upptäcks avvikelser i så god tid att allvarigare materielskador ofta kan förhindras eller begränsas. Ett antal sådana incidenter har skett inom markeleområdet med stora reparationskostnader som följd.

#### Genomförda och pågående utredningar inom FMV

FUH har i skrivelse FMV: FUH A65:126/83 "Övervakningssystem för drift och underhåll markelemateriel Mål och krav", angett mål för övervakningssystem samt redovisat övergripande krav.

Det övergripande målet är att effektivisera ledningen av underhållet och rationalisera dess genomförande.

Den lokala förvaltningsmyndigheten skall effektivare kunna leda drift- och underhållsverksamhet genom att få anpassad och aktuell status och underhållsinformation för markelesystemen inom sektorn.

De verkställande underhållsinstanserna skall erhålla underlag för att sända ut lämpligt sammansatta och rätt dimensionerade resurser.

I dokumentet klargörs vidare vilken information de olika intressegrupperna behöver för att nå angivna mål, samt övergripande krav på ett enhetligt övervakningssystem.

Övervakningssystem skall bl a

- Ständigt lämna information samt vara flexibelt och skadetåligt.
- Lätt kunna anpassas till ändrad ansvars- och uppgiftsfördelning inom organisationen.

Administration av teknisk övervakning inom FMV anges av dokumentet "Principer för samordning av teknisk övervakning inom FMV ansvarsområde".

I en arbetsgrupp bestående av representanter från samtliga byråer inom ELEKTRO och FUH utreds f n intressegruppernas funktionella krav på ÖV-information.

Vidare ges förslag till systemlösning för ett sektorgemensamt övervakningssystem. Etappindelning och kostnadsuppskattning för införande samt en nyttoanalys ingår även i utredningen. ■