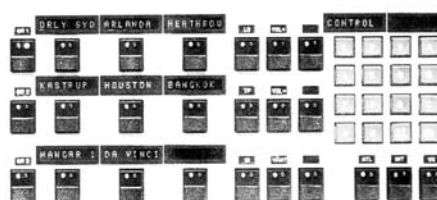
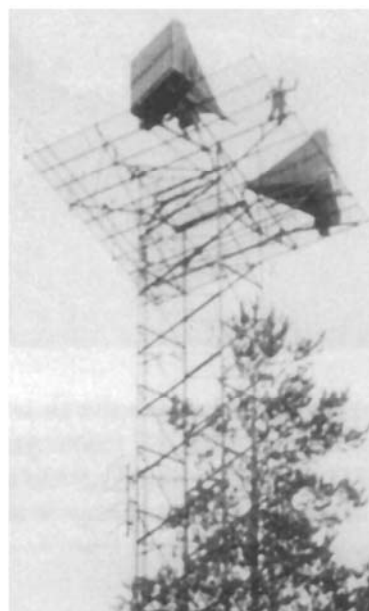




FHT

**Försvarets Historiska Telesamlingar
Urvalsgrupp Flygvapnet**



Utvecklingen av Flygvapnets Telefoni- och Transmissionssystem

Kronologisk översikt, del 1

(perioden från slutet av andra världskriget och fram till
slutet av 80-talet)

Författare: Bertil Nilsson

2005-05-15
F03/05

Förord.....	3
Bakgrund och syfte.....	3
Kronologisk översikt av utvecklingen.....	4
Allmänt.....	4
40- och 50-talen.....	5
Sammanfattning 40- och 50- talen.	15
60-talet.....	16
Sammanfattning 60-talet	25
70-talet.....	26
Sammanfattning 70-talet	33
80-talet.....	34
Sammanfattning 80-talet	41
Kort sammanfattning av behandlade perioden.....	42
Bilageförteckning	44
Bildförteckning.....	45
Referensförteckning	47

Förord

Bakgrund och syfte

Telefoni- och transmissionssystem har utgjort och utgör viktiga element i praktiskt taget all FV verksamhet. De har under det senaste halvsekleet undergått en revolutionerande utveckling.

I detta FHT-dokument eftersträvas att ge en övergripande skildring av denna utveckling under perioden från mitten på 40-talet fram till och med 80-talet. Huvudvikten ligger på den tekniska utvecklingen. Även motiven i form av nya behov belyses liksom förutsättningarna i den allmänna utvecklingen inom telekom- och elektronikområdet.

Området "FV telefoni- och transmissionssystem" är mycket brett, applikationerna många, gränser mot övriga delsystem ibland ej helt och distinkt definierade. För att ge dokumentationsarbetet en klar inriktning och göra det genomförbart inom rimlig tid och inom en begränsad ekonomisk ram har arbetet inletts med en förstudie, som överlämnats till FHT styrelse. Förstudiens förslag till avgränsning av området, dokumentationsstruktur mm (bilaga 1) utgör ramen för föreliggande rapport, som utgör en första del av det övergripande "TYP I"-dokumentet. Rapporten behöver i enlighet med förstudiens förslag kompletteras med ytterligare dokumentation, dels TYP I-dokument täckande perioden efter 1989, dels "TYP II"- och "TYP III"-dokument. Eftersom FV i flera avseenden haft och har ansvar även för vissa försvarsgemensamma nät och utrustningar avhandlas även dessas utveckling.

Området har redan berörts i ett antal skrifter beträffande utvecklingen av FV, dess organisation, ledning och samband. Några av dessa är listade i referensförteckningen. En del är mycket övergripande och ger en bred bild av utvecklingen av FV och dess samband även i ett operativt, taktiskt perspektiv. Andra är mera begränsade till specifika applikationer, nät och utrustningar.

Denna övergripande kronologiska redovisning av utvecklingen på området riktar sig i första hand till dem som har intresse för områdets utveckling i stort, för bakgrund och förutsättningar härför och för applikationer i överordnade system, samt till dem med intresse för den tekniska utvecklingen inom området och väsentliga steg häri.

De, som är mera intresserade av en tekniskt djupare redovisning inom något delområde och de som önskar närmare information om en viss utrustning, dess funktion, prestanda, leverantör etc. hänvisas till föreslagna dokument av TYP II respektive TYP III (jämför den i förstudien föreslagna dokumentationsstrukturen). I avvaktan på dessa dokument typer hänvisas via referensförteckningen till befintliga "yttre" dokument, beskrivningar mm.

Kronologisk översikt av utvecklingen

Allmänt

Utvecklingen av FV telefoni- och transmissionssystem är givetvis starkt kopplad till den allmänna utvecklingen på telekommunikationsområdet. Denna är väl dokumenterad på många håll och behandlas därför i allmänhet ej närmare här.

Även vissa förhållanden inom det aktuella området är tidigare dokumenterade. I denna rapport eftersträvas att undvika "dubbeltäckning", i stället ges referenser till "yttre" dokument. Dock kan viss upprepning ibland krävas för en sammanhängande framställning.

En bred och mycket utförlig bild av utvecklingen inom FV signaltjänst, den organisatoriska bakgrunden mm ges i en skrift av C G Simmons (Ref. 1). Den täcker tiden från mycket tidiga dagar fram till 1962. En bred historisk skildring av det försvarsgemensamma "Försvarets telenät" och speciellt dess radiolänkdelar har tidigare publicerats (Ref. 2). Den viktiga funktion inom FV signaltjänst som fyllts av fjärrskriftnäten behandlas utförligt i ett annat FHT-dokument (Ref. 3).

FV allt mer avancerade funktionskrav och de, jämfört med civila publika system, begränsade trafikvolymerna har medfört och möjliggjort att FV systemlösningar ofta kommit att ligga i framkant av den tekniska utvecklingen. Flera exempel på detta påvisas i det följande. Förhållandet med de ständigt ökande kraven på flexibilitet, säkerhet och snabbhet även i civila telekommunikationssystem har successivt skapat ökade förutsättningarna för att i vissa försvarsapplikationer utnyttja civila typer av system och utrustningar. Även detta exemplifieras.

Framställningen försöker skildra utvecklingen kronologiskt och är för överblickbarhetens skull indelad i 10-årsavsnitt. Givetvis blir denna indelning ibland något svävande, utvecklingens steg kan vara svåra att klart tidsbestämma.

40- och 50-talen

Före andra världskriget och fram till 1940 baserades FV mark-mark samband i allt väsentligt på utnyttjande av landets publika telenät dvs dåvarande Kungl. Telegrafverkets nät. Detta gällde givetvis för telefoni men även för fjärrskrift.

För mark - mark samband mellan vissa FV-enheter utnyttjades även transmission via HF-radio, främst för telegrafi, men även för viss fjärrskrift- och telefonitrafik. Som jämförelse kan nämnas den radio som utnyttjades för sambandet mark – flyg. Där hade alla plan i jakt förbanden mottagare, vart tredje plan även sändare, medan alla bombflygplan hade såväl sändare som mottagare!

Dessa förhållanden kvarstod i stort även under de första krigsåren, naturligen med viss volymexpansion och med ett ökat upprättande av genom telegrafverkets nät fast uppkopplade förbindelser mellan vissa försvarsorgan. Detta gällde även fjärrskriftnäten, där försvarsgrenarna hade separata nät med direktförbindelser från abonnent till resp. fjärrskriftcentral (Ref. 4 och Ref. 5)

Transmission i telegrafverkets nät byggde under denna period i mycket stor utsträckning på fysikaliska förbindelser. För lokal transmission utnyttjades i nätet parkabel och "blanktråd" av järn eller brons. Regional transmission skedde via blanktråd och parkabel på stolplinjer. För mera långdistant transmission utnyttjades pupiniserade, vanligen nergrävda fyrtrådskablar med förstärkning i rörbestyckade överdrag utmed sträckorna samt i vissa fall stolpburen blanktråd (ibland på längre sträckor av 3 mm koppartråd!). Bärfrekvensteknik utnyttjades i viss utsträckning med dessa "fysikaliska" ledare som bärare, dock med begränsade kapaciteter (bl a 8-kanalsystem). Först i slutet av 40-talet introducerades koaxialkablar och bärfrekvenssystem med upp till 600 telefonkanaler per tub-par. Beträffande televerkets nät och dess utveckling (Ref. 6).

Telefonitrafiken i televerkets nät förmedlades i början av 40-talet i stor utsträckning i manuella växlar. På ett antal större orter och inom ett fåtal regioner var dock den lokala förmedlingen automatiserad. Den långdistanta trafiken (lands- och rikstrafiken) hanterades fortfarande i huvudsak manuellt. Nätets kapacitet för långdistant trafik var mycket begränsad. I de manuella växlarerna hanterades denna trafik genom beställningsförfarande och kötrafik, ofta med betydande väntetider (tiotals minuter och ibland, under högtrafik, timmar). Prioritetsmöjligheter fanns, (il- och blix-samtal, som mot förhöjd taxa placerades först i köerna). Först i slutet av 40-talet, sedan koaxialsystemen börjat möjliggöra större transmissionskapacitet, påbörjades automatisering av långdistanstrafik mellan vissa områden.

Många av FV sambandsbehov ställde emellertid större krav på snabbhet och säker funktion än vad det publika nätet normalt erbjöd. För vissa samhällsorgan gavs därför i det publika nätets manuella växlar möjlighet till högre prioritet (statsorder-, luftförsvars-, statsblix -, statsil-samtal), telefonisterna bröt andra samtal för att släppa fram dessa prioriterade (Ref. 6, med bl a "krigstelegraf reglemente av 1938-1951"). Luftförsvarssamtal eller i dagligt tal "luftsamtal", med dess höga prioritet tilläts även för viss rapportering inom luftbevakningen och skulle expedieras extra snabbt. För att möta FV-kraven på stor säkerhet och snabbhet förhryrdes mellan vissa organ fast uppkopplade förbindelser (benämnda "direkta") genom televerkets nät. Sådana direktförbindelser hade i mycket begränsad omfattning anordnats redan på 30-talet för sambandet flygstation - ledningscentral. Förhryrningar för FV exklusiva bruk tärde givetvis på det publika nätets redan otillräckliga kapacitet och var därför hårt begränsad.

Flygbaser/flygflottiljer utnyttjade i stor utsträckning HF-radio för sitt samband med andra baser och ledningsorgan. I övrigt utnyttjades det publika telefonnätet. Lokalt på baserna utnyttjades trådförbindelser, ofta utbyggda med enkel fältkabel o dyl. Förmedling av trafik skedde på baserna i manuella växlar (m/38 och LPD 40). Redan i början av 40-talet väcktes (bl a inom CFV Signal- och kryptokommitté 1941) tanken på permanenta kabelslinor vid baserna, dock med mycket begränsad kapacitet, upp till 6 förbindelser, tillgängliga på 4 - 6 platser inom basen.

Ledningscentraler på skilda nivåer var anslutna till det publika telenätet samt i vissa fall via förhyrda direktförbindelser i televerkets nät till andra centraler. I centralerna skedde förmedlingen av trafik till och från de olika befattningshavarna via lokala manuella växlar (Bild 1). Dessa tillhörde och underhölls vanligen av televerket. Större ledningscentraler kunde ha flera tiotal telefonister i arbete. I många centraler (Lc, lednings-central, ibland samordnad med Jc, jaktstrids-ledningscentral) fungerade telefonister även som "rapportmottagare". I Lc skrev de ner mottagna rapporter på blanketter, vilka (i vissa större centraler via linbana!) sändes vidare till mottagaren, ofta en kartmarkör.

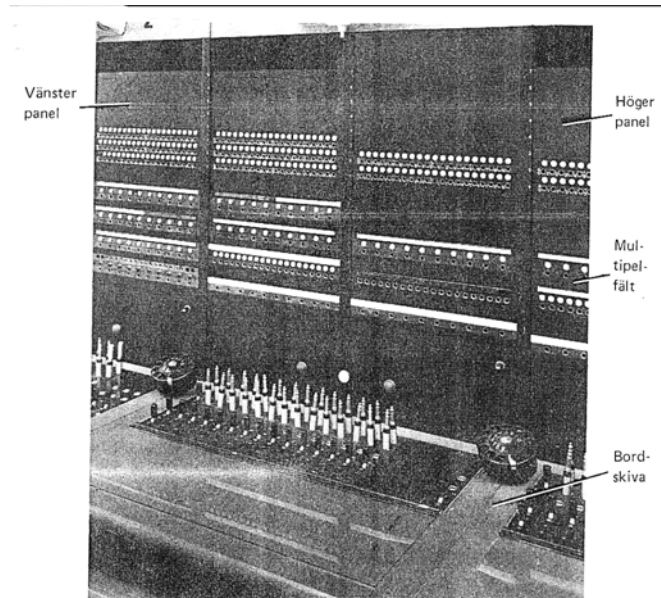


Bild 1. MAN GPL VX exp. plats

Även inom den optiska luftbevakningen, som under större delen av 40-talet fortfarande var organiserad inom Armén, utnyttjades i allt väsentligt det publika nätet även om vissa försök med radioförbindelser gjordes. Den parallella luftbevakningsfunktion, som i vissa områden byggts upp inom FV, ställde strängare krav på snabbhet och säkerhet i rapportering. Här utnyttjades vanligen radio för förbindelsen mellan observationsorganen (s.k. jakt-Is) och ledningscentral (jc, jaktstridsledningscentral). När ERstationer (ER för "ekoradio", den tidens svenska benämning på radar) infördes i FV 1944 förhyrdes fasta förbindelser i televerkets nät för sambandet mellan ER-station och ledningscentral. Vissa centraler (Lgc) inom den optiska luftbevakningen var utrustade med transportabla telefonutrustningar, bl.a. m/48 (Bild 2), med manuell växel och med telefoninsatser för rapportmottagare, kartmarkörer, orienteringsledare m.fl. Transportabiliteten hos denna utrustning var dock tveksam, bl a hade telefoninsatserna inbyggda reläer, vars ankare givetvis ej tålde "militära transporter".



Bild 2. LGC M48 Telefonutrustning

Krigsslutet 1945 ledde ej till den militära avspänning som förväntats. Motsättningar mellan stormakterna, "det kalla kriget", aktualiserade många frågor om Sveriges försvar, dess resurser, organisation osv. En försvarskommission behandlade FV organisation mot bakgrunden av den betydelse flyget haft under världskriget. (Ref. 7). En luftförsvarsutredning föreslog 1946 att centraler för gemensam ledning (under strid) av jakt, luftvärn och luftbevakning skulle införas. Man beslöt 1948 att luftbevakningen skulle överföras till flygvapnet och att ett modernt luftbevaknings- och stridsledningssystem skulle etableras. Detta ledde givetvis till krav på starkt förbättrade sambandsfunktioner, se exempelvis skissen från 1948 över förbindelsebehovet för ledningscentral (Bild 3). Ett exempel på övervägda lösningar är det försök med ett rörligt "radio-Lgc" som gjordes 1949, varvid såväl Lgc som Ls var bilburna och sambandet skedde helt via radio (se Bilaga 2, redovisande teknisk lösning). Trafik via det normala publika nätet (vanligen benämnt ATN) kunde vanligen ej möta de ökade kraven. 1948 påbörjades en övergång till allt större del fast uppkopplade förbindelser via televerkets nät. Att etablera fast uppkopplade förbindelser för alla behov var dock av många orsaker (hög kostnad, bristande kapacitet, otillräcklig flexibilitet) ej möjligt. Vissa kompletterande utbyggnader i trådnätet gjordes i samverkan mellan försvaret och televerket.

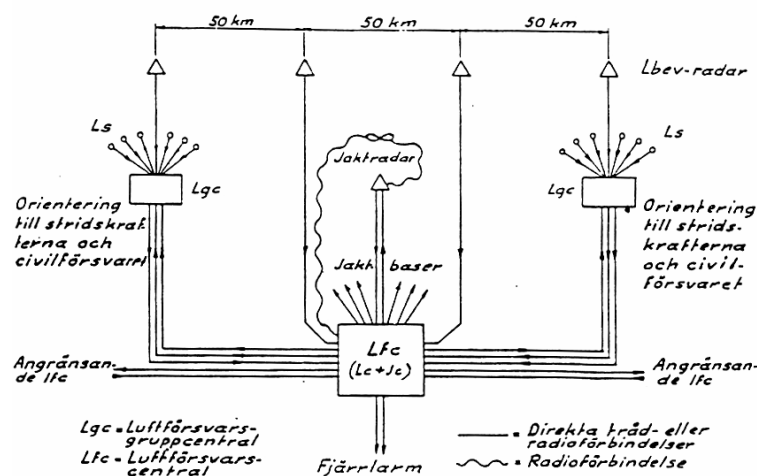


Bild 3. Förbindelsebehov Lbev M 48

Under 50-talet skedde en omfattande automatisering av det publika telenätet, främst beträffande lokal trafik men även av viss mellanorts- och rikstrafik. Kapaciteten i televerkets nät växte starkt tack vare introduktionen av bärfrekvensteknik över såväl ”skruv”- som koaxialkablar.

Denna utveckling av det publika nätet var i vissa avseenden till fördel även för FV, den gav snabbare uppkopplingar, bättre talkvalitet etc. I andra avseenden gav utvecklingen emellertid nackdelar. Automatiseringen begränsade starkt prioritetmöjligheterna. För vissa förbindelser inom luftbevakningen provades en metod med tidsbegränsade prioritetsuppkopplingar via fjärrstyrda, reläbaserade omkopplingsdon. Metoden kom emellertid, på grund av stora fördröjningar och bristande tillförlitlighet, ej till någon större användning. Automatiseringen av det publika nätet innebar vidare ökat beroende av centraliserade funktioner i nätet med åtföljande minskad skadetålighet. Beroendet av televerkets nät var mycket stort, så stort att t.o.m. den militära territoriella indelningen av landet delvis styrdes av det publika telenätets geografiska utformning.

Mot denna bakgrund utvecklades under 50-talet i samarbete Televerket - KFF en förhyrningsform med "förberedda fasta förbindelser". Transmissionsresurserna utnyttjades normalt i publika nätet, men kunde på försvarets begäran via omkastare på televerkets stationer (Bild 4) manuellt omkopplas till direktförbindelser mellan förutbestämda militära organ. Dessa arrangemang med förberedda fasta förbindelser växte snabbt i omfattning. De kom senare att under 60-talet omfatta över 10 000 förbindelser! Det visade sig emellertid svårt att vid förändringar i televerkets nät ständigt beakta även denna planerade alternativa användning av förbindelserna. Övningar indikerade stora risker att vissa förberedda uppkopplingar tog alltför lång tid och att vissa förbindelser överhuvud ej kom till stånd vid uppkopplingsförsök.

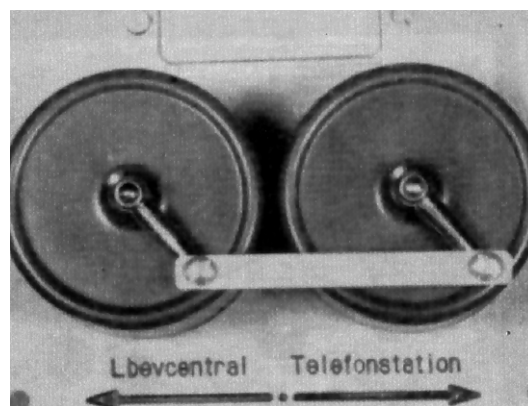


Bild 4 Omkopplare

Dessa ständigt förhyrda resp förberedda direktförbindelser mellan olika FV -organ utgjorde nu en dominerande del i vad som benämndes "Luftförsvarets trådnät" (Ref. 34), vilket kan ses som ett första steg mot ett "flygvapnets trådnät".

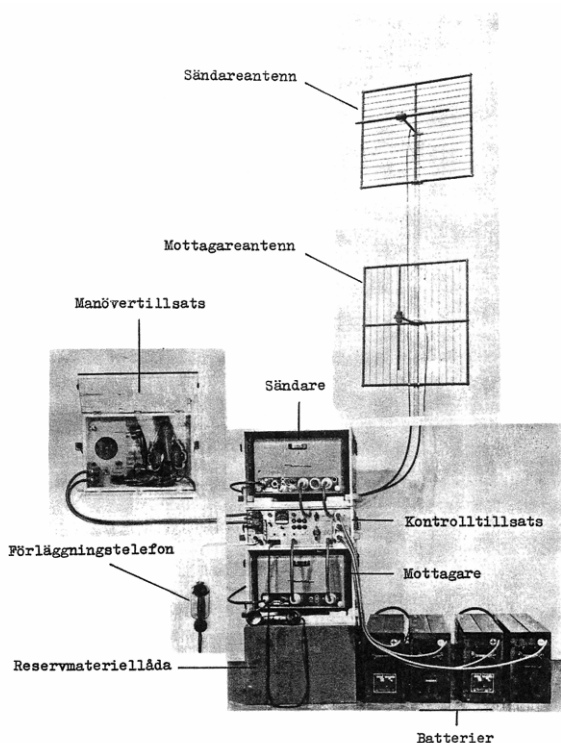
Försvarets ianspråktagande av de förberedda förbindelserna fick dock ej i alltför hög grad blockera annan trafik i det automatiserade publika nätet (en trafik som ju dessutom i kritiska lägen kunde förväntas öka kraftigt). Televerket tillämpade här vissa begränsningsregler. Vidare studerades i slutet av 50-talet / början av 60-talet beredskapssystem för att i kritiska lägen kunna stänga av vissa civila abonnentgrupper i publika nätet och därmed minska

trafiktrycket på nätet. Vissa enkla avstängningsåtgärder förbereddes (som att manuellt på televerkets lokalstationer snabbt kunna dra bort linjesäkringarna för mindre viktiga abonnentgrupper!). Såvitt bekant utnyttjades de dock aldrig.

De för försvaret förberedda förbindelserna, som anordnades/uppkopplades genom televerkets nät direkt mellan försvarsorgan, kom naturligen att transmissionsmässigt utgöras av många olika typer av transmissionselement och kvaliteten blev mycket varierande. Signaleringen mellan ändpunkterna var övervägande av LB-typ, ibland helt via växelströmssignaler 20 - 50 Hz. På förbindelser som även innefattade transformeringar, bärfrekvenssystem etc utnyttjades tonsignalering med frekvensen 1425 Hz.

Inom luftbevakningsorganisationen var bl a sambanden Lgc - Ls mycket väsentliga. Dessa anordnades normalt som förberedda fasta förbindelser i televerkets trådnät genom kombinationer av abonnent- och mellanortsledningar. Ofta sammankopplades 2 - 4 Ls till "klasar" som gemensamt utnyttjade mellanortsledningen. Detta minskade ledningsbehovet och medgav att Ls inom klasen bättre kunde följa varandras trafik med Lgc (rapportering och direktiv).

Förberedda förbindelser i televerkets nät krävde ibland lång tid för uppkoppling, vissa Ls var placerade på geografiska utposter, öar etc. För att säkra dessa samband utvecklades en Ls-radio (RL-01), ett full-duplex radiosystem arbetande inom frekvensbandet runt 150 MHz, anpassat även till trådtelefonmaterielen och utformat att handhas även av icke signalutbildad personal (Bild 5). Även dessa "radio-Ls" arrangerades ofta i "klasar" om 2 - 3 Ls genom att en för klasen gemensam radiofrekvens utnyttjades i riktningen från Lgc, medan individuella frekvenser utnyttjades i motsatta riktningen.



Motorola
MOBILE
TRANSMITTERS
and
RECEIVERS

Motorola
Model
FMTRU-30D



152-162 MEGACYCLES
6 and 12 VOLTS • DC OPERATION
30 WATTS RF OUTPUT

Bild 5 Ls-radio RL-01

De allmänt ökande kraven på sambandsfunktionerna inom luftbevakningen ledde vidare till att radiolänkförbindelser planerades även för andra sambandsbehov såsom Lfc -Lgc, Lfc-radarstationer, Lfc- flygbaser. Redan 1950 planerades således för väsentliga delar av landet ett för flygvapnet exklusivt nät, byggande på radiolänk som transmissionsmedel (Ref. 2). Nätet, med centra i Lfc, var primärt avsett för luftbevakningens behov och benämndes ursprungligen LBev radiolänknät. Som ett första steg planerades utbyggnad av ett mindre provnät i Mälardalen och dess omgivningar. Specifikationer utarbetades (Ref. 8) och anbud infordrades från fjorton av världens ledande teleindustrier (se förteckning i Bilaga 3). Redan på detta stadium inriktades specifikationer mm mot att möjliggöra utnyttjande av utrustningar baserade på utveckling för den civila och större marknaden med dess anpassning till internationella standards (CCITT rekommendationer). Ett ställningstagande som skulle bli av stor vikt för den långt senare beslutade integrationen mellan radiolänknätet och kabelbundna försvarsnät liksom för samverkan med televerkets nät.

Efter utvärdering anskaffades radiolänk- och multiplex-utrustningar från Siemens, (RL-X12, RL-X51, TM-X12, TM-X51), GEC (RL-X11, TM-X11), Storno (RL-X31), STC (RL-X13), L M Ericsson (TM-X52) och Philips (TM-X14), alla givetvis bestyckade med mängder av elektronrör av skilda typer (se Bild 6, visande RL-41 och TM-3, senare versioner av provnätets utrustningarna RL-X51 och TM-X51 från Siemens) och med riktantenner av olika slag, allt från Siemens avancerade (och tunga!) linsantenner (Bild 7) till enklare av yagi-typ.

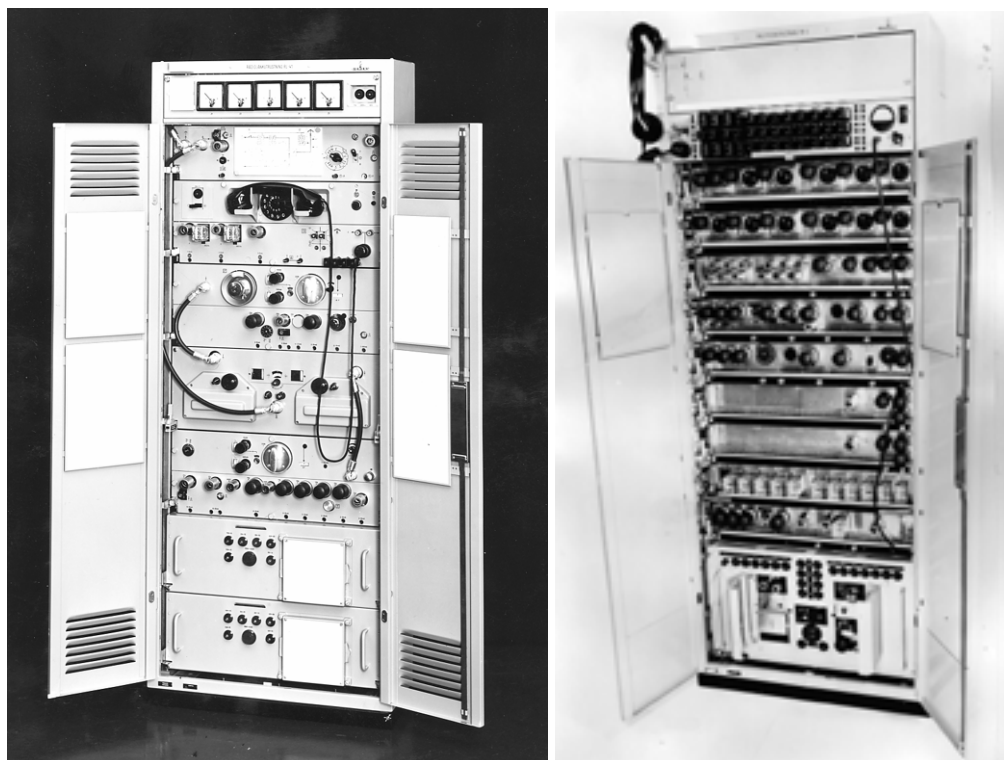


Bild 6 Radiolänk RL-41 och Multiplexor TM-3.

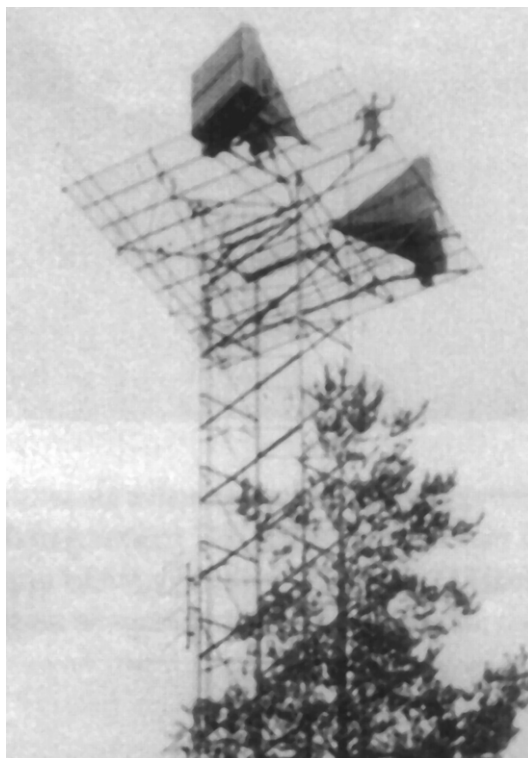


Bild 7. Riktantenn av lins-typ för RL-41.

Provnätet byggdes snabbt ut och via det kunde förbindelser anordnas för vissa luftbevakningsorgan i området (Lfc, Lgc, radarstationer) och för några flygbaser liksom för vissa av flygstabens behov. Redan tidigt under detta provskede utvidgades målsättningen till att avse ett tätare och landsomfattande nät, täckande sambandsbehov även för andra organ inom flygvapnet (nätet benämndes nu Flygvapnets Fasta RadioLänknät, FFRL).

Televerkets nät hade en god geografisk täckning i områden där civilt trafikunderlag fanns. Försvarets anläggningar placerades emellertid ofta i glesbygd, där televerkets nät var "glost". Försvarmakten tvingades därför i allt större utsträckning att som komplement bygga egna linjeanläggningar i sådana områden.

De ökade sambandsbehoven inom totalförsvaret generellt väckte tanken att i Flygvapnets Fasta RadioLänknät infoga förbindelser även för vissa andra försvarsorgan. Efter omfattande utredningar under 1953-1954 inom Fst och FV / KFF togs i maj 1954 beslut om realisering av ett sådant utvidgat nät. Detta utvidgade radiolänkbaserade nät benämndes fortfarande FFRL, nu uttolkat som Försvarets Fasta Radiolänknät. Det planerades att innefatta såväl fast uppkopplade ("stela") förbindelser som förbindelser uppkopplade vid behov (vanligen samtal för samtal) via automatiska växlar i nätets noder. Noderna planerades nu friliggande från Lfc. Utbyggnaden av nätet avsågs ske under en 12-årsperiod. Den påbörjades omedelbart (som en fortsättning av provnätet). Det kom dock att dröja till senare delen av 60-talet innan en landsomfattande täckning uppnåtts och trafik kunde avverkas via automatväxlar i nätets noder.

De ökande sambandskraven i det nya stridslednings- och luftbevakningssystem som nu planerades, "Lbev m/50", ledde vidare till krav på utveckling av modernare teleutrustningar för ledningcentralerna, liksom för flygbaser, etc.

Som ett led i planering för och utformning av nya ledningscentraler hade redan i slutet på 40-talet anskaffats en "surplus"-utrustning av en typ som västmakterna (USA) använt under

kriget. (Ref. 27). Denna utgjorde en komplett utrustning för en transportabel, fältmässig luftbevaknings- och flyglednings-central. Den innefattade utöver byggelement för kartbord och estrader, plotting-materiel mm, även telefonutrustning för rapportmottagare, kartmarkörer och ledningsorgan. Teleutrustningen var mycket robust, innefattade en manuell telefonväxel av snörtyyp med anropsklaffar, var helt baserad på LB-signalering. Den medgav även anslutning av radioutrustning för mark-flyg samband. Med denna utrustning byggdes försöksanläggning vid F8, den utnyttjades även vid övningar bl a på Ålleberg och senare även som en provisorisk Lfc.

Teleutrustningar för de nya centralerna Lfc och Lgc utvecklades i samarbete med Televerket. För Lgc m/50 anskaffades telefonutrustning med speciella insatser för kartmarkörer, orienteringledare, rapportörer etc, samt med förstärkare för spridning av lufor via trådförbindelser, allt baserat på manuell hantering av trafiken och med funktioner tekniskt baserade på reläer, rörförsedda förstärkare etc. Lgc var nu centrum i ett telenät med förbindelser till Ls (såväl tråd- som radiolänk-baserade), till Lfc, till orienteringsobjekt (trådlufor) och larmcentraler. Allt Lgc samband kunde i "viloperioder" koncentreras till den manuella telefonväxeln. För spridning av lufor anordnades förgreningspunkter med förstärkare även på vissa Televerkets stationer.

Lfc m/50 utrustades på motsvarande sätt, om än givetvis i en större skala. En ny manuell telefonväxel infördes med möjlighet till "nattkoppling" av alla operatörers direktförbindelser till växeln, med automatiskt val mellan två- och fyrtråds-förmedling. Lfc utgjorde nu central punkt i omfattande telenät. Här ingick nu även telefonförbindelser till radiostationer för flygledning, förbindelser till långvågs-radiostationer för sändning av radiolufor, förbindelser till flygbaser, bl a startorder-förbindelser från jaktledare direkt till startklara jaktflygplan. För att kunna utnyttja anslutna förbindelser på ett flexibelt sätt utrustades Lfc med manuellt hanterade omkopplingsfält (Bild 8).

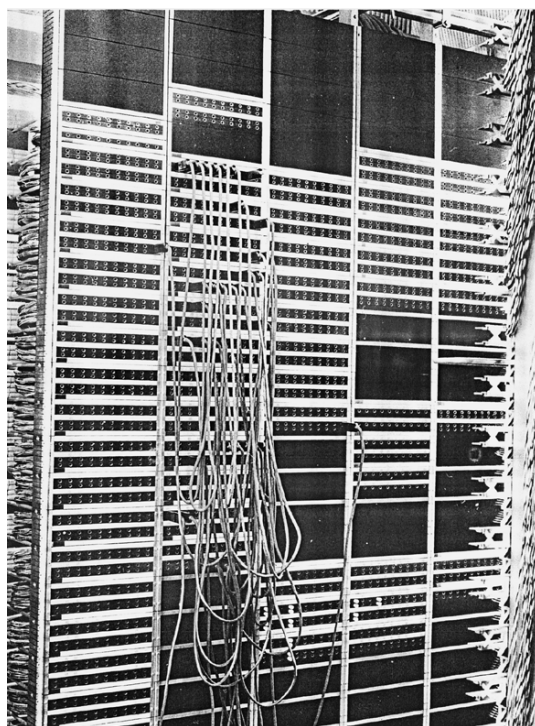


Bild 8 Omkopplingsfält.

Radarstationer anslöts till Lfc med telefonförbindelser för målrapportering och i enstaka fall med bredbandig transmission för överföring av radarinfo i analog form. I en första etapp anslöts PJ-21-radar till Lfc via en enkelriktad bredbandig radiolänk (RL-61, amplitudmodulerad på frekvensbandet runt 4 GHz och med en riktantenn av parabolisk typ men uppbyggd av parallellställda plåtskivor !). Senare utbyttes denna radiolänk mot en frekvensmodulerad länk (RL-62). När radarstation PS-08 tillkom, anslöts den i början av 60-talet till ledningscentral via en radiolänk (RL-81) med flera MHz basbandbredd för analog överföring av linjär + logaritmisk radarvideo och IFFinformation, med 2 + 2 resp 5 MHz bandbredd, samt bäringsinformation, den senare via en speciell "bäringsmux". Även koaxialkabel utnyttjades för sådan överföring.

Även det lokala nätet på flygbaser krävde nu ökad kapacitet. Redan i början av 50-talet föreslogs en utökning av fältslingan på flygbaser till en 60-trådig kabel, en åtgärd som dock av ekonomiska skäl kraftigt senarelades.

FFRL utnyttjades nu i ökad utsträckning även i fredstid. De televerksägda abonnentväxlarna vid fredsförbanden tilläts emellertid ej anslutas till nätet. I mitten av 50-talet medgav Televerket dock att även dessa växlar fick anslutas för att utnyttja FFRL, men endast för flygsäkerhetstrafik.

All transmission i FFRL och viss transmission via televerkets nät skedde nu via fyrtrådsförbindelser. För att ge ökad flexibilitet och kvalitet i det nät, som de fast uppkopplade / förberedda förbindelserna nu utgjorde, utrustades manuella växlarna i vissa större centraler med möjlighet till såväl tvåtråds- som fyrtrådsförmedling. Telefonväxeln i Lfc m/50 utrustades sålunda med organ som kände av vilken transmissionsform som aktuella förbindelser medgav. Var båda av fyrtrådstyp kopplades de samman via fyrtrådiga "snörpar". På så sätt eftersträvades att skapa ett manuellt förmedlat försvarsnät, ibland benämnt "M-nätet", i vilket även vissa Gpl ingick. Svårigheter med adressering och långa upp- och nedkopplingstider i de manuella växlarna begränsade emellertid värdet av detta "nät". Flera Gpl var utrustade med telefonväxel gpl Fst mod 53 (Ref. 35, Bild 9), en modern manuell snörparsväxel, men med endast tvåtrådig förmedling (den kom att utrustas med tillsats för fyrtrådsförmedling först under 70-talet).

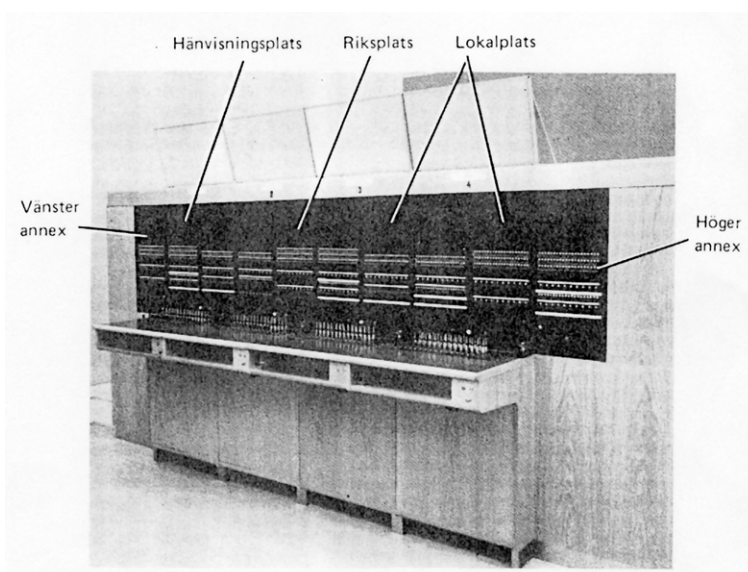


Bild 9. Telefonväxel Gpl m/53, växelbord.

I förbindelsenäten, inte minst de för Lgc, ingick nu många tekniskt sett skilda förbindelsetyper. Automatiskt och manuellt förmedlade, av centralbatteri- (CB) och lokalbatteri-typ (LB), med skilda signalsystem, olika transmissionsmedia etc. För att även på mindre anläggningar kunna hantera denna flora av förbindelsetyper utvecklades under slutet av 50-talet en speciell terminalutrustning, telefonapparat 387 (Ref. 31, Bild 10). Denna utnyttjades bl a vid Ls och benämndes ibland Ls-telefon.



Bild 10. Telefonapparat 387.

Sammanfattning 40- och 50- talen.

Under krigsåren och åren närmast därefter var FV för sin telefontrafik praktiskt taget helt hänvisad till televerkets nät. Även terminalutrustningar var till större delen televerkets egendom eller i varje fall dess typ. För ett fåtal telefonisamband med krav på säkert och snabbt etablerat samband utnyttjades fast uppkopplade förbindelser via televerkets transmissionsnät och för något enstaka ändamål försvarsägda radioförbindelser inom VHF-området. Härutöver utnyttjades, för vissa mark-marksamband till och mellan flygbaser, telegrafiförbindelser via HF- radio.

Från 40-talets senare del, med de av det kalla kriget motiverade ökade satsningarna på försvarsmakten och framför allt på flygvapnet, etablerades ett allt större antal fast uppkopplade förbindelser i televerkets nät. Under 50-talet påbörjade Flygvapnet uppbyggnaden av ett för försvaret exklusivt försvarsgemensamt nät, baserat på radiolänk.

I successivt uppbyggda nya ledningscentraler anordnades försvarsägda utrustningar (telefonväxlar och terminalutrustningar) för såväl lokal-, som terminal- och transitförmedling av trafik.

De tekniska systemen byggde på manuell hantering av trafiken, utrustningar var uppbyggda med elektromekanik, reläer, kretslogik med diskreta komponenter och elektronrör. Halvledare började införas i transmissionsutrustningar, där bärfrekvensteknik successivt tillämpades i ökande grad.

Mot slutet av perioden pågick ett mycket omfattande arbete med utformning av nya luftbevaknings- och ledningssystem och utökning av flygbaserna. Detta innebar starkt ökade krav på snabba, flexibla och säkra telesamband, allt under en ökande hotbild.

60-talet

Under 60-talet utbyggdes allt flera försvarsägda kabelresurser, ofta i samverkan med televerket. Televerkets nät, såväl transmissionsnätet som det publika trafiknätet ATN, (Allmänna Telefon Nätet) förblev dock av mycket stor vikt för FV samband.

Bärfrekvensteknik utnyttjades i växande omfattning såväl av televerket som av försvaret.

Televerket utnyttjade redan sedan länge par- och skruvkabel (med lätt eller ingen pupinisering) för 8-, 12- och 16-kanalsystem, men nu utnyttjades allt mer den redan på 40-talet introducerade koaxialkabeln, normalt s.k. "grovkoaxialkabel", för överföring av 960-kanalgrupper i bärfrekvenssystem (FDM-teknik). Möjligheter öppnades för försvaret att inköpa eller förhyra kanalgrupper i televerkets nät, typen förberedda uppkopplingar infördes även beträffande sådana kanalgrupper. Försvarets beroende av televerkets nät var således fortfarande mycket stort. På regeringens direktiv utreddes möjligheter att även i det automatiserade publika nätet vid behov införa prioritet för försvarstrafiken, en utredning som dock ej fann några bra lösningar.

Även i försvarets egna trådnät utnyttjades i växande utsträckning transmission via bärfrekvenssystem. Försvaret valde utrustningar i stort utformade enl civila CCITTstandards. För kabelöverföring valdes vanligen koaxialkabel och här införde försvaret även s.k. klenkoaxialkabel med dess bättre ekonomi (Bild 11).

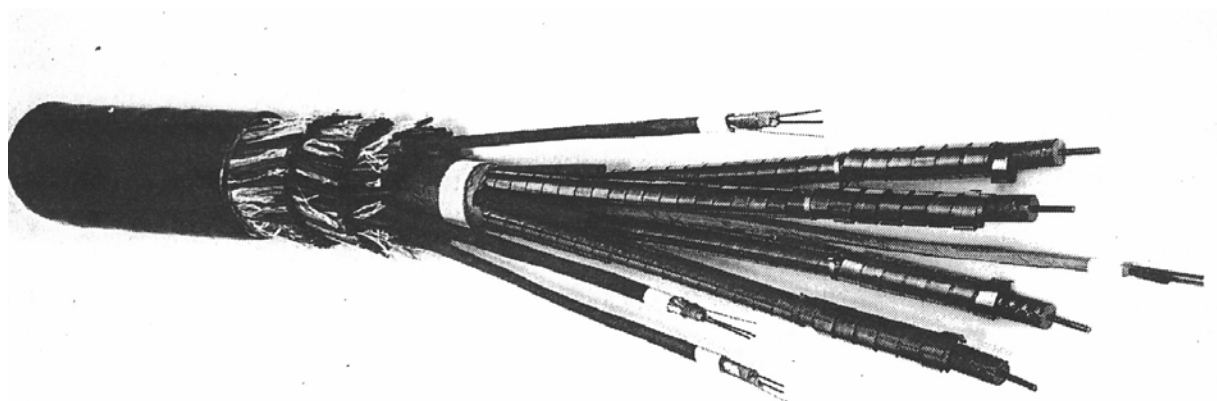


Bild 11. Koaxialkabel.

Denna kabeltyp medgav 300-kanalgrupper. De nya transmissionssystemen möjliggjorde de stora kapaciteter, som det framväxande luftbevaknings- och stridsledningssystemet Stril 60 krävde (Bild 12). Den tekniska utvecklingen på bl a halvledarområdet gav utrustningar med mindre volym, lägre effektförbrukning och högre driftsäkerhet.

STRIL 60

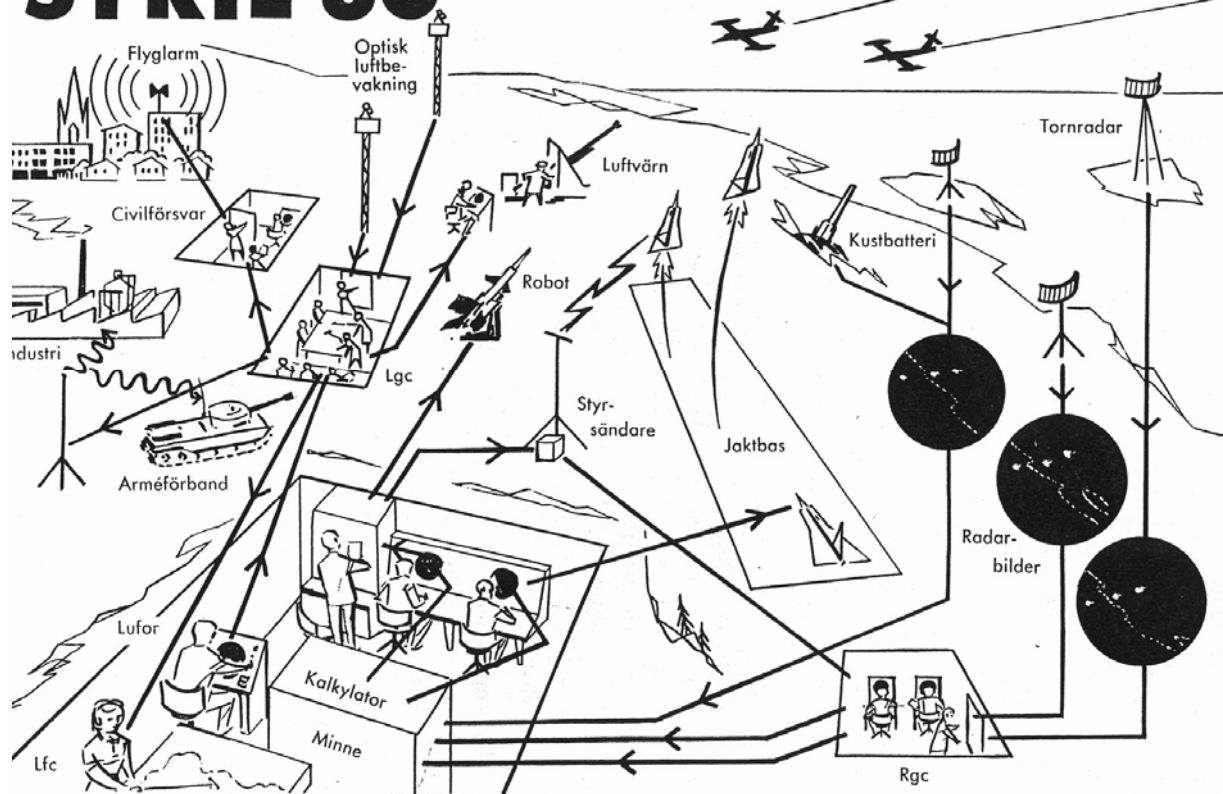


Bild 12. Stril 60 samband.

Parallellt byggdes nu FFRL ut beträffande täckning och kapacitet. Även här tillämpades FDM-tekniken. Allt bredbandigare länksystem på allt högre frekvensområden anskaffades (bl a RL-81 på frekvensband runt 7 GHz och med bandbredd medgivande 300 talkanaler eller radarvideo). För radiodelarna på dessa högre frekvensband valdes fortfarande utrustningar med elektronrör. Moderna, halvledarbaserade multiplexutrustningar i FDM- teknik (Bild 13) valdes i stället för tidigare valda, ofta elektronrörsbaserade system med dessas lägre kapaciteter och ibland annorlunda uppbyggnad såsom det tidsuppdelade analoga pulspositionssystemet i TM-3 och TM-4.



Bild 13. Multiplexutrustning TM-13

Fortfarande sågs trådnätet och FFRL som skilda nät, vid utbyggnader eftersträvades att näten skulle vara geografiskt skilda. Allt mer samplanering och även samordning mellan näten växte dock fram. De nya Stril-60 centralerna krävde omfattande arrangemang i båda näten. För ökad skadetålighet krävdes bl a ökad redundans och skydd mot EMP-hotet. Detta ledde bl a till anordnande av s.k. utpunktsnät runt centralerna varigenom dessas anslutning till näten skulle säkras. Såväl radiolänknätet som de försvarsägda kabelresurserna utbyggdes kraftigt.

Planeringen av det nya systemet för luftbevakning och flygstridsledning, Stril 60, som påbörjats redan i slutet av 50-talet, pågick mycket intensivt under 60-talets första år. Utvecklingen inom datorområdet utnyttjades och datorbaserade hjälpmedel för insamling, bearbetning och presentation av information liksom för stridsledning etc. infördes (Ref. 12, Ref. 13). Detta medförde stora krav på dataöverföring i näten. Dataöverföringen realiserades via telefonkanaler med hjälp av modemer. Ett tidigt exempel var datatransmissionsterminalen T1F3, även benämnd DT101/102 (tillverkad av Standard Radio och Telefon, se Ref. 9). Utrustningen (Bild 14) medgav enkelriktad dataöverföring med modulationshastigheten 1000 Baud, var av typ frekvensskift, hade valbar centrumfrekvens, taktgivning till datagenereraren, var helt transistoriserad. Den kunde bestyckas även för vändbar överföringsriktning via tvåtrådsförbindelse eller dubbelriktad via fyrtrådsförbindelse.

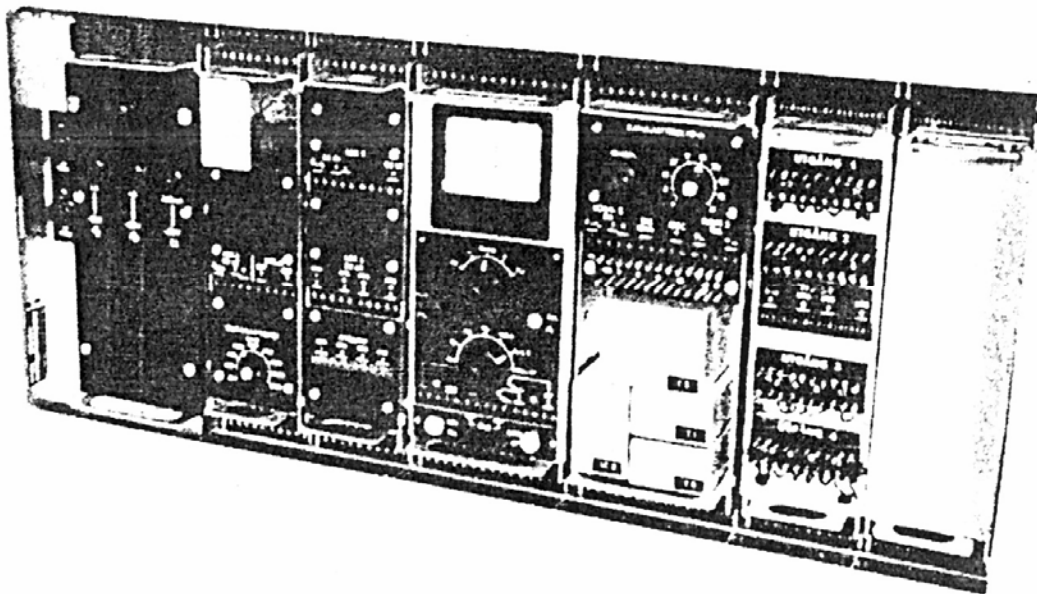


Bild 14. Modem T1F3

Datahastigheter i klassen 750- 1500 bit/s realiserades nu via telefonkanaler och utnyttjades bl a för måldatarapportering från spaningsradar och höjdmätare, för överföring till flygvapnets markbaserade radiostationer för styrdata till flygplan samt i försök med väderinfosystem. Successivt kom modemer med högre prestanda, överföringskapaciteter om 2400 bit/s kunde realiseras.

De nya ledningscentralerna i Stril 60, Lfc och Rrgc (Radargruppcentral) försågs successivt med modern utrustning för såväl extern som intern kommunikation via tal och data.

Lfc utrustades från början (Bild 15) dels med en PABX (av typ A-333, en automatväxel med koordinatväljare) för lokaltrafik och trafik mot ATN, dels med en manuell förmedlingsväxel

(snörväxel av fyrtrådstyp) för änd- och transitförmedling av trafik via försvarets förbindelser. För ledningsoperatörernas trafik såväl internt som externt, främst över de fasta direktförbindelserna, utnyttjades de med datorutrustningen från Marconi levererade telefoninsatserna, vilka dock för ökad flexibilitet tidigt kompletterades med styrbara, reläbaserade omkopplingsorgan. Vikten av effektiva samband ledde till att dessa utrustningar senare byttes mot modernare typer.

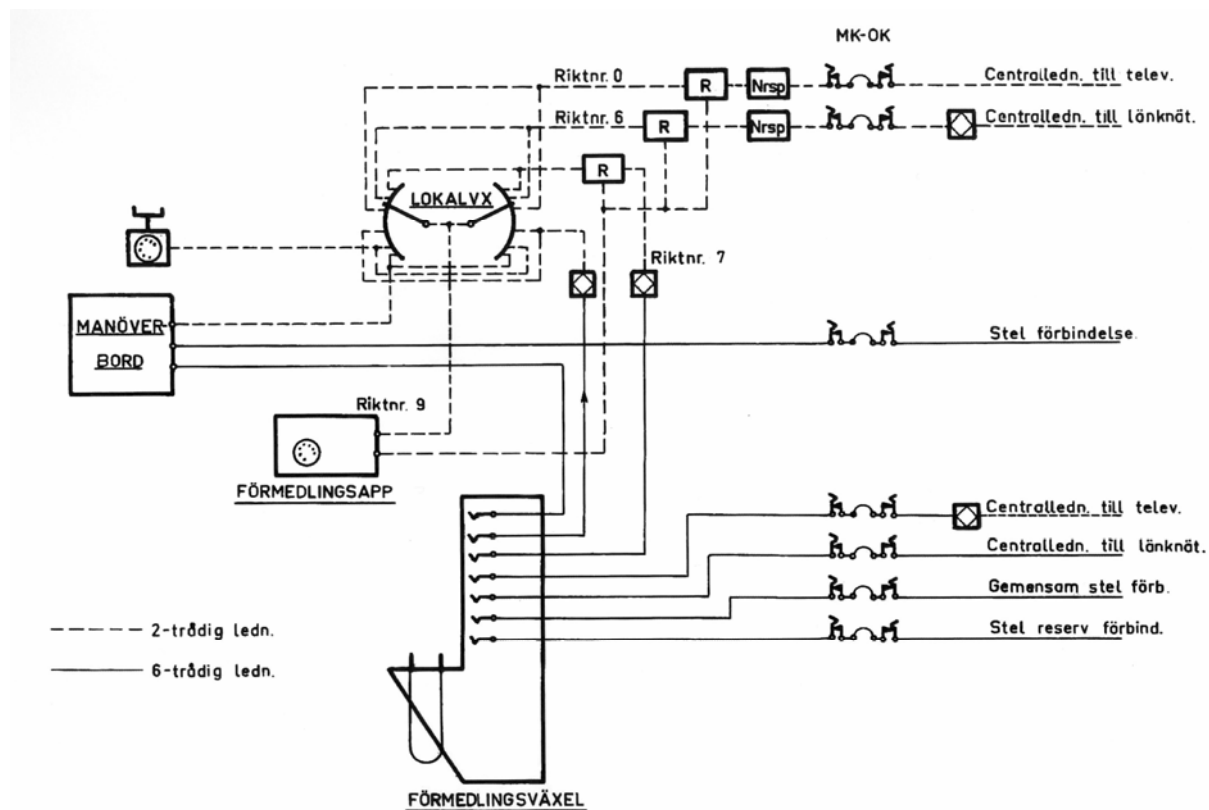


Bild 15. Telefonväxel Lfc M 60

För ökad flexibilitet och anpassbarhet till förändringar i sambandsbehoven utrustades anläggningarna med omfattande kopplingsfält för manuella "tekniska omkopplingar". Det skulle dock visa sig vid de större anläggningarna att värdet av den tekniskt möjliga flexibiliteten i dessa omkopplingsfält begränsades något av en svår administration.

Den på 50-talet införda typen av "förberedda förbindelser" hade nu mycket stor omfattning. Övningar indikerade stor risk att vissa förberedda uppkopplingar tog alltför lång tid att genomföra och att vissa förbindelser överhuvud ej kom till stånd vid uppkopplingsförsök. Speciellt inom Ls-näten ingick i de förberedda förbindelserna även långa abonnentledningar till avsides och normalt obebodda platser. Prov av sådana krävde tidsödande insatser. En speciell testutrustning (automatisk svarsutrustning, "tonsvarare",) utvecklades med vars hjälp sådana abonnentledningar kunde provas genom uppringning via ATN (Ref. 30).

Överföring av radarbilder (videos) krävdes i ökad utsträckning och bredbandsöverföring via såväl radiolänk som koaxialkabel utnyttjades. Fortfarande överfördes radarbilder i analog form, vilket krävde bandbredder av klassen "några MHz", vanligen krävdes flera videokanaler samt överföring av bäringsinformation. Samarbete mellan de radarobservatörer, stridsledare etc, som utnyttjade gemensam radarvideo, underlättades genom att peksymboler kunde

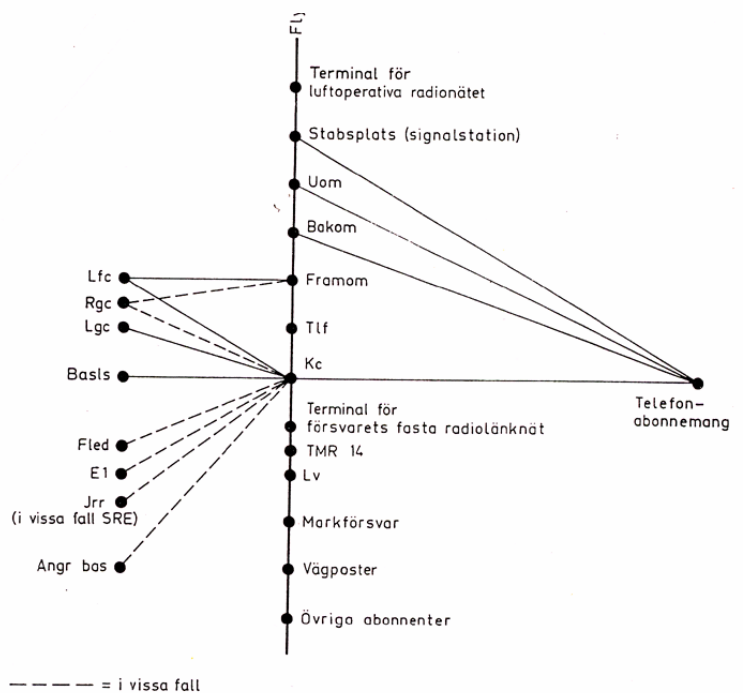
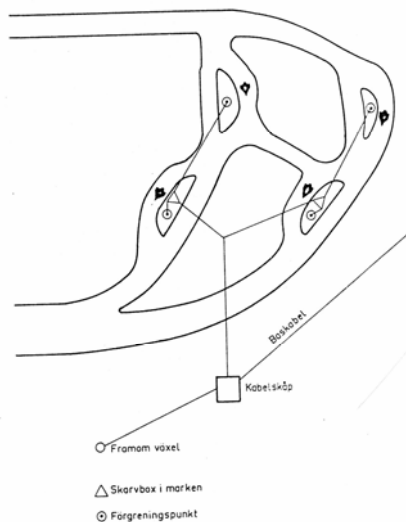
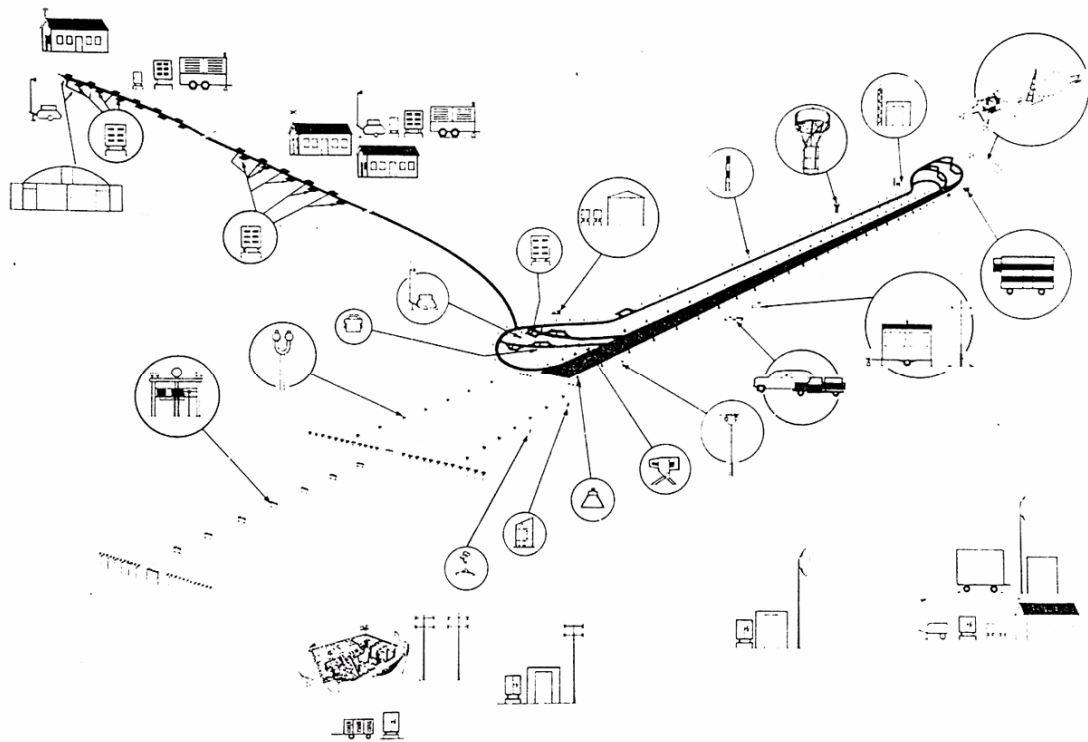


Bild 16. Baskabel

överförs mellan skilda PPI. Härför utnyttjades en på respektive talförbindelse inlagrad tonsignal på 1225 Hz, som gav en överföringshastighet av cirka 50 Baud (modem typ T1F2).

De växande kraven på snabba insatser av jakt, det ökande antalet baser, behovet av utspridningen av verksamheten vid baserna, ställde, liksom samordning med den kraftigt växande civila flygtrafiken, ökade krav på samband till, inom och mellan flygbaserna. De bortåt 50 baserna som fanns vid slutet av 60-talet hade olika utformning även av

sambandssystem. Under senare delen av 60-talet utvecklades ett enhetligt koncept för basernas utformning, Bas 60. Såväl det interna sambandssystemet som det externa förstärktes. Baserna anslöts via trådnät till en eller vanligen två stationer i televerkets nät, via utpunkt till FFRL samt via radiolänk till station i luftoperativa radionätet (LOPRA). En baskabel band samman basens olika grupperingsplatser som KC, klargörings- och underhållsområde, stabsplats, (Bild 16). Vid dessa fanns manuella telefonväxlar med skilda kapaciteter (24 till 100 linjer, Bild 17)

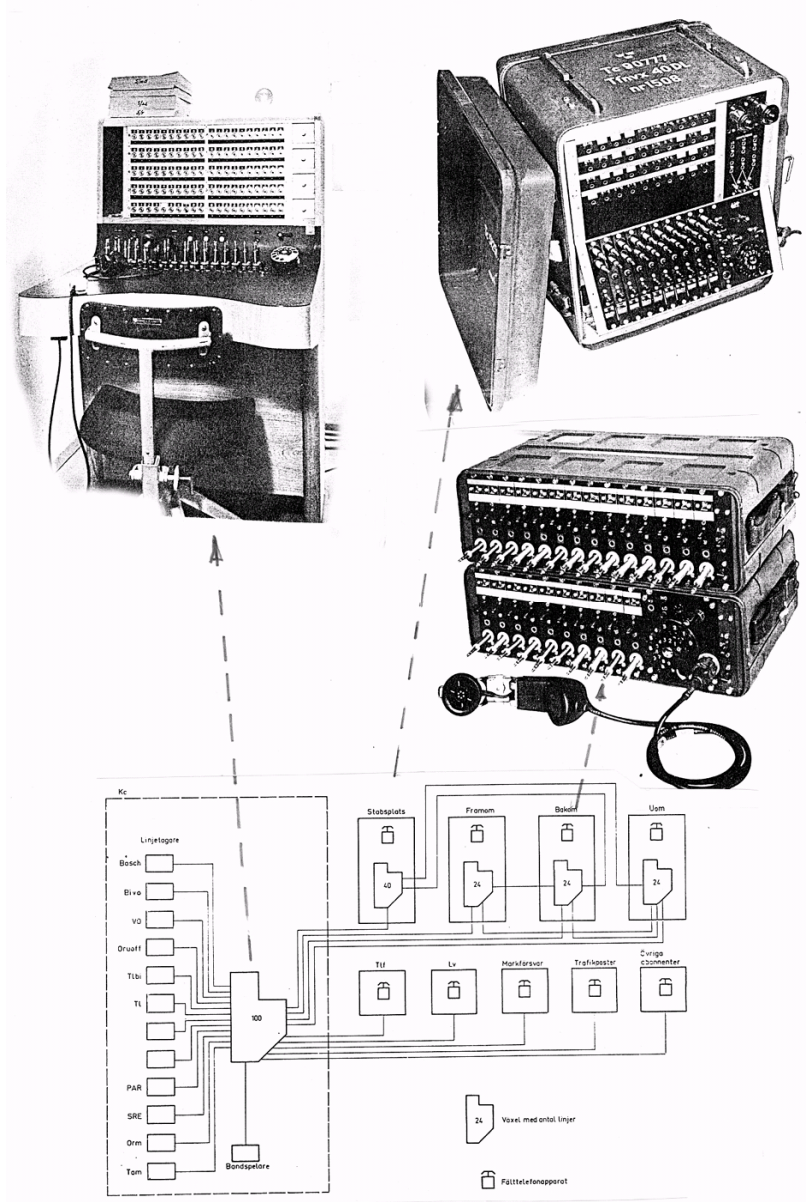


Bild 17. Flygbas, manuella telefonväxlar, KC, stabsplats etc

I KC utnyttjades vidare Telefonsystem 46 för konferenskoppling av startorderförbindelsen från överordnad central (LFC e dyl) till flygplan i högsta beredskap (Bild 18). För internsamband inom basen utnyttjades även ett basradio-system. För att tillgodose flygtrafikledningsorganens behov av snabbt upprättade talförbindelser utnyttjas

interfonsystem IFN-64, ett system gemensamt för flygvapnet och civila luftfarten. Systemet betjänade såväl intern som extern taltrafik, som vanligen utgörs av korta samtal av brådskande natur rörande aktuella flygplansrörelser o dyl. Utbyggnad av flygvapnets baser till denna Bas-60 standard pågick fram till slutet av 70-talet.

De nya robotförbanden (Rb 68) krävde att snabbt kunna upprätta samband från nya grupperingsplatser och utrustades med transportabla radiolänkenheter (av typ RL-23, en utrustning på frekvensband runt 350 MHz och med kapacitet för en telefonkanal), med vars hjälp de snabbt kunde ansluta till förberedda punkter i FFRL.

Det ökade beroendet av flexibelt samband med bibehållen god transmissionskvalitet ledde till att man inom försvaret utarbetade och efter omfattande remissbehandling 1968 fastställde "Transmissionstekniska riktlinjer för krigsmaktens telefon-förbindelser", vanligen benämnda TRAMS (Ref. 10). I förarbetet ingick bl a omfattande mätningar beträffande kvaliteten på de existerande förbindelserna. Intresset för transmissionsprestanda i näten berodde även på den alltmer ökande dataöverföringen via telefonkanaler genom utnyttjande av modemer. Mycket omfattande mätningar beträffande brus, bandbredder, löptidsdistorsion mm utfördes. Riktlinjerna utgjorde en god grund för kommande integration av tråd- och radiolänknäten.

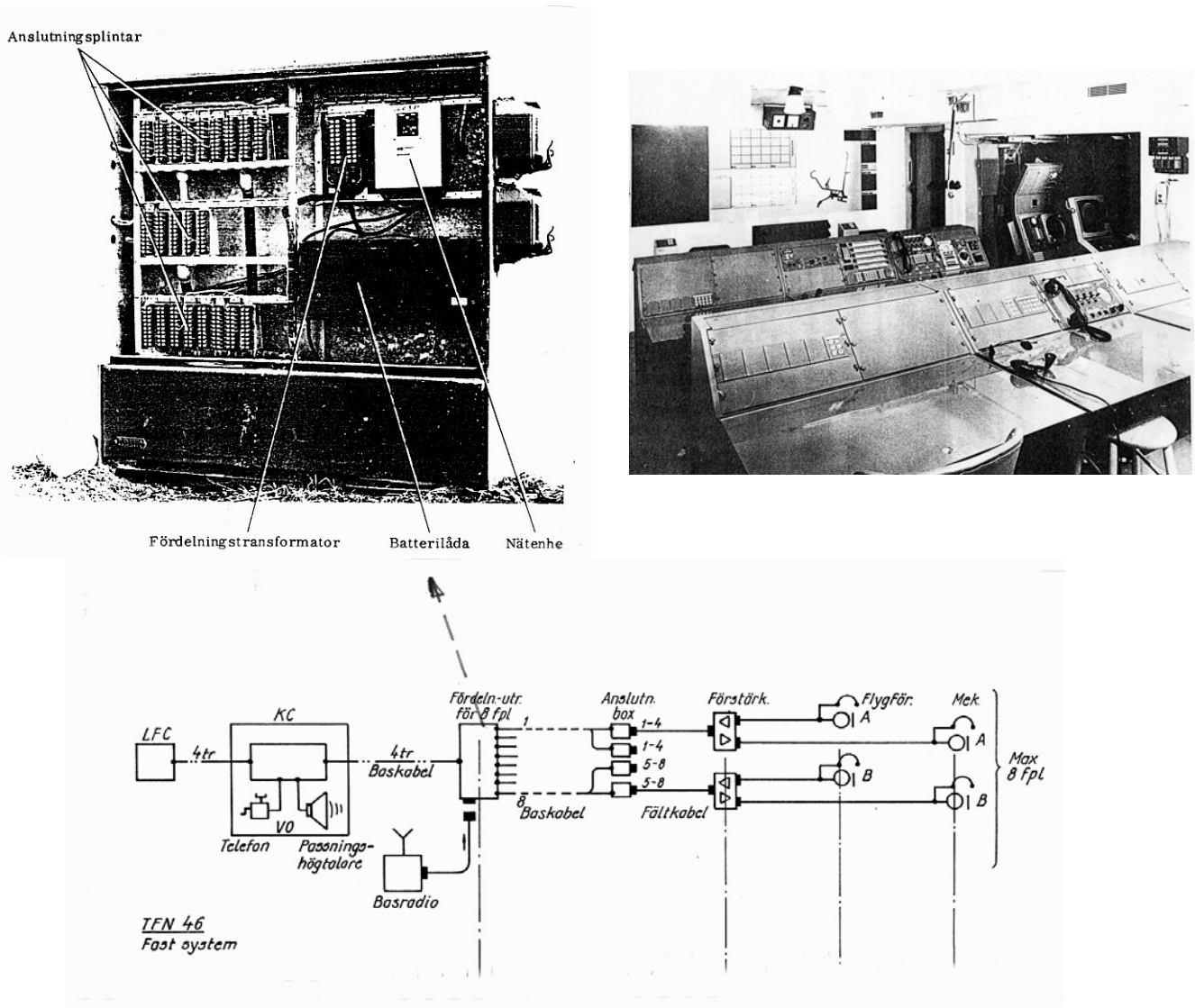


Bild 18. Baskabelskåp, och expeditiionsplatser i KC

De transmissionstekniska riktlinjerna ställde ökade krav bl a på olika FV-anläggningars anslutning och anpassning till de externa förbindelserna. Inte minst flygbaserna och dessas baskablar berördes. Speciella "anvisningar för anslutning av externa telefonförbindelser" utarbetades (Ref. 11).

I mitten på 60-talet redovisade försvarsmakten starkt ökat förbindelsebehov för högre och lägre regional ledning. Den ökade transmissionskvaliten (enl riktlinjerna) och de bättre förmedlingsresurserna (fyrtrådsförmedling etc) skapade successivt förutsättningar för att koppla upp förbindelser genom kombination av de skilda delnäten. Dock begränsades möjligheterna till detta av att de manuella uppkopplingarna tog tid, signaleringen var i stort sett av LB-typ och därmed osäker beträffande nedkoppling. Även adresseringen var ibland oklar och många växlar erbjöd endast tvåtrådsförmedling.

Under -66, -67 studerades möjligheterna att, med hjälp av ett ökat antal inbördes förbundna kvalificerade förmedlingsväxlar i olika ledningscentraler, skapa regionala förmedlingsnät. Dessa avsågs ge större "täthet" än det planerade landsomfattande automatnätet och medge ett effektivare utnyttjande av förbindelserna än ett nät helt av stela änd till änd förbindelser. Dessa s.k. MA-nät skulle anslutas till det planerade landsomfattande automatnätet. Principen applicerades till viss del vid planeringen av några regioner. Den fick dock av ovan angivna skäl endast begränsad tillämpning. Den påverkade senare utformningen av ett växelsystem för Gpl den s.k MABX-växeln m/70 (se 70-talet).

Den planerade automatiseringen av trafikförmedling i FFRL påbörjades. Som växel valdes en programminnesstyrd växel med rumsuppdelad väljare. All förmedling var av typ fyrtråd. Det inom FFRL härmed etablerade automatiska trafiknätet benämndes ATL (för "Automatisk Teletrafik Landsomfattande"). De första automatiska nodväxlarna i ATL sattes i drift 1969 och därmed förverkligades tanken från -54 på ett Försvarets automatiska landsomfattande telenät (Ref. 28).

Växeltypen (AKE-129, Ref. 14 och Bilaga 6) styrdes av en specialutvecklad, dubblerad processor (med ett program om 48 k-ord á 16+2 bitar i magnetiskt kärnminne!). Växeln hade elektromekanisk kopplingsmatris i form av pulsstyrda kodväljare (Bild 19). Samma växeltyp, dock med annan programvara, infördes samtidigt i televerkets nät. De första automatiska noderna i FFRL sattes efter ett omfattande utprovningsskede i trafik 1969. Under en period var svenska försvarsmakten faktiskt den nätägare som hade flest växlar av denna typ i trafik!

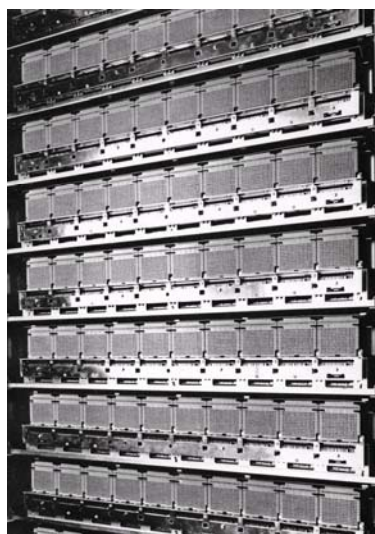


Bild 19. Kodväljare

Under 60-talet skedde en kraftig utbyggnad av FFRL främst i södra delen av landet där den avsedda maskformiga strukturen successivt realiserades. Ett stråk genom inre Norrland, till del realiserat med radiolänk av troposcattertyp, möjliggjorde anslutning även av anläggningar i övre Norrland. Härigenom fick FFRL 1962 den planerade landsomfattande täckningen. (Se bilaga 9)

En omfattande integration av försvarsmaktens samband för operativ ledning och för stril-systemet förbereddes, en preliminär målsättning här för gavs ut 1969 och påverkade givetvis starkt den fortsatta planeringen och utformningen av försvarets olika telenät.

Sammanfattning 60-talet

Behoven:

- Starkt ökande behov av telefonisamband med snabb etablering, god kvalitet och ökad flexibilitet.
- Gryende behov av dataöverföring.
- Ökat behov av överföring av radarvideo.
- Ökade krav på skadetålighet i näten.

Tekniken:

- Multiplexsystem av FDM-typ med stor kapacitet tillgängliga.
- Modemtekniken utvecklas mot högre datahastigheter
- Transistorer och andra halvledarelement tillgängliga för många funktioner.
- Utveckling inom datorområdet

Lösningar i FV telefoni- och transmissionssystem

- Fortsatt utnyttjande av televerkets nät, via såväl ATN som förberedda direktförbindelser.
- Stark utbyggnad av egna transmissionsresurser på såväl tråd som radiolänk.
- Ökad samplanering av och samverkan mellan FFRL och trådnät.
- Högkapacitets FDM -system via radiolänk och kabel introduceras.
- Klenkoaxialkabel utnyttjas.
- Automatiskt förmedlingsnät ATL i FFRL förverkligas.
- Halvledare utnyttjas i växande omfattning. Heltransistoriserade organ infördes i många funktioner.
- Programminnesstyrda system introduceras.
- Utnyttjande av telefonikanaler för datatrafik via modemer ökar, såväl i antal förbindelser som beträffande datahastighet.
- Ledningscentraler förses successivt med ny telefonutrustning.
- Ett enhetligt sambandssystem för flygbaser utformas.

70-talet

Som en effekt av den nya operativa målsättningen för försvarets samband (OpM / Sb 1975) skapades begreppet försvarsmaktens gemensamma samband (FGS). De tidigare separata radiolänk- (FFRL) och trådnäten integrerades successivt till ett nät. Begreppet Försvarets TeleNät, FTN, introducerades som beteckning på detta för försvarsmakten gemensamma landsomfattande nät för överföring av tal, data, fjärrskrift och bild. I begreppet innefattades transmissions- och förmedlingsresurserna liksom de tekniska och trafikala stödresurserna. FTN utnyttjas för etablering av ett antal skilda trafiknät. Dominerande del betjänar FV-samband, men även central, högre och lägre regional ledning. Även övriga försvarsgrenar och vissa andra organ inom totalförsvaret utnyttjar FTN. I FTN kan därför nu urskiljas ett antal trafiknät

- ATL, automatförmedlat trafiknät för tal, data och fjärrskrift
- Krigsfjärrskriftnät
- Förbindelser för attackeskader, luftförsvaret, luför, Lv-order alarmering etc
- Förbindelser för central och högre regional ledning

I mitten på 70-talet omfattade FTN mer än 10 000 förbindelser, varav större delen fortfarande var direktförbindelser, fast uppkopplade eller förberedda. FTN förtätades nu successivt med nya transmissionsresurser i såväl tråd- som radiolänkdelarna.

För att säkra tillgängligheten i FTN och öka dess täckning tillfördes även transportabla komponenter i form av radiolänkar och multiplexer för ersättning av skadade delar och för kompletterande utbyggnader. För olika behov utformades olika enheter, vissa kopplade till speciella organ som baser, transportabla och rörliga radarstationer, ledningscentraler och andra förband. Dessa olika transportabla / rörliga resurser gav kapaciteter från 24 upp till 300 kanaler, bl a utnyttjades radiolänkar av typ RL 45, RL 72. Det organiserades "stomnätsplutoner" utrustade med transportabla radiolänkstationer. Dessa var primärt avsedda för ersättning av skadade transmissionssträckor i FTN stomnät.

För att förenkla anslutning av rörliga förband till FTN anordnades speciella anslutningspunkter i vissa av nätets anläggningar, främst vid noder och relästationer i länknätet men även punkter i trådnätet. Anslutningspunkter (Bild 20) anordnades såväl för flygvapenenheter som för armeförband, och såväl för inkoppling mot förberedda stela förbindelser i FTN som för anslutning till ATL. Sådana alternativa anslutningspunkter kunde vara katalogmässigt förutsedda i ATL och trafik till den anslutande abonnenten kunde då automatiskt dirigeras dit om ordinarie anslutning var ur funktion eller urkopplad. Anslutningen av armeförband komplicerades av att dessas multiplexutrustningar tillämpade ett annorlunda signalschema. Hopkopplingen måste ske på talkanalnivå och speciella anpassningar görs på olika krav beträffande ringsignalfrekvens. Ibland krävdes även en manuell förmedling i "skarvpunkten".

Samverkan med Televerket stärktes. Formella avtal slöts beträffande viktiga frågor som:

- direktanslutning av försvarsanläggningar till en högre förmedlingsnivå i televerkets trafikhierarki (ATN-F utredningen 1972)
- kostnadsfördelning vid anordnande och utnyttjande av gemensamma kablar (kabelavtalet 1976)
- samverkan mellan FTN och televerkets transmissionsnät på BF-nivå (beta-avtalet 1976).

Dessa avtal skapade bl a förutsättningar för reservmöjligheter för FTN genom omkopplingar på BF-nivå via televerkets nät. I planeringen av näten förutsågs speciella samverkanspunkter.

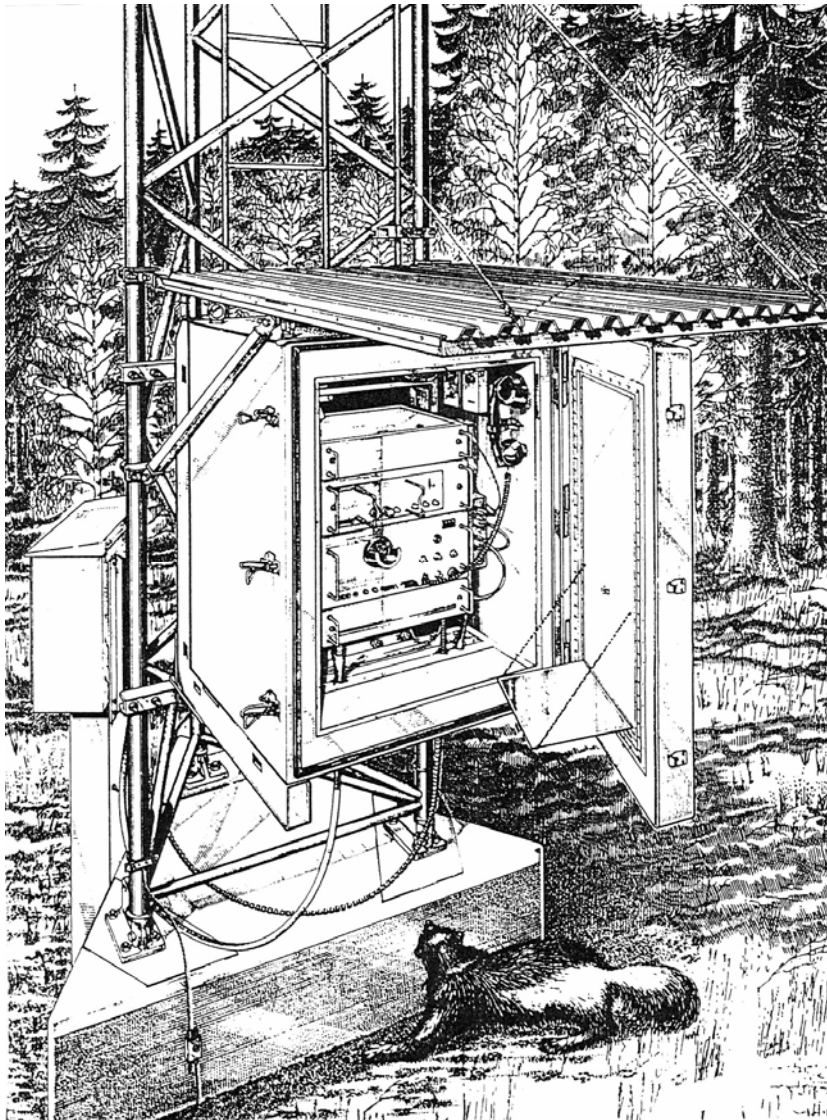


Bild 20. Anslutningspunkt till FFRL för fältförband

För att ytterligare öka kapacitet, flexibilitet och verkningsgrad i FTN / ATL angavs i luftförsvarsstudien 1977 (SUS-77) riktlinjer för utökningar i nätet och för ökad användning av förmedlad trafik i stället för fasta direktförbindelser. För att realisera detta kompletterades ATL med ytterligare nodväxlar. Nu valdes ett växelsystem, ETSS (Se Bilaga 7), med rumsuppdelad helelektronisk väljarmatris och programminnesstyrning med utnyttjande av standard PDP-datorer. Även alternativ med tidsuppdelad väljarmatris studerades, men ansågs ännu vara alltför oprövade. För signalering mellan ETSS växlar introducerades nu gemensam kanalsignalering (GK-signalering) via asynkron datakanal med 1200 Baud.

Frågor om signalsystem i näten ("manöversignaler" för förbindelser och nät) blev successivt allt väsentligare. Under 40- och 50- talen med manuell hantering av trafiken (i huvudsak LB-trafik) var enbart anrops- och slutsignaler aktuella. De överfördes som 25 Hz-signal eller tonsignal i talkanalen (inom eller utanför talkanalen frekvensband). Bf-teknikens och automattrafikens intåg, integrationen mellan tråd- och länknäten, transit- och terminaltrafik i

ATL, samverkan på olika nivåer med televerkets trafiknät, allt ställde ytterligare krav på signaleringsfunktioner. Utnyttjandet av vissa telefonkanaler för dataöverföring måste vidare beaktas, speciellt vid inombandsignalering.

Kraven på signalsäkerhet i länkförbindelser hade lett till att FFRL i flera avseenden hade annorlunda signalsystem än de, som utnyttjades i televerkets nät. Televerket tillämpade exempelvis vid automattrafik ett tillståndindikerande system (tonsignal på förbindelser i vila) medan i FFRL tillämpades ett händelseindikerande system (tonsignal-pulser vid anrop och slutsignal). Försvarsnätets behov av signalering mellan växlar på samma hierarkiska nivå ställde andra krav än signaleringen i det mera hierarkiskt strukturerade publika nätet.

En sammanfattande redovisning av signalsystemen (täckande såväl linje- och stationssignalsystem som registersignalsystem) och anvisningar för val av system för olika förbindelsetyper utarbetades och fastställdes 1973 (Ref. 15). Manöversignalering var fortfarande av typ kanalbunden, d v s signaleringen skedde över samma telefonkanal som talöverföringen. Detta gällde även mellan växlar i ATL med undantag enligt ovan för ETSS-växlar, där GK- signalering introducerats.

Flygbaserna utbyggdes under perioden successivt till Bas-60 standard. Ett moderniserat interfonssystem, IFN 70 (Ref. 16), utvecklat i samverkan med Luftfartsverket och Televerket, infördes för trafikledningens sambandsfunktioner. IFN 70 är en vidareutveckling av IFN 64. Alla förbindelser är här av 4-trådstyp. Önskad trafikfunktion erhålls genom momentan nedtryckning av omkastare, inbrytning i pågående samtal är möjlig. Externa förbindelser är direkt tillgängliga för upp till 16 anslutna positioner.

Ledningscentralerna försågs nu successivt med modernare utrustningar beträffande såväl förmedlingsorgan / växlar som operatörspaneler. Lfc kompletterades redan under slutet av 60-talet med automatisk abonnentväxel, PABX, typ A333. I denna växeltyp utnyttjades fortfarande relälogik och rumsuppdelad elektromekanisk väljarmatrix (koordinatväljare). För större Gpl anslutna till FTN utvecklades i samarbete med LM Ericsson en automatisk växel, FMV M 70, även benämnd MABX. Växeln innefattade såväl en PABX som en automatisk transitväxel med kapacitet för fyrtrådig förmedling (av LME betecknade AKD 792 resp AKM 302). Förmedling kunde styras dels direkt från anslutna förbindelser, externa såväl som interna, dels av telefonist. Den rumsuppdelade kopplingsmatrisen utgjordes av registerstyrda elektromekaniska kodväljare. Styrdelen var en blandning av relälogik och elektronisk kretslogik med diskreta komponenter. Den utrustades med avancerade omkopplingsmöjlighet för skilda trafik- och skadesituationer. Den kunde anslutas såväl till ATL som till ATN och till direktförbindelser av olika typer. Anslutning till ATN kunde ske såväl via lokal- som via när- och fjärrförmedlingsstationer. Den var utrustad såväl med en flora av stations- och linjesignalomvandlare som med organ för MFC-signalering (Multi Frequency Code). Växeln, som krävde 40 - 50 manshöga stativ, kom emellertid att införas endast i ett fåtal Gpl. Växeln kan ses som ett (sista ?) exempel på hur de växande kraven på mångsidighet och flexibilitet i förmedlingsorgan ledde till stor komplexitet och orimliga dimensioner vid lösningar med traditionell relä- och kretslogik.

För såväl radiolänknätet som trådnätet fanns omfattande administrativa system för registrering av nät och förbindelser. Dessa skilda system integrerades under perioden till ett datorbaserat gemensamt system "FUN" (Förbindelse-, Uppkopplings- och Nät), som var en vidareutveckling av det sedan -65 för FFRL använda (Ref. 33). För administration av abonnentinformation i ATL fanns ett datorbaserat katalogsystem.

Under perioden skedde en snabb utveckling på områden som halvledar-, digital-och datorteknik, områden som givetvis är starkt inbördes kopplade. I kombination med de ständigt ökande kraven på kapacitet och säkerhet påverkade denna tekniska utveckling även FV sambandssystem generellt. Utvecklingen ställde nya krav på FV telefon-och transmissionssystem men skapade å andra sidan även nya möjligheter att möta dessa krav.

Beträffande behoven innebar utvecklingen

- fortsatta krav på ökad kapacitet, kvalitet, snabbhet, flexibilitet och säkerhet även under en förstärkt hotbild
- starkt ökade krav på effektiv överföring av data och annan digital information.
- krav på nya funktioner och tjänster för såväl intern FV-trafik som "extern" trafik (mot andra försvarsenheter och civila organ)

De ökade möjligheterna att möta kraven baserades på faktorer som:

- halvledartekniken krävde mindre energi och utrymme, den medgav mer avancerade funktioner, ökad snabbhet
- datortekniken medgav utnyttjande av programminnesstyrda utrustningar med dessas större flexibilitet och utökade funktionsrepertoar
- digitaltekniken medgav bättre transmissionskvalitet och utnyttjande av tidsmultiplex i transmissionssystemen, vilket även gav kostnadsmässiga fördelar

Redan under 60-talet hade vissa av kraven börjat uppträda resp möjligheter kunnat utnyttjats. Programminnesstyrning hade sålunda introducerats i förmedlingsorgan i FTN noder. Viss dataöverföring via telefonkanaler hade möjliggjorts via modemer.

Den analoga FDM-tekniken (frekvensdelningsmultiplex) utmanades nu av digital TDM-teknik (tidsdelningsmultiplex). Här stod valet mellan deltamodulation (DM) och pulskodmodulation (PCM). Försvaret gjorde redan 1973 prov med båda, ett PCM-system och ett DM-system, båda för kabel. Proven ledde till att PCM valdes för FTN och därmed i princip även för anslutna objekt. Valet motiverades dels av den möjliga högre talkvaliten och dels av möjlighet till enklare samverkan med civila nät (läs televerket) och utnyttjande av på civila marknaden befintliga produkter med dessas gynnsamma prisutveckling. För FFRL, som dels krävde ökad kapacitet, dels stod inför en materielomsättning på flera håll, fattades under 1974 beslut om successiv digitalisering av transmissionen inom FFRL med tillämpning av PCM. Detta kom efter hand även att gälla trådnätet. I det första skedet inriktades digitaliseringen mot transmissionsdelar i samband med materielomsättning. Utrustning för överföring av 480 telefonkanaler i TDM / PCM teknik beställdes 1974 och togs i drift 1979. Därmed startades i FV telefon och transmissionssystem en övergångsperiod som medförde en blandning av analoga och digitala delar. En telefoniförbindelse i FTN kunde under denna övergångstid komma att byggas upp av delar, där några var av PCM-typ, andra av FDM-typ och någon del fysikalisk trådleddning. Detta kunde givetvis tänkas påverka transmissionskvaliten.

Ytterligare mätningar i såväl tråd- som radiolänkdelarna av nätet genomfördes nu för att studera transmissionskvaliten. Speciellt de starkt växande kraven på dataöverföring i FV sambandssystem ställde krav på ingående kännedom om nätets prestanda, dämpning, brusförhållanden (innefattande såväl termiskt brus som kvantiseringsbrus), löptidsdistorsion och pulsstörningar.

Överföringen av de digitala signalerna via bredbandiga radiolänkar på mikrovågsområdet väckte vidare vissa farhågor beträffande störningar (korta brusstörningar vid fading, flervägsutbredning, väderpåverkan, etc). Dessa problem studerades ingående, omfattande mätningar gjordes i FFRL stornät. Som resultat av dessa infördes på vissa radiosträckor diversitet av rymd- eller frekvenstyp.

Dataöverföringen skedde vanligen via telefonkanaler genom utnyttjande av organ typ benämnd DCE (Data Circuit terminating Equipment), omfattande modem samt utrustning för etablerande och avslutande av kommunikationen genom nätet. Överföringskapaciteten via telefonkanal ökade under perioden successivt till 4800 bit/s genom alltmer avancerade modem, exempelvis DT 112 (Ref. 17) av fabrikat Codex. För överföring av högre datahastigheter studerades möjligheter att utnyttja 12grupper i FDM-systemen alternativt att lägga en datakanal över eller under BFgrupperna i FDM systemen.

De växande behoven av överföring av data och annan digital information innebar dock nya krav. I bilden ingick även erforderliga förändringar i fjärrskriftnäten. Under periodens mitt bedrevs därför studie- och planeringsarbete på området. En omfattande utredning "Data-Fskr-75" behandlade hela komplexet. Förhållanden och arbetet beträffande fjärrskriftnäten finns utförligt redovisade i FHT dokument, "Försvarsmaktens gemensamma fjärrskriftnät, historisk framställning" (Ref. 3) och behandlas ej närmare här. Utredningen lämnade förslag till ett försvarets datanät baserat på paketförmedling. Detta kan ses som en startpunkt för planeringen av det som skulle bli försvarets datanät MILPAK. Ett provdatanät anordnades 1976-1977 för datatransmission med 2400 bit/s mellan ett mindre antal dataterminaler samt för datextrafik.

Det kan vara av intresse att notera att som ett led i utredandet studerades även möjligheten att komplettera förmedlingsorganen i ATL (AKE 129) till att även fungera som en kretsförmedlande växel i ett fjärrskriftnät, en ide som dock ej realiserades.

För överföring av radarinformation från radarstationer till ledningscentraler utnyttjades sedan slutet av 50-talet bredbandstransmission via kabel och radiolänk. Nya radarstationer innehöll nu funktioner för att redan vid radarn extrahera den väsentliga informationen. Denna kunde överföras som dataflöde via modem och telefonkanaler i FTN (Bild 21) Funktionen benämndes vanligen SBÖ (för SmalBandsÖverföring). Datahastigheter om 4,8 kbit/s utnyttjades i riktning från radarn, vanligen en lägre hastighet (150 bit/s) i motsatt riktning. Information från en radarstation kunde nu via fördelningstrustning ("SBÖ- spridare") spridas till flera mottagare (varvid dock fjärrstyrningen av radarn ibland skapade vissa problem).

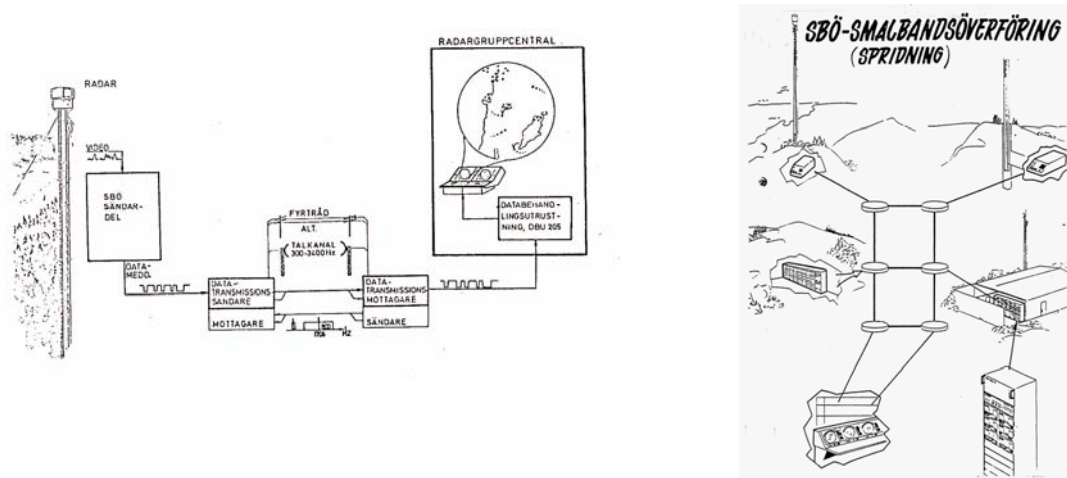


Bild 21. Smalbandsöverföring av radarinformation

Inledningsvis möttes SBÖ av visst motstånd från en del radarobservatörer, som hävdade att den "råa", analoga bilden gav bättre underlag för måldetektering och följning. SBÖ tillämpades för överföring från flertalet radarstations-typer, PS-65, PS-66 och lågspaningsradar PS-15.

Andra växande datakommunikationsbehov var överföring av styrdata och kommandon till markplacerade styrdatasändare f.v.b. till egen jakt.

Även andra former för överföring av data förekom. Ett exempel på detta var systemet Opus (Ref. 18), som redan i slutet på 60-talet infördes för insamling, överföring och presentation av information inom den optiska luftbevakningen (Bild 22). Informationen genererades vid Ls i en manuellt betjänt datagivare. Data sändes Ls -Lgc över en telefonkanal, via tråd eller radiolänk, som en pulsad bärvåg på en av tre valbara frekvenser. "Dataformatet" var startpuls, 1 - 7 räknepulser och stoppuls. Informationstakt av storleksordningen 3 bit/s per frekvens erhöles. Telefonkanalen kunde samtidigt användas för talöverföring. Från Lgc sändes informationen vidare till Rgc och Lfc via inlagringstelegrafi.

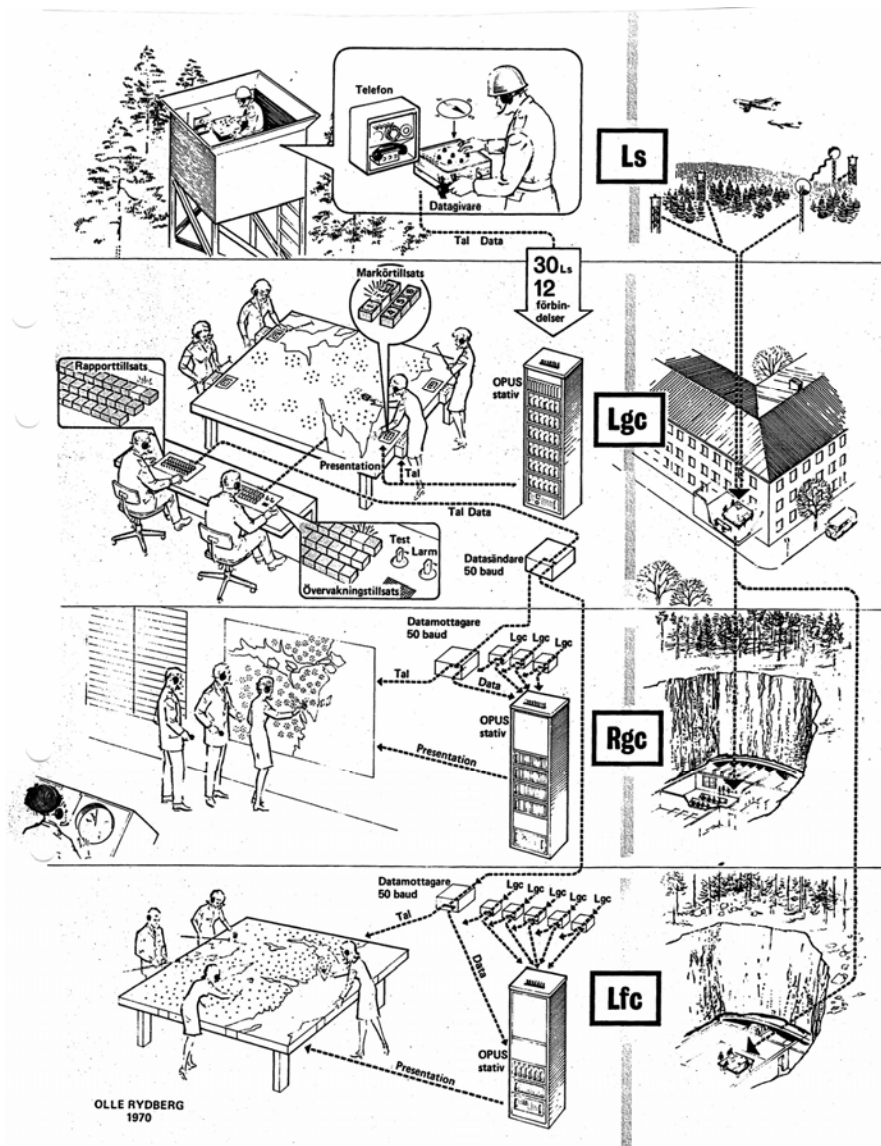


Bild 22. OPUS

En ökad samverkan med Televerket inleddes nu. Genom det s.k. Beta avtalet möjliggjordes anslutning av försvarsobjekt till televerkets nät på kanalgruppsnivå i FDM-transmissionssystemen. I s.k. samverkanspunkter gjordes vidare förberedelser för att vid skador i försvarsnätet kunna utnyttja kanalgrupper i Televerkets FDM-nät. Vissa skillnader i modulations-schema begränsade dock denna samverkan till 60-grupp i visst frekvensläge.

Under 1979 startades så arbetet på en ny långsiktplan för FTN. Planen skulle beakta kända och förväntade sambandskrav från såväl FV som vissa försvarsgemensamma organ. En viktig grund för arbetet utgjorde givetvis den preliminära systemmålsättning för flygvapnets samband (Prel SYMM FV Sb, se Ref.19), som utarbetats under slutet av 70-talet. Planen skulle givetvis även beakta den snabba tekniska utvecklingen på området, en utveckling som starkt påverkade även ledningsorganens totala system för insamling, behandling och distribution av information. Långsiktplanen skulle utgöra en grund för modernisering av nätet och samtidigt skapa en handlingsfrihet för val mellan olika tekniska alternativ.

Sammanfattning 70-talet

Behoven:

- En ny operativ målsättning för försvarets samband (OpM Sb 1975) innebär krav på ett "Försvarets Gemensamma Samband" (FGS).
- Ökade krav på sambandsnäten beträffande geografisk täckning och täthet samt ökad tillgänglighet.
- Krav på möjlighet att ansluta även rörliga förband till fasta näten.
- Krav på ökad kapacitet i ATL samt allmänt större flexibilitet och högre verkningsgrad i sambandsnäten (SUS -77).
- Krav på nya funktioner och tjänster i näten.
- Starkt ökande behov av dataöverföring med högre hastigheter.

Tekniken:

- Snabb utveckling inom halvledar-, digital- och datorteknik.
- Nya signalsystem utvecklas för direkt samband mellan styrdelar i telenät.
- Halvledartekniken medger mer avancerade funktioner i utrustningar och minskar dessas volym, vikt och energibehov.

Lösningar i FV telefoni- och transmissionssystem.

- Integration av radiolänknät (FFRL) och trådnät till ett Försvarets Tele Nät (FTN).
- Digitala transmissionssystem av typ PCM introduceras i såväl länk- som tråddelar av FTN.
- Transportabla komponenter tillföres FTN för ersättning av skadade delar samt för kompletterande utbyggnad.
- Samverkan med Televerket stärks genom formella avtal.
- Provnät för dataförmedling av paketttyp anordnas.
- Vid radarstationer extraherad radarinformation överförs i digital form.

80-talet

Den under 70-talet påbörjade applikationen av digitalteknik inom FV sambandssystem växte i omfattning, främst beträffande transmissionsutrustningar men även beträffande terminalutrustningar. Fördelarna har belysts ovan, men "blandningen" av analog och digital teknik i näten gav även vissa svårigheter.

Inom den analoga FDM-tekniken kunde nätets transmissionselement kopplas samman även på kanalgruppsnivå (12-grupper, 60 -grupper och i vissa fall även grupper på högre nivå) varvid frekvenshållning stöddes av pilottoner i FDM systemen. Detta gav, med begränsade insatser av utrustning, även möjlighet till manuella omkopplingar inom FDM-delar i näten, vilket var av stort värde ur flexibilitets-synpunkt. I skarvpunkter mellan analoga FDM-system och digitala TDM-system tvingades man nu att tillämpa den gemensamma formen "analog telefonikanal". Detta krävde ökade insatser av multiplexmateriel.

Den tekniska utvecklingen motiverade starkt en inriktning mot digitala lösningar i telefoni- och transmissionssystemen. Detta påverkade det under slutet av 70-talet påbörjade arbetet med en långsiktig plan för systemens utveckling / modernisering och vidare utbyggnad. En viktig grund i detta arbete utgjorde givetvis även den "SYMM FV Sb", som utgetts i prel form 1979 och som fastställdes under perioden.

Som underlag för FTN långsiktplan bedrevs i början av 80-talet omfattande studier främst beträffande områden som

- Struktur, teknik, tjänster
- Trafikkapacitet
- Trafikdirigering/routing
- Nätdrift
- Signalskydd

Som virtuella testbäddar för studerade problem och lösningar utformades dels referensförbindelser, dels två alternativa nätstrukturer. Med tanke på trenden mot ökad digitalisering studerades vidare de tekniskt mycket väsentliga synkroniseringsproblemen.

Studierna resulterade i en rekommendation (Ref. 20) om inriktning på ett i princip helt tjänsteintegrerat, förmedlat digitalt nät (dvs med digital transmission och digital förmedling såväl inom nätet som hos abonnenter). Utöver digital kretsförmedling för telefonitrafik och viss datatrafik, förutsattes paketförmedling för datatrafik. I studien identifierades framtida sannolika krav och principiella lösningsalternativ i avseenden som

- Grundtjänster i FTN och anslutningskategorier härvid (Bild 23)
- Tilläggstjänster och specialtjänster i krets- resp paketförmedlade nät
- Strukturer i transmissions- och trafiknät
- Trafikkategorier och - volymer, fördelning över tillgängliga nät (FTN, ATN, ATL, förmedlade / stela förbindelser)
- Reservkapacitet för ökad skadetålighet

Med hänsyn till den ekonomiska situationen förutsågs en lång övergångstid, under vilken bl. a. möjligheterna till reservomkopplingar i nätet måste begränsas för att undvika stora anskaffningar av analog transmissionsmateriel, vilken på sikt skulle bli överflödig.

Långsiktspånen innefattade vidare en fortsatt och breddad samverkan mellan försvarets och televerkets transmissionsnät.

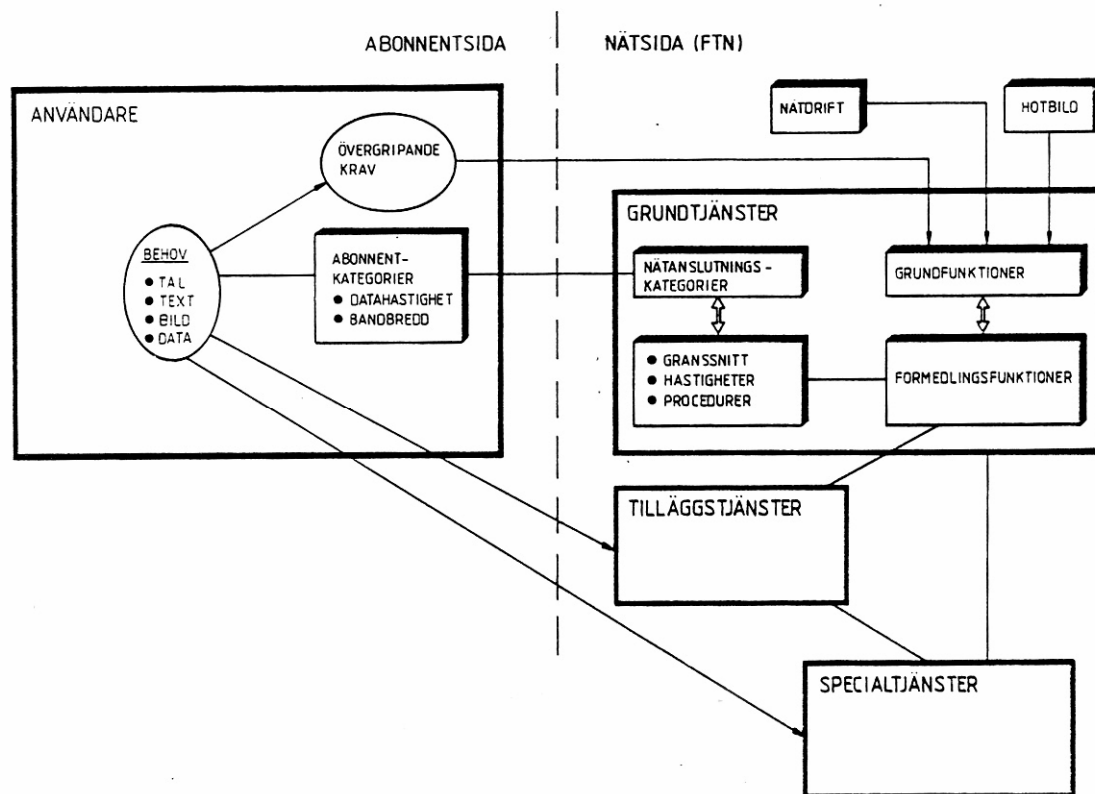


Bild 23. FTN långsiktspånen, användare och tjänster

Under perioden aktualiserade Televerket frågan om ett överförande till Televerket av vissa försvarsägda telekomresurser. Efter en utförlig kartläggning beslutades om oförändrat huvudmannaskap. På ett antal områden träffades ytterligare avtal om en närmare samverkan. Under -82 träffades sålunda ett avtal ("Delta-avtalet") om samverkan även beträffande digitala transmissionssystem. Även möjlighet att för samverkan vid behov placera försvarets transmissionsutrustning på Televerkets anläggningar avtalades (1986).

Många operativa och taktiska sambandsbehov täcktes fortfarande genom fast uppkopplade eller förberedda direktförbindelser. Redan i "Prel SYMM FV Sb" angavs en målsättning att dessa samband skulle kunna upprättas även via förmedlade förbindelser. För att allt mer styra utvecklingen mot förmedlad trafik och därmed ökad flexibilitet introducerades s.k TAKKOM förbindelser. Detta innebar att med hjälp av TAKKOM-terminalutrustningar kunde långtids-uppkopplad förmedlad förbindelse mellan aktuella objekt upprättas. Förbindelsen förblev uppkopplad som en "semi-permanent förbindelse" under önskad period. Den samtalsvisa anrops- och slutsignaleringen skedde via i TAKKOM-terminalerna anordnad inombands-signalering. Den upprättade förbindelsens funktion övervakades av terminalutrustningarna, vid avbrott kunde alternativ förbindelse automatiskt upprättas. Ett annat sätt att utnyttja förmedlade förbindelser innebar automatisk uppkoppling mot förutbestämd motpart direkt vid anrop utan att adress behövde anges av den anropande.

För att minska behovet av multiplexutrustning (främst kanalmoduleringsutrustning KMU) i skarvpunkter mellan FDM- och TDM- system infördes transmultiplexutrustningar, med vars hjälp konvertering kunde ske direkt mellan två 2-Mbit/s grupper i TDM system (vardera med

32 64-kbit/s kanaler) och en 60-grupp i FDM system. Kanalgrupperna kunde således kopplas mot varandra utan att först upplösas i talkanaler.

Successivt infördes nu allt fler digitala element i sambandssystemen. I bl a Lfc infördes en modernare PABX. Växeln, ASD-551, var datorstyrd, dvs hade programminnesstyrning, men var avsedd för analoga förbindelser. Den arbetade med rumsuppdelad, elektromekanisk väljarmatris uppbyggd av reed-element. Varje krysspunkt i väljarmatrisen innefattade tre reed-element, varav två för talbanan och ett för utställning och hållning av väljarvägen. Växeln hade kapacitet för 450 analoga telefonförbindelser. Som belysning av teknikläget kan anges att masterprogrammet om c:a 225 instruktioner lagrades i fasta minnen, trafikprogrammet omfattade endast c:a 6000 instruktioner.

På vissa större Gpl introducerades mot slutet av perioden en ny PABX, Sopho, av försvaret benämnd Vx 400. Växeln, tillverkad av Philips, var av PMS- typ.

För växelfunktionen i objekt med något mindre kapacitetskrav anskaffades under slutet av 70-talet en PABX benämnd GTD 120, en "helelektronisk" växel med väljarmatris av tidsdelningstyp. Denna växel, med kapacitet för 120 anslutningar var mindre utrymmeskrävande och avsedd att införas bl a på baser och i rörliga indikatorrum.

För operatörerna i ledningcentraler på olika nivåer infördes nya kommunikationsutrustningar baserade på datorstyrning (PMS) och digital överföring. Detta stödde utvecklingen mot förmedlad trafik för samband med höga krav på flexibilitet, säkerhet och snabbt upprättande. Ett programminnesstyrt, digitalt system, AXT 101, infördes. (Ref. 21). Det var baserat på element och teknik i Ericssons AXE-system, utnyttjade switchelement av tidsdelningstyp. Systemet förmedlade intern och extern trafik och gav framför allt via sina avancerade operatörspaneler (Bild 24) en mycket snabb och flexibel tillgång till erforderliga samband samt en flora av specialtjänster. Det förekom i ett antal versioner för skilda applikationer, vid såväl fasta som transportabla enheter. I applikation vid flygbas benämndes det televäxel 420. Systemet användes såväl vid Lfc som vid radarstationer, RIR (rörligt indikatorrum), Rrgc (radargruppcentral) och infördes successivt även vid andra av FV ledningsorgan. Växelsystemet utnyttjades för de mest krävande sambandsfunktionerna och kompletterades i flera applikationer med en växel av PABX-typ för hantering av övrig trafik, intern såväl som extern mot främst ATL och ATN.

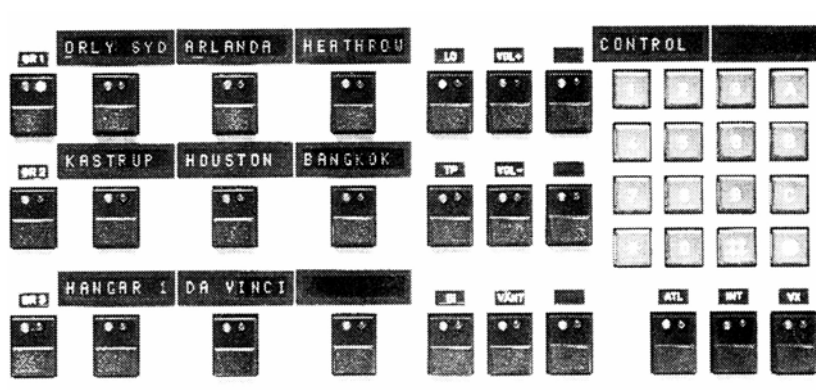


Bild 24. AXT operatörspanel

För att föra digitaliseringen av nätet vidare krävdes givetvis att även växlarna i ATLnoderna i FTN blev av digital typ. Redan i slutet av 70-talet hade som försök ett mindre provnät med

fyra digitala noder anordnats med utnyttjande av ett PCM-växelsystem från STK. För ersättning av AKE 129 valdes emellertid av flera skäl ett med AXT 101 nära besläktat växelsystem, AXT 121.

Det kan nämnas att den i provnätet använda växeltypen från STK senare infördes som växel i Marinens telenät (Televäxel 500) och, i en version för deltamodulering av Eurocom-modell, senare även i armens Telesystem 9000.

Digitaliseringen av nodväxlarna möjliggjorde en mängd rationaliseringar i ATLnoderna. PCM-kanalgrupper om 2 Mbit/s kunde anslutas direkt till växeln, nytt och snabbare signalsystem kunde införas (GK-signalering, se nedan) såväl mellan noderna inbördes som mellan noderna och vissa abonnenttyper. Även en effektivare och säkrare trafikdirigering (routing) kunde införas.

Utvecklingen mot digitala växlar även i ATN och i abonnentanläggningar gav successivt ökade möjligheter till anslutningar mot transmissionsnäten på PCM kanalgruppsnivå, vanligen i form av 2 Mbit/s PCM grupper om 32 st 64 kbit/s kanaler. Detta innebar avsevärda minskningar i behovet av multiplexutrustningar.

Moderniseringen av näten krävde och möjliggjorde en successiv övergång till snabbare manöversignalsystem, såväl mellan noder i ATL som mellan dessa noder och anslutna anläggningar / abonnenter. Detsamma gällde även anslutningar av större anläggningar till ATN. Tidigare skedde signaleringen på eller direkt associerad till den enskilda talkanalen. De nya signalsystemen var av typ gemensam- kanalsignalering (GKsignalering) d v.s de organ, som svarar för uppkopplingar av sambanden, har ett inbördes utbyte av information via en datakanal (vanligen med hastigheten 64 kbit/s), via vilken bl.a. all för förbindelseuppkopplingar erforderlig information (adresser, val av kanal, tillståndsindikeringar etc) utbytes mellan organen. GK-signalering hade i försvarets nät sedan 70-talet använts mellan ETSS växlar i ATL noder, dock med datahastigheten endast 1200 Baud, asynkront.

Sedan början på 80-talet fanns en förändrad syn på flygbasernas utformning. Nya flygplantyper medgav kortare banlängd, var anpassade till en rörlig klargöringsorganisation, etc. Hotbilden krävde spridning av basens verksamheter över stora ytor. Antalet baser minskade, begreppen huvudbas och sidobas etablerades, kortbanor (vanligen belägna på större landsvägar) med flygplansplatser för rörlig klargöring byggdes ut. Allt detta ställde ändrade krav på sambandet, såväl det interna inom ett basområde som det externa. För att möta dessa krav och för att ge ökad enhetlighet hos basernas beslutades om en upprustning av sambandssystemet och anpassning till ett kommande bassystem, Bas-90 (Ref. 29, Bild 25). Basens sambandssystem skulle bli mer flexibelt, bygga mer på förmedlade förbindelser, internt såväl som externt. Snabbare förbindelse-upprättande skulle nås genom automatväxlar med direkt genomval etc.

Provverksamhet härför påbörjades redan tidigt under 80-talet. Digital teknik infördes såväl i transmissions- som förmedlings- och operatörs-utrustningar. Erfarenheter från provverksamheten ledde till successiva förändringar i basernas utformning. Lösningar med olika växelantal och -typer infördes (såväl av typ AXT / Tvx 420 som GTD-120). Ett nytt basradiosystem utvecklades (Ra 538) och infördes på baser.

Under perioden skedde även en kraftig utökning av transportabla radiolänkenheter för snabb komplettering av näten och för anslutning av rörliga förband. Enheter med skilda kapaciteter upprättades, dels lättare enheter med RL-242 med kapaciteter 6 till 24 analoga talkanaler och RL-451 för 2 Mbit/s digital gruppkanal (Ref. 22, Bild 26), dels "tyngre" enheter med RL-721

med kapacitet för 24 upp till 300 analoga talkanaler eller RL-722 med kapacitet för två digitala 2 Mbit/s kanaler.

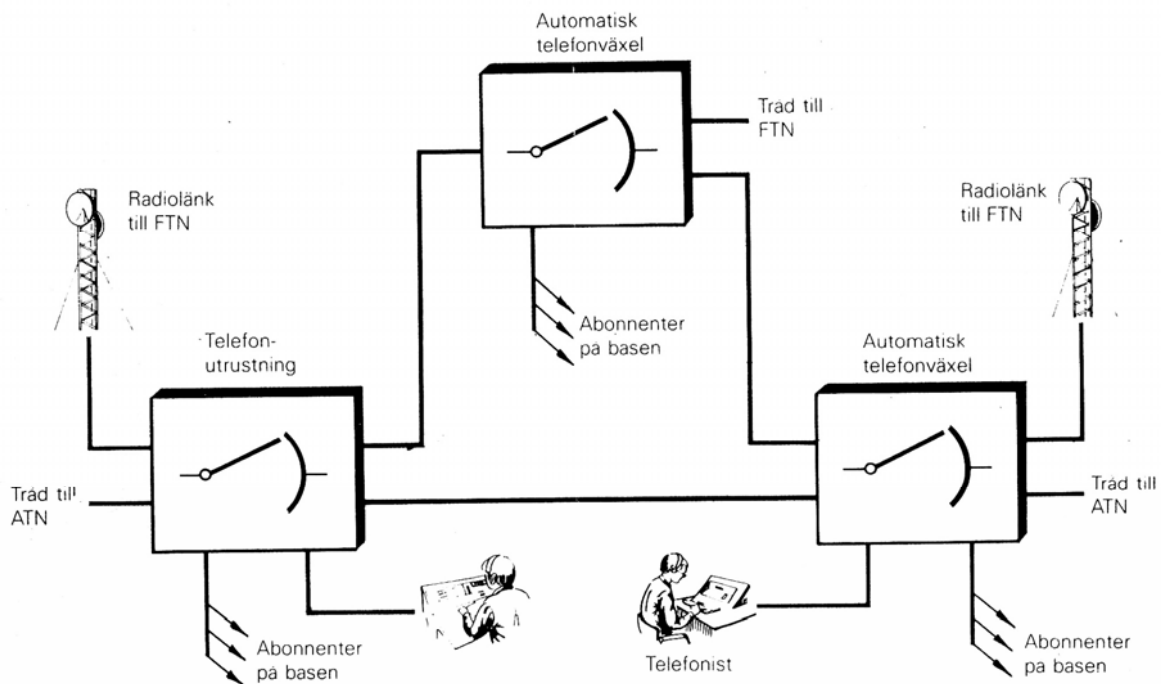


Bild 25. Bas 90 växelsystem

Inom marinen utarbetades under perioden planer beträffande det marina sambandets utformning på 90-talet (MASAM). De planerade regionala, maskformiga näten avsågs anknävas till FTN. Inom armén utformades under perioden telesystem 8000, vilket givetvis även det, skulle kunna ansluta till FTN och ATL.

Det ständigt växande antalet förbindelser för de skilda sambandsbehoven, de ökade kraven på flexibilitet, inte enbart genom förmedling i ATL utan även i form av omkopplingar i näten (av såväl enskilda talkanaler som gruppkanaler och såväl i radiolänk- som tråddelar av FTN) krävde ett omfattande datorbaserat system för planering och administration. Det på 70-talet införda systemet FUN moderniserades nu och inbegrep även funktioner för planering av nät och förbindelser samt för att leverera underlag till KTK (krigstelefonkatalogen) beträffande abonnentadresser. För att utnyttja flexibiliteten i de moderna växlarna av PMS-typ kräves att de laddades med aktuell information om abonnenter, anslutna vior, vägvalsinformation mm. ADB-baserat system (benämnt KATSY) för produktion av sådan information utvecklades för nodväxlarna i ATL.

Organisationen för drift och underhåll av sambandssystemen byggdes successivt ut med bland annat nätcentraler på central och regional nivå. Omfattande system för fjärrövervakning av transmissions- och förmedlingssystemen utvecklades och infördes för att rationalisera arbetet med drift och underhåll av näten. Under perioden gjordes vidare stora insatser för att hos all berörd personal bredda kunskaperna om telefoni- och transmissionsystemen och dess utveckling. Kurser anordnades såväl på system- som utrustningsnivå. Beträffande FTN utarbetades ett omfattande kompendium beträffande uppbyggnad, utnyttjad teknik och utrustning (Ref. 23).

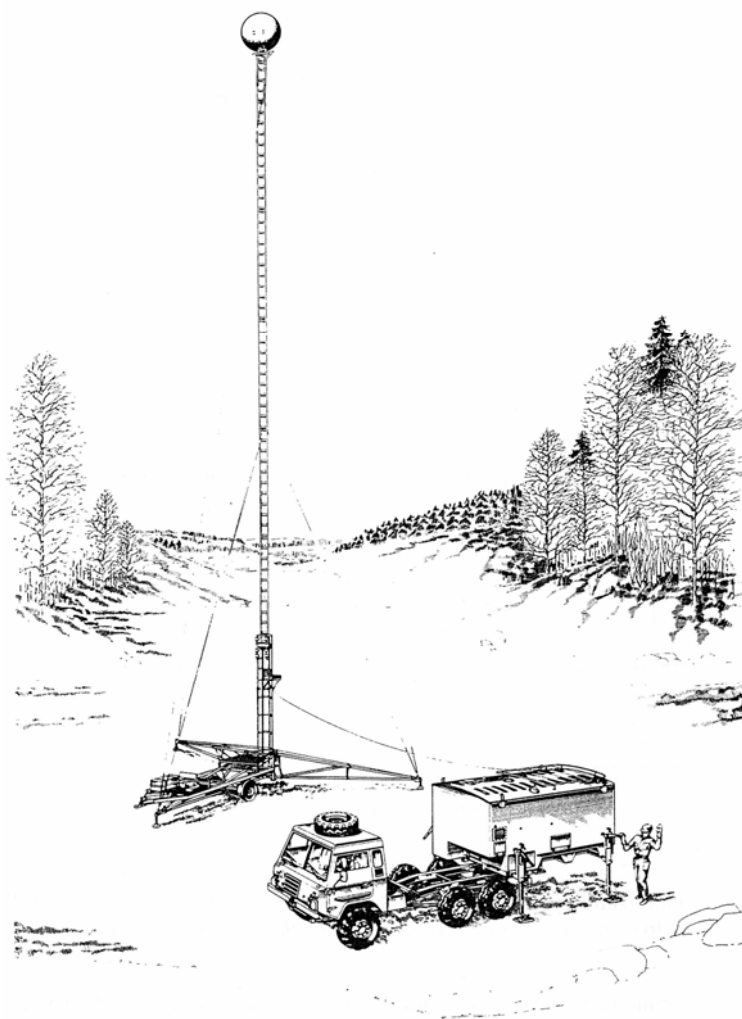


Bild 26. RL 451

För att fylla de växande kraven beträffande datakommunikation inrättades inom FTN under periodens senare del i enlighet med långsiktsplanen ett trafiknät (MILPAK) för paketförmedlad datatrafik. Ett antal noder infördes, i ett första skede utrustade med en paketförmedlande "dataförmedlare MILPAK N 6000", tillverkad av AMNET, USA (Bilaga 8, Ref. 32). Abonnenter anslöts via stela eller förmedlade förbindelser till MILPAK-nod. Varje nod förbands på samma sätt med en eller flera andra noder. Tack vare pakettekniken kunde en mängd inbördes olika dataterminaler utnyttja ett gemensamt datanät. Pakettekniken ökade även överföringskapaciteten på förbindelserna och höjde säkerheten i dataöverföringen. Abonnent kunde utnyttja datahastigheten 2,4, 4,8 eller 48 kbit/s. Noderna kunde inbördes utnyttja hastigheterna 4,8 till 64 kbit/s. Integrationen av skilda typer av dataterminaler möjliggjordes av en PAD-funktion (Packet Assembly Dissassembly) i noden, vilken omvandlade dataflödet från dataterminalen till ett format som kunde överföras via DATAPAK nätet. I mottagaränden skedde motsvarande konvertering.

Kravet på skydd mot obehörig avlyssning av i näten överförd information blev nu allt starkare. För att skydda dataöverföringen infördes under perioden änd-änd kryptering på vissa förbindelser bl.a med kryapp 950, levererad av Transvertex, medgivande datahastighet om 9600 bit/s. Telefonkanaler utnyttjades även för fax-överföring via modemer av asynkrontyp (Milfax). Även för dessa förbindelser infördes en kryptomod. De växande kraven på mera

generellt skydd av via näten överförd information möttes genom införande på vissa transmissionssträckor av knippeskryptering (s.k bulkkrypto) för överförda 2 Mbit/s PCM gruppkanaler. Under perioden infördes vidare (om än i begränsad omfattning) änd-änd krypto av digital typ för skyddad överföring av tal över förmedlade telefoniförbindelser (Milvox).

Inom transmissionsområdet innebar på 80- talet utvecklingen inom optofibertekniken en revolution. I kombination med den snabba utvecklingen inom digitalteknik möjliggjorde optofiberutvecklingen stora fördelar beträffande ekonomi, kapacitet, kvalitet. Inom FTN utnyttjades dessa möjligheter tidigt. Redan 1984 byggdes i samverkan mellan Televerket och FMV den första optokabeln för långdistant PCM-överföring. Optofiber fick successivt en bred tillämpning såväl inom FTN som vid lokala nät och anläggningar. Under perioden gjordes försök med överföring av kanalgrupper via satellit mellan noder i ATL. Försöken visade, trots de stora gångtiderna, på möjligheten. Den sågs mest som en tekniskt möjlig reserv vid stora skador i nätet. Av flera skäl utnyttjades den ej i normal drift.

Under slutet av perioden planeras moderniseringen av FV stridsledningssystem, bl a införande av StriC 90. Flygbaserna skall anpassas till JAS 39 och även ges större flexibilitet och ökad möjlighet till utspridning. Allt innebär ökade krav på sambandssystemen, bl.a. betr flexibilitet, störtålighet, informationsskydd. Den utarbetade långsiktplanen för FTN utgör här ett gott underlag för anpassning av FV telefon- och transmissionssystem till dessa krav.

Sammanfattning 80-talet

Behoven:

Sannolika framtida krav på FV telefon- och transmissionssystem studerade i en långsiktsplan. I prognosen förutses krav på:

- nya tjänster
- ökad skadetålighet, svårare hotbild, strängare ekonomiska krav
- ökad flexibilitet och snabbhet i många avseenden

Teknik:

- Helt digitala nät kan realiseras.
- För samverkan på gruppkanalnivå mellan FDM- och PCM-system utvecklas transmultiplexer.
- Paketförmedling utvecklas starkt, såväl beträffande utrustningar som protokoll etc.

Lösningar i FV telefoni- och transmissionssystem:

- För ökad flexibilitet, snabbhet och skadetålighet införs TAKKOM-systemet, i princip baserat på förmedlade förbindelser.
- Paketförmedlat datanät, MILPAK, etableras.
- Nätdriftcentraler inrättas.
- Bulkryptering introduceras inom vissa delar av nätet.
- Flygbasernas sambandssystem moderniseras successivt för anpassning till Bas 90.
- GK-signalerings införes i ökad utsträckning såväl inom stamnät- som abonnentdelar i nätet.
- Systemen för planering och administration av FTN samt för produktion av kataloginfo etc moderniseras.
- Civila typer av utrustningar, protokoll etc, utnyttjas i ökande grad för att nå fördelar i ekonomi och snabb vidareutveckling.
- All ny utbyggnad och all materielomsättning inriktas mot ett helt digitaliserat nät med förmedlad trafik.

Kort sammanfattning av behandlade perioden

Flygvapnets telefoni- och transmissionssystem har under perioden utvecklats enormt. Den grundläggande drivkraften för detta är givetvis flygvapnets växande behov.

Flygstridskrafternas ökade prestanda i hastighet, täckningsområde, vapenverkan etc har inneburit ständigt växande krav beträffande säker och snabb insamling och distribution av läges- och ledningsinformation över allt större geografiskt område.

I periodens början var FV telefonisamband i allt väsentligt baserat på utnyttjande av televerkets nät, endast mycket lokala egna transmissionsnät fanns. Trafik avverkades främst via det publika förmedlade nätet, i vissa fall med viss företrädesrätt. Även utrustningarna i ledningscentraler ägdes och underhölls ofta av televerket. För att möta de ökade kraven på samband växte nya former fram för utnyttjande av televerkets nät. Parallellt härmed byggde Flygvapnet ut egna transmissionsresurser, dels trådnät, ofta i samverkan med televerket men även i egen regi, och dels ett helt försvarsägt landsomfattande nät (FFRL), baserat på radiolänk. Från att i tidiga skeden setts som skilda transmissionsnät har dessa nät under 80-talet helt integrerats till försvarets telenät, FTN, ett nät som utnyttjas av samtliga försvarsgrenar och även andra organ inom totalförsvaret.

Från att i tidiga skeden helt utnyttjats för fast uppkopplade förbindelser har även de egna transmissionsnäten alltmer utnyttjats för förmedlad trafik. Dels har de genom samverkan med televerket kunnat utnyttjas för anslutning till publika nätet (ATN) såväl på normal ändstations- (abonent-) nivå som direkt på högre förmedlingsnivåer. Dels har de egna näten försetts med förmedlingsorgan, först för manuell lokal-, änd- och transitförmedling, senare för automatisk förmedling. Under 60-talet introducerades automatiska, programmeringsstyrda växlar i det försvarsägda länknätet (FFRL) varigenom ett försvarsexklusivt landsomfattande automatiskt telefonnät (ATL) skapades. Detta utgör ett av trafiknäten i FTN.

Utvecklingen av FV telefoni- och transmissionssystem har möjliggjorts av den snabba tekniska utvecklingen av området.

40-talets system byggde på elektromekanik, elektronrör, analog transmission via fysikaliska förbindelser på metalliska ledningar samt manuell hantering av trafiken. De utnyttjades enbart för överföring av telefoni och fjärrskrift

Utvecklingen fram till slutet av 80-talet har lett till system byggda på elektroniska utrustningar med halvledarteknik och med programminnes- / dator-styrning. Systemen medger överföring av skilda informationsformer som tal, text, data och bild. Överföringen sker i stor utsträckning i digital form och via högkapacitiva transmissionssystem, anordnade över såväl metalliska ledare som optofiber och radiolänk. Trafiken hanteras i mycket stor utsträckning av automatiska förmedlingssystem av såväl krets- som (för datatrafiken) paketförmedlingstyp.

Viktiga faktorer för denna utveckling har givetvis varit FV ökade behov och beroende av samband, de därigenom avsatta ekonomiska ramarna, de ökade möjligheterna att i många systemdelar utnyttja civila system med dessas lägre kostnader. Utvecklingen har även stärkts av att systemen i allt väsentligt varit i kontinuerlig drift, tekniskt såväl som trafikalt. Detta har bl a medfört satsningar på drift- och underhållsorganisation samt på system för planering, övervakning och administration av systemen.

Som en viktig faktor måste slutligen framhållas det kvalificerade och entusiastiska arbete som personer inom FMV utfört samt det goda och förtroendefulla samarbete som funnits såväl med systemens utnyttjare, staber och förband, som med systemens leverantörer, industri och konsulter.

Bilageförteckning

Bilaga 1

Förstudie av dokumentation beträffande ”Utvecklingen av FV telefoni- och transmissionssystem” (sammandrag av förslag)

Bilaga 2

Utformning av rörligt radio-Lgc och erfarenheter av detta under flygvapenövning april 1949.

Bilaga 3

Förteckning över anbudsgivare till provnätet (utdrag ur prel program för anskaffning av radiolänkutrustning för flygvapnet)

Bilaga 4

FFRL/FTN Översikt beträffande diabildarkiv 1-10

Bilaga 5

FFRL/FTN Översikt beträffande fotokopiearkiven 1-5 (kopior + vissa negativ)

Bilaga 6

Telefonväxel AKE-129, B Nilsson (på uppdrag av FHT), FHT infblad (U 5411) 1997

Bilaga 7

Telefonväxel ETSS, B Nilsson (på uppdrag av FHT), FHT infblad (U 5431) 1997

Bilaga 8

Dataförmedlare 301, Milpak N 6000, B Nilsson, FHT infblad (U 5451) 1997

Bilaga 9

Radiolänk RL-71, B Nilsson, FHT infblad (U5302) 1997

Bildförteckning

	Period	Objekt	Källa
Bild 1	40-50	MAN GPLVX exp.plats	beskr tfnvx m/53 sid 24
Bild 2	40-50	LGC M48 tfnutr	ref 2, sid 5, ref 5, sid 28
Bild 3	40-50	FÖRB-BEHOV LBev m/48	ref 1, sid 104
Bild 4	40-50	OMKOPPLARE	SignF 61, sid 136
Bild 5	40-50	RL-01	ref 2, sid 8
Bild 6	40-50	RL-41, TM-3	FHT bildsamling
Bild 7	40-50	LINSANTENN RL-41	ref 2, sid 12
Bild 8	40-50	OK-FÄLT	FHT bildsamling
Bild 9	40-50	TFNVX Gpl M 53, växelbord	FMV beskr M3912-586000 sid 23
Bild 10	40-50	tfn387	FHT bildsamling
Bild 11	40-50	Kabel med koaxialtuber och bf-	ref 6, p 56
Bild 12	60	Stri 60 förb behov	BeStril LS 1 sid 30
Bild 13	60	TM-13, SRT	FHT bildsamling
Bild 14	60	MODEM T1F3	Beskr T1F3
Bild 15	60	Lfc 60 man vx	FHT bildsamling
Bild 16	60	Baskabel	Beskr trådk flygb M7773-400130 p9
Bild 17	60	Flygbas, manuella tfnvx kc, etc	Beskr trådk flygb M7773-400130 p9 sid 34
Bild 18	60	Baskabelskåp; exp-platser i KC	Beskr trådk flygb M7773-400130 p9 sid 16
Bild 19	60	Kodväljare	Ericsson foto
Bild 20	70	Anslutningspunkt till FFRL	ref 2, sid 29
Bild 21	70	Smalbandsöverföring rr-info	FMV beskr DT 109
Bild 22	70	OPUS	FMV

Bild 23	80	FTN långsiktsplan	Ref 20 sid 11
Bild 24	80	AXT op-panel	Ref 21, sid 15
Bild 25	80	Bas 90 växelsystem	Ref 20
Bild 26	80	RL451	FMV beskr RL-451, sid 3 (M7773-421210)

Inom ämnesområdet finns en stor mängd bilder i FHT samlingar. BI a ingår en stor samling diabilder, (översiktsregister + 10 delarkiv med hundratals bilder inkl detaljregister) samt en samling med fotokopior, negativ, ritningar etc (översiktsregister + 5 samlingspärmar inkl detaljregister). Översiktsregisterna bifogas som Bilaga 4 och Bilaga 5.

Referensförteckning

	Dokumentnamn	Utgivare, beteckning	Utgivningsår
Ref. 1	Överste C-G Simmons. (enl uppdrag från Flygvapenmuseum) Signaltjänsten i Flygvapnet Utvecklingshistorien Del 1 Sambandsmedlen före flygvapnets tillkomst Del 2a 1926-1961 DEL 3a Summering 1 och 2a	Flygvapenmuseum	1978-1982
Ref. 2	Försvarets Fasta Radiolänknät, Försvarets telenät Ett historiskt perspektiv	Försvarets Materielverk, Elektroniksystemavd	1996
Ref. 3	Arne Svensson (på uppdrag av FHT) Försvarmaktens gemensamma fjärrskriftnät	FHT, urvalsgruppen för armémateriel	1998
Ref. 4	Överste C-G Simmons Signaltjänsten i Flygvapnet. Artikelserie i TIFF Före andra världskriget Beredskapsperioden	TIFF 1986, nr 3 TIFF 1987, nr 1	1986 1987
Ref. 5	25 år Svenskt flygvapen 1926-1951	FV minnesskrift	1951
Ref. 6	K.V. Tahvanainen 140 år i ledningen Televerket 1853-1993	Televerket	1993
Ref. 7	Överste C-G Simmons Signaltjänsten i Flygvapnet. Artikelserie i TIFF Efter krigsslutet Under 1950 1	TIFF 1988 nr 1 TIFF 1988 nr 2	1988 1988

	Under 1950 2 Under 1950 3 Under 1950 4	TIFF 1989 nr 1 TIFF 1989 nr 2 TIFF 1989 nr 3	1989 1989 1989
Ref. 8	Prel program för anskaffning av länkradioutrustning för flygvapnet	Lbv/HF/1an 50 04 18	1950
Ref. 9	Datatransmissionsterminal T1F3	Beskrivning M7773-422471	1965
Ref. 10	Transmissionstekniska riktlinjer för krigsmaktens telefonförbindelser	FMV-F, Försv Bok o BI-förråd	1970
Ref. 11	Anvisning för anslutning av externa förbindelser	FMV-F, Försv Bok o BI-förråd	1970
Ref. 12	Överste C-G Simmons Signaltjänsten i Flygvapnet. Artikelserie i TIFF Fr o m 1960	TIFF 1990 nr 1	1990
Ref. 13	Stril 60	TietoEnator	1999
Ref. 14	Automatic Telephone Exchanges for The Royal Swedish Air Force Board. Technical specification.	FMV ELT 2448	1965
Ref. 15	Anvisningar för manöversignalering på av FMV-F anordnade telefonförbindelser. Instruktion.	Försv Bok o BI-förråd M7788-400010	1973
Ref. 16	Interfonsystem IFN 70 Interfonsystem för flygvapnet	Beskrivning	1976
Ref. 17	Datatransmissionsutrustning DT-112A MT och 112B MT	FMV-F Beskrivning M7773-424670	1978
Ref. 18	System OPUS	AGA. Leverantörens beskrivning	

Ref. 19	Sym FV Samband	FV H 820:6517 19790927	1979
Ref. 20	Teknisk långsiktsplan Försvarets Telenät LSP FTN Sammanfattning av delrapporter	FMV ELEKTRO M958:219/84	1984
Ref. 21	Ericsson in Defence Communication (pg 15) Digital Switching System for operational centers and strategic networks	Ericsson Microwave Systems	1996
Ref. 22	Transportabel radiolänkutrustning RL-451	Beskrivning M7773-421210	1981
Ref. 23	Försvarets Telenät Kompendium	FMV-F M7730-400410 Försv Bok o BI-förråd	1982
Ref. 24	Överste C-G Simmons Signaltjänsten i Flygvapnet. Artikelserie i TIFF På tröskel till 90-talet Signaltjänst i FV	TIFF 1990 nr 2 TIFF 1990 nr 3	1990 1990
Ref. 25	Kjell Danielsson Krav på lednings- och sambandssystem för flygstridskrafterna	MILSAM 1984	1984
Ref. 26	Flodin, Bergenmar, Österman Ett tjänsteintegrerat digitalt telenät för försvaret Studie betr introduktion av ISDN för försvaret	MILSAM 1984	1984
Ref. 27	K.G.Andersson (på FHT uppdrag) AN/TTQ-1, en rörlig luftförsvarscentral	FHT dokument (Urval FV)	1997
Ref. 28	Automatisk förmedling av teletrafik i försvarets telenät ATL	FMV-F (Telub Teknikinformation, Växjö)	1979
Ref. 29	Bas 90 Ledning och Samband	Flygstaben, FMV	1985
Ref. 30	K. G. Andersson		

	Tonsvararn-hallå, hallå !	TIFF nr 1 2002	2002
Ref. 31	Beskrivning Telefonapparat 387	M3926-387010	
Ref. 32	MILPAK Datakommunikation i FTN	FMV, Telenätbyrån	1986
Ref. 33	Systembeskrivning. Förbindelseregistrering i FFRL	FMV-F, Telebyrån, Radiolänldetaljen	1972
Ref. 34	Beskrivning av luftförsvarets trådnät	Kungliga Flygförvaltningen	1959
Ref. 35	Instruktion för Telefonväxel GPL Fst mod 53	Försvarsstabens Signaltjänstavdelning	1957
Ref. 36	Handbok för användande av Telegraf och Telefon (HTT)	TELEGRAFVERKETS författningssamling B:23	1951
Ref. 37	Roland Persson AKE 129	www.aef.se	